

KORTERELAMU ENERGIAAUDIT



5-KORRUSELINE 90-KORTERIGA PANEELELAMU Puhangu tn 59, Tallinn

Auditeerimise aeg: 24.03. – 12.04.2010
Aruanne esitatud: 14.04.2010

Tellija andmed:

Tellija ja kontaktisik: Tamara Gavrilina
Aadress: Puhangu tn 59, Tallinn
Tel.: +372 51 998 096
E-post: -

Auditeerija andmed:

Audiitor: Julia Popova
Tel.: +372 610 8778
E-post: info@energiamaja.ee
Allkiri: _____

Koostaja: Merilin Kütt
Tel.: +372 52 734 61
Allkiri: _____

Eessõna

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

Energiaaudit on protseduur selgitamaks, kuidas kasutatakse energiat, millised on võimalikud meetmed energia säästmiseks ja kuidas saab energiat auditeeritaval objektil säästlikumalt kasutada.

Käesolevas energiaauditi aruandes on esitatud Tallinnas Põhja-Tallinna linnaosas aadressiga Puhangu tn 59 asuva 5-korruselise 90-korteriga paneelilamu kütte, ventilatsiooni, elektri- ja veevarustuse süsteemide hetkeolukord ning võimalused energiatarbe vähendamiseks. Säästuettepanekutes on ära toodud nende realiseerimise üldine mõju, saavutatav sääst ja investeeringute tagasimaksuajad.

Hoone auditeerimisel vaadeldi 2007 – 2009 aasta soojuse, elektri, tarbevee ning gaasi kulu ja vastavaid rahalisi k u l u t u s i . Meetmete tasuvuse hindamisel võeti arvesse kütuste- ja energiahindade prognoose.

Aruanne sisaldab hoone piirdetarindite ning tehnosüsteemide tehnilis-majanduslikku analüüsi, energia tarbimise alandamise potentsiaali lähtuvalt võimalikest energiasäästumeetmetest. Energiasäästu potentsiaal on esitatud vajalike investeeringute, saavutatava energeetilise säästu ning lihttasuvusaja kujul.

Hoones on mõõdetud summaarset soojustarbimist, elektritarbimist, veetarbimist ja gaasi tarbimist kuude kaupa. Sooja tarbevee kulu on mõõdetud korterite kaupa, mille abil on arvestatud soojuse kulu tarbevee soojendamiseks. Õhuvahetusest tingitud soojuskadusid hinnati kaudselt õhuvahetuse kordarvu alusel.

Optimaalne renoveerimis/rekonstrueerimispakett valitakse välja tellija poolt vastavalt finantseerimise võimalustele. Osa säästumeetmeid on selliseid, mille rakendamine annab reaalselt säästu ainult rakendatuna koos teiste meetmetega, seetõttu esitatakse säästumeetmed pakettidena. Auditeerimise käigus välja toodud energiasäästumeetmete pakettide rakendamisel hoone sisekliima paraneb või jääb olemasolevale nõuetele vastavale tasemele. Tuleb tähelepanna, et erinevate meetmete rakendamisel saadavad säästud ei ole otseselt liidetavad.

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

Objekti ülevaatusel abistas audiitorit hoone korteriühistu esinaine Tamara Gavrilina, ruumide sisekliimast parema ülevaate saamiseks on teostatud vastavaid mõõtmisi logeritega.

Korteriühistu, kui lõpptarbija, seisukohalt on säästupotentsiaal, energiahinnad ja kõik kulutused auditis arvestatud käibemaksuga 18% 2007 kuni 2009 aasta esimene pool ning 20% 2009 aasta teine pool.

Hoone energeetilise auditeerimise viis läbi Merilin Kütt energiaaudiitor Julia Popova juhendamisel.

Sisukord

Eessõna	2
Sisukord	3
1. Audititulemuste kokkuvõte ja ülevaade säästuettepanekutest	4
2. Hoone energiakasutuse hetkeseis	9
2.1 Hoone asukoht ja paiknemine	9
2.2 Hoone üldandmed	9
2.3 Varem läbiviidud rekonstrueerimis/renoveerimistööd	10
2.4 Kasutatud mõõteseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte	11
2.5 Energia- ja veevarustuse üldisloomustus	12
2.6 Soojusenergia kulu	13
2.7 Elektrienergiakulu	14
2.8 Vee kulu	15
2.9 Gaasi kulu	15
2.10 Hoone soojusbilanss	16
3. Hinnang hoone energiakasutuse kohta, säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus	18
3.1 Hoone piirdetarindid	18
3.2 Kütte- ja tsentraalse sooja tarbevee ettevalmistuse süsteemid	21
3.3 Vee- ja kanalisatsioonisüsteemid	22
3.4 Ventilatsioonisüsteem	22
3.5 Kütte- ja ventilatsioonisüsteemide säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus	23
3.6 Elektriseadmed	23
3.7 Energiasäästumeetmete pakettide majanduslik tasuvus	24
4. Lisad	27
4.1 Sisekliima mõõtmistulemused	27
4.2 Soojuse- ja elektrienergia ning tarbevee tarbimised kuude lõikes 2007-2009	29
4.3 Tasakaalutemperatuuride leidmine	30
4.4 Illustreerivad fotod	31
5. Termõlevaatus	33

1. Audititulemuste kokkuvõte ja ülevaade säästuettepanekutest

Käesolevas peatükis on esitatud kokkuvõte korterelamu energiaauditi läbiviimise tulemustest.

Tegemist on tüüpilise ehitusaegse lamekatusega paneelilamuga, mis asub Tallinnas Põhja-Tallinna linnaosas Pelguranna asumis.

Auditeeritava hoone piirdetarindite olemasolev olukord on hea/rahuldav. Olemasolevale katusele on paigaldatud kaks kihti uut katusekatte rullmaterjali. Otsaseinad on soojustatud (100 mm) ja kaetud krohviga. Küljefassaadides on paneelivuukide vahed renoveeritud elastse vuugitaitega.

Enamus hoone aknad on vahetatud kaasaegsemate plastakende vastu.

Korterelamu rõdud ja varikatused on renoveeritud, paigaldatud un uued metalluksed fonolukuga.

Paneelmaja välisseinte renoveerimislahendused:

Enne renoveerimistöid ja lisasoojustamist tuleb alati kontrollida välisseinapaneelide üldist ehitustehnilist seisukorda:

- välisseinapaneeli välisplaadi kinnituste seisundit, mida teostavad vastava ala spetsialistid;
- otsaseina paneelide väljanihkumise kontroll- auditeeritaval hoonel on otsaseinad soojustatud;
- külmasildade kontroll (hallitus, veeauru kondenseerumine sisepindadel, eriti välisseinte nurkade ja katuslae piirkonnas). Auditeeritaval korterelamul on tellija sõnul enamustes viienda (viimasel) korruse korterites hallituse probleemid (audiitor käis neljas korteris, mis asusid viimasel korrusel ning kus kolmes korteris esines hallitus).

Suurpaneelilamuga välisseinapaneelide liitekohad sisaldavad üldiselt tõsiseid külmasildu, mille likvideerimine on möödapääsmatu ohutu ja tervisliku sisekliima nõudeid arvestades. Vastasel korral on hallituse tekkimine liitekohtade sisepindadel loomulik.

Külmasildade likvideerimiseks soovitame lisaks otsaseintele soojustada ka küljefassaadid 100 mm (samuti on hoone otsaseinad soojustatud 100 mm soojustusega) paksuse lisasoojustusega. Sarnaselt välisseintega tuleb soojustada ka rõdu välissein.

Välispiirete lisasoojustamisega peab alati kaasnema küttesüsteemi reguleerimine.

Välisseinte lisasoojustamise korral tuleb asendada kõik ääre-, serva- ja katteplekid.

Lisaks küljefassaadi soojustamisele, soovitame soojustada ka hoone sokli ja panduse, et vältida piirete soojakadusid ja likvideerida külmasillad.

Välispiirete seespidiist soojustamist (nagu ühes korteris oli) tuleks igal juhul vältida, sest selline soojustamise viis ei likvideeri külmasildu ega vähenda soojakadusid.

Paneelmaja katuslae renoveerimislahendused:

Suurpaneelilamute katuslagede soojajuhtivus on suur ning neid on soovitatav lisasoojustada. Antud korterelamu olemasolevale katusele on paigaldatud kaks kihti uut katusekatte rullmaterjali, lisasoojustus puudub.

Katuse lisasoojustamine on vajalik, et vähendada suuri külmasildasid katuse ja välisseina liitekohas ning katuse paneelide toetuskohtade juures. Lisaks on võimalik kokku hoida soojusenergiat. Just külmasildade likvideerimise seisukohast on mõistlik hallituse probleemiga hoonel katus lisasoojustada isegi kui katusekate on korralik. Seejuures peab lisasoojustus katma ka parapeti, vastasel juhul säilib külmasild läbi parapetipaneeli.

Katuslae lisasoojustamist on realselt võimalik teha vaid lisasoojustuse paigaldamisega

olemasoleva katuse peale, vana katusekatte eemaldamisega või ilma. Pärast lisasoojustamist tuleb vanad tuulutuseavad sulgeda (antud korterelamul on need kaetud plekiga), kuna vastasel korral satub välisõhk soojustuse alla ja soojustuse efektiivsus langeb. Lisasoojustamine ja tuulutuse sulgemine muudab katuslae niiskustehnilist toimivust (katusesse tekib mitu veeaurutihedat kihti ja kahe soojustuse vahele suur õhuruum). Katuse lisasoojustamine on mõistlik teha koos fassaadide lisasoojustamisega. Auditeeritaval korterelamul on juba lisasoojustatud otsaseinad, seega soovitame hoone küljefassaadide renoveerimisega lisasoojustada ka katus. Selline lahendus tagab parima lõpptulemuse. Samuti soovitame renoveerida katusel olevad tuulutuskorstnad. Visuaalsel vaatamisel oli kohati märgata pragunenud rullmaterjali (vt 4.4 Lisa). Lisaks otsaseina parapetile soovitame ilmastiku eest kaitsta kindlasti küljefassaadidel oleva parapeti.

Paneelmaja küttesüsteemi renoveerimislahendused:

Välispiirete lisasoojustamisega peab alati kaasnema küttesüsteemi reguleerimine.

Hoone küttesüsteem on ühetorusüsteem, kus küttekehad on järjestikku ehk jadähenduses (st., et soojuskandja vesi läbib järjestikku kõiki püstikuga ühendatud küttekehasid). Enamus korterites ja trepikodades on ehitusaegsed radiaatorid. Hoone küttesüsteemi soojussõlm on renoveeritud 1997. aastal ning tasakaalustamine toimus 2002. aastal.

Kütmata ruumides, antud hoone puhul keldris, tuleb küttestorustik korralikult isoleerida. Kontrollida tuleks küttestorustiku ja radiaatorite seisukorda, vajadusel välja vahetada. Ühetorusüsteemi puhul tuleb küttesüsteem seadistada õigele temperatuurigraafikule ja vooluhulgale, et kõikides korterites oleks tagatud vajalik temperatuur. Ühetorusüsteemi renoveerimislahendused ja maksumus on ära toodud säästumeetmete pakettides.

Paneelmaja ventilatsiooni renoveerimislahendused:

Akende vahetamise ja hoone fassaadi soojustamisega peab alati kaasnema ventilatsioonisüsteemi renoveerimine.

Hallituse esinemise korral niisketes ruumides (sanitaarruumides) tuleb parandada ruumi ventilatsiooni (kontrollida, et ventilatsioonilõõrid on avatud, ei ole tiheda ripplae taga, et nad ei ole ummistunud ning et on piisav väljatõmme), vajadusel tuleb vähendada ruumi niiskuskooormust (piirata pesu kuivatamist kõnealuses ruumis, duši all käies mitte ujutada üle põrandat jne.). Ülemiste korruste korterites on soovituslik mehaanilise väljatõmbeventilatsiooni paigaldamine. Teine võimalus on paigaldada korteritesse individuaalsed soojustagastusega ventilatsioonisüsteemid. Süsteem on paindlikult reguleeritav, võimaldab korteri väljatõmmatavast õhust eraldada soojuse ning suunata see korduvkasutusse värske õhu soojendamiseks. Ventilatsiooni juures tuleb vältida lahendust, kus ventilatsioon on sisse-välja lülitav koos valgustiga. Sellise lahenduse korral töötab ventilatsioon vaid selle lühikese aja jooksul, kui ruumid on valgustatud. See ei ole korteri ventileerimise seisukohalt piisav.

Renoveerimismeetodi valikul tuleb arvestada olemasolevat olukorda ja võimalusi. Vajadusel tuleb teostada sisekliima ja ehituslikud uuringud. Meetodi valikul on ka oluline, kas ventilatsiooni renoveerimine toimub korterite kaupa, trepikodade kaupa või terves hoones korraga.

Vähem investeringuid nõudev meetod on ventilaatsioonilõõride puhastamine ja korrastamine. Tuleb aga arvestada, et vajalikku sisekliimat see ei taga ning puudub ka reguleerimisvõimalus ja selle variandiga ei saa lahendada hallitus- ja niiskusprobleeme ning samuti on kompensatsiooniõhu juurdevool piiratud.

Lisaks ventilatsioonilõõride korrastamisele on üheks võimaluseks tuulutuspilude lisamine olemasolevatele plastikakendele ning kööki ja sanitaarruumi lisada mehaanilised ventilaatorid. Selle variandiga on võimalik tagada korteris rahuldav sisekliima suhteliselt väikese alginvesteeringuga. Energiakulu süsteemil on suur, kuna puudub soojustagastus

(väljapuhkeõhuga kompensatsiooniõhu soojendamise). Tuulutuspiludega on küll tagatud värskõhu juurdevool, kuid külmal perioodil püüavad inimesed tõenäoliselt tuulutuspilud sulgeda, et vältida külmaõhu sissepääsu korterisse.

Teiseks võimaluseks on kohtventilatsiooniseadmed, mida on kerge paigaldada ruumi välisseina ning mille käituskulud on väikesed (vt punkti 3.4). Kindlasti tuleb ka kööki ja sanitaarruumi paigaldada mehaanilised ventilaatorid, et tagada normikohane õhuvahetus ja hea sisekliima korteris.

Ülevaade säästuettepanekutest:

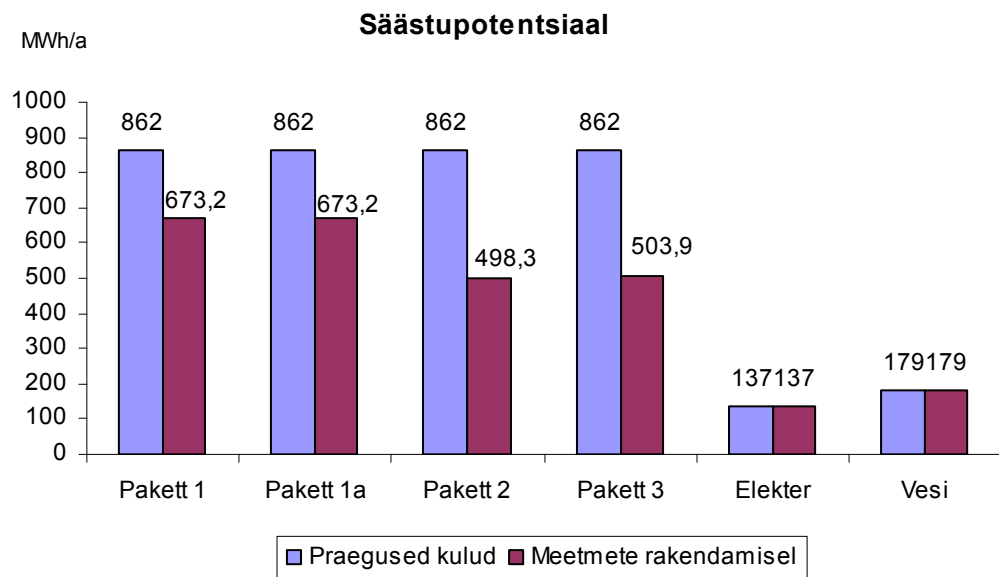
Soojusenergiakeskmine kogukulu aastatel 2007-2009 oli mõõdetud 794 MWh/a ja sellele vastav rahaline kulu keskmiselt 689 000.- kr/a.

Normaalaastale taandatud kolme viimase aasta soojusenergia keskmine kulu oli 862 MWh/a ja lähtuvalt hoone köetavast pinnast 4602,2 m² (eluruumid ja trepikojad) on normaalaasta keskmine soojusenergia eritarbimine pinnauhikule 187 kWh/m²a.

Käesoleva aruande punktis 3.7 on ära toodud kolm säästumeetmete paketti, mille abil on võimalik soojusenergia kulu majanduslikult alandada ning lisaväärtusena saada inimeste heaolu paranenud sisekliimast. Samas tõuseb ka hoone kui kinnisvara väärtus. Säästupaketid on esitatud põhjusel, et teatud meetmetel on omavaheline koosmõju.

- Esimese paketi raames paigaldatakse olemasolevatele uutele korterite ja trepikodade akendele tuulutuspilud; soojustatakse lamekatus mineraalvillaga 300 mm + 30 mm; isoleeritakse keldri kütetorustikud ning olemasolevatele küttekehadele paigaldatakse eraldi reguleerimisvõimalus. Pärast meetmete rakendamist tuleb küttesüsteemi reguleerida. Investeering on ca 948 000 krooni ning aastane sääst 188 MWh/a. Tasuvusaeg intresse arvestamata on ligikaudselt 5 aastat.
- Esimese (a) paketi raames paigaldatakse olemasolevatele uutele korterite ja trepikodade akendele tuulutuspilud; soojustatakse lamekatus mineraalvillaga 300 mm + 30 mm; küttesüsteemi rekonstrueerimine 2-torusüsteemile- torustik, konvektiivpindadega radiaatorid, küttekehadele eraldi reguleerimisvõimalus. Pärast meetmete rakendamist tuleb küttesüsteemi reguleerida. Investeering on ca 1,7 miljonit ning aastane sääst 188 MWh/a. Tasuvusaeg intresse arvestamata on ligikaudselt 8 aastat.
- Teise paketi raames lisandub lisaks esimesele paketile küljefassaadide, sokli ja panduse soojustamine ning seoses sellega peab ka küttesüsteemi reguleerima. Investeering on ca 2 033 000 krooni ning aastane sääst 363 MWh/a. Tasuvusaeg intresse arvestamata on umbes 5 aastat.
- Kolmanda paketi raames lisandub lisaks esimesele (a) paketile küljefassaadide, sokli ja panduse soojustamine ning pakume soojustagastusega lokaalset ventilatsiooniseadet igasse korterisse. Investeering on ca 4,4 miljonit krooni ning aastane sääst 358 MWh/a. Tasuvusaeg intresse arvestamata on umbes 12 aastat.

Graafik 1



Kuna elektrisüsteem on rekonstrueeritud ja üldelektrienergia kulu on antud hoones väga väike, siis siinkohal elektrisüsteemi säästupotentsiaali ei käsitleta. Säästupotentsiaali rahaliste väärtuste aluseks on prognoositavad energiahinnad koos käibemaksuga (soojusenergia hind 1 050 kr/MWh, elektrienergia 1.73 kr/kWh)

Igas pakettis on parandusmeetmetena toodud katuse ja küttesüsteemi renoveerimine, kuna lamekatuse lisasoojustamisega on võimalik ülemise korruse korterite toatemperatuure ja soojuskadusid parandada. Esimeses pakettis on toodud parandusmeetmena ka küttesüsteemi renoveerimine, kuna ilma selleta ei ole võimalik esitatud energiasäästuväärtusi saavutada. Esimene pakett on vähem investeeringuid nõudev, kuid teine pakett, mis nõuab suuremat finantsilist investeeringut, annab energiasäästu rohkem ning tasuvusaeg on lühem võrreldes esimese (a) paketiga.

Hea ventilatsiooni korral väheneb hallituse risk (hoone ülevaatamisel, kus käidi neljas korteris, esines hallituse probleem neljast korterist kolmes). Hallitus saab tekkida, kui seinapinna temperatuur on piisavalt madal, et siseõhus olev niiskus sinna kondenseerub või pääseb niiskus konstruktsiooni.

Hoone hetke olukorras on kulutused soojusenergiale 862 MWh/a, mis teeb köetava (4602,2 m²) pinna kohta 187 kWh/m² a.

Kui hoone renoveerimisel võetakse arvesse energiasäästumeetmete PAKETT 1 ja PAKETT 1a, kus köetava pinna suuruseks on 4602,2 m², siis keskmine soojustarbimine aastas on 673 MWh/a ning köetava pinna kohta teeb see 146 kWh/m²a.
Seega saavutatav energiasääst on ca 20%

Kui hoone renoveerimisel võetakse arvesse energiasäästumeetmete PAKETT 2, kus köetava pinna suuruseks on 4602,2 m², siis soojustarbimine kokku aastas on 498 MWh/a ning köetava pinna kohta teeb see 108 kWh/m²a.
Seega saavutatav energiasääst on ca 40%

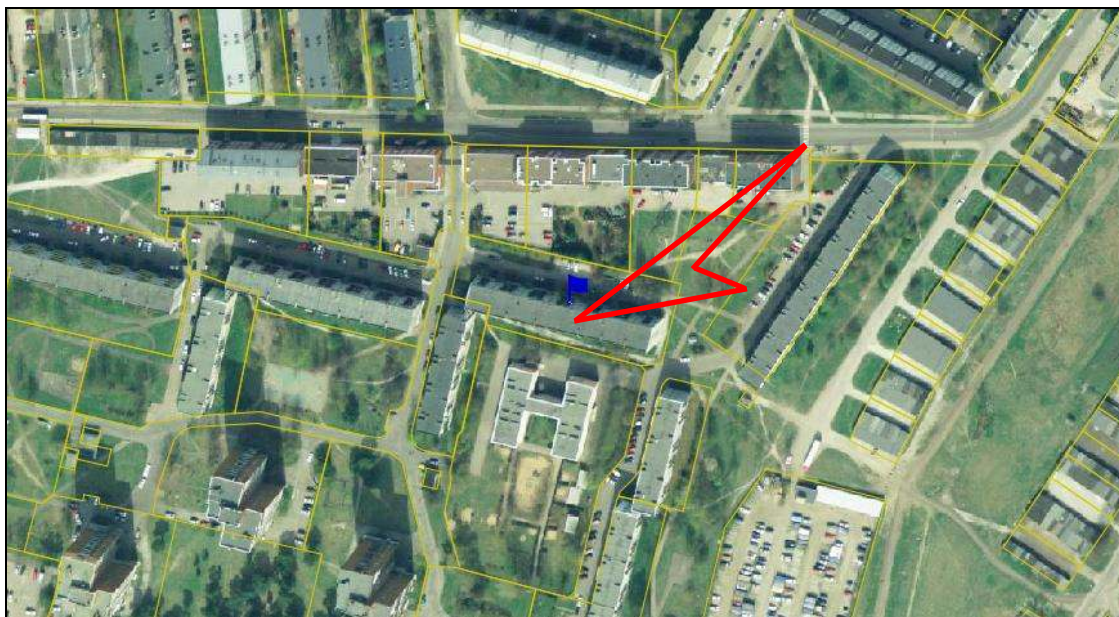
Kui hoone renoveerimisel võetakse arvesse energiasäästumeetmete PAKETT 3, kus köetava pinna suuruseks on 4602,2 m², siis soojustarbimine kokku aastas on 504 MWh/a ning köetava pinna kohta teeb see 110 kWh/m²a.
Seega saavutatav energiasääst on ca 38%

Lisaks energiasäästule saavad lahendatud hoone niiskuskahjustused, paraneb ventilatsioon ja soojus mugavus.

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

2. Hoone energiakasutuse hetkeseis

2.1 Hoone asukoht ja paiknemine



Aerofoto: Krundi kuju ning paiknemine Puhangu tn suhtes (alus: www.maaamet.ee)

Hoone asub tihehoonestusalal, Pelguranna asumis.

2.2 Hoone üldandmed (ehitisregistri andmetel, www.ehr.ee, hoone ülevaatus, vajalikud arvutused)

Hoone aadress	Puhangu tn 59
Katastritunnus	78408:805:1380
EHR kood	101020015
Ehitusaasta	1972
Hoone kasutamise otstarve	muu kolme või enama korteriga elamu
Minimaalne korruste arv	5
Maksimaalne korruste arv	5
Suletud netopind, m ²	5693,2
Kõetav pind, m ²	4602,2
Eluruumide pind, m ²	4372,5
Hoone maht, m ³	17382
Kõetavate ruumide sisekubatuur, m ³	11506
Korterite arv	90
Äripindade arv	0
Rõdude/lodžade arv	76 rõdu
Elanike arv	ca 220
Keldri olemasolu	jah
Kõetavad ruumid keldris	ei
Kõetavad ruumid põõningul	ei
Põhikonstruktsioonid	
Vundament	raudbetoonplokkidest lintvundament
Kandekonstruktsioon	raudbetoonist suurpaneelid
Katus	rullmaterjaliga kaetud lamekatus
Tehnovõrgud ja -seadmed	
Veevarustus	tsentraalne, linna võrk
Kanaliseatsioon	tsentraalne, linna võrk
Elekter	tsentraalne, linna võrk
Küte	tsentraalne, linna võrk (soojuskandjaks vesi)
Lift	puudub

Tegemist on tüüpilise ehitusaegse lamekatusega paneelilamuga. Hoones on 1-toalisi kortereid 5, üldpinnaga 149,7 m²; 2-toalisi kortereid 50, üldpinnaga 2236,4 m²; 3-toalisi kortereid 25, üldpinnaga 1381,8 m²; 4-toalisi kortereid 10, üldpinnaga 604,6 m² ning 6 trepikoda ja keldrikorrus. Hoone esi- ja tagaküljel asuvad rõdud, mis on avatud.

Hoone enamus korteriaknad ja kõik trepikodade aknad on vahetatud uute plastakende vastu. Lisasoojustatud on hoone otsaseinad, mis on kaetud krohivga.

Köetava pinna hulka on lisaks eluruumidele arvestatud ka trepikoja pinnad, kuna trepikodades on köetavad radiaatorid.

2.3 Varem läbiviidud rekonstrueerimis/renoveerimistööd (tellija informatsioonil)

Tööde teostamise aasta	Tööde nimetus ja maht	Audiitori kommentaar
2002	<u>Katuse renoveerimine</u> : olemasolevale katusele paigaldati kaks kihti uut katusekatte rullmaterjali.	Lisaks uuele katusekattele soovitame lisasoojustada katus, et vältida soojakadusid. Samuti soovitame renoveerida katusel olevad tuulutuskorstnad. Visuaalsel vaatamisel oli kohati märgata pragunenud rullmaterjali (vt pilti 4. Lisas). Lisaks otsaseina parapetile soovitame ilmastiku eest kaitsta ka küljefassaadidel oleva parapeti.
1997 ja 2002	<u>Küttesüsteemi renoveerimine</u> : 1997 aastal uuendati soojussõlme ning 2002 aastal tasakaalustati küttesüsteemi. Trepikodades on köetavad radiaatorid.	Lisaks soojussõlme uuendamisele soovitame isoleerida küttestorud, mis aitavad likvideerida soojuskaod. Juhul, kui küttestorud on amortiseerinud, soovitame välja vahetada kaasaegsemate torude vastu.
Tehtud jooksvalt	Paneelivuukide renoveerimine lõpetati 2009. aastal.	Paneelivuugid on nõuetekohaselt renoveeritud elastse vuugitäitega.
2005	Trepikodade remont ja vanade akende vahetus uute plastakende vastu ning paigaldati uued trepikodade ukсед fonolukuga	Esteetiliselt on trepikojad head, kuid nende remont ei puuduta maja energiasäästu, seega kommentaar ei ole vajalik. Paigaldatud uutele akendele soovitame lisada tuulutuspilud, et tagada ka trepikodades hea õhuvahetus.
2004	<u>Elektrisüsteemi rekonstrueerimine</u> : uus elektrikilp, üldkasutatavates ruumides uued juhtmed. Trepikodade valgustus valgusanduritega.	Korterites olevad ehitusaegsed elektrijuhtmed soovitame välja vahetada.
2003	<u>Püstikute renoveerimine</u> : ehitusaegsed külma- ja soojatarbevee püstikud vahetati uute PVC torude vastu ning isoleeriti.	Ehitusaegsed kanalisatsioonitorud soovitame vahetada kaasaegsemate torude vastu.
20007	<u>Otsaseinte renoveerimine</u> : 100 mm soojustust + krohv	Lisaks otsaseintele soovitame soojustada ka küljefassaadid.

2.4 Kasutatud mõõteseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte

Mõõtesead	Tüüp	Täpsus	Töövahemik
Temperatuuri/niiskuse loger	DVM171THD	Niiskus 3-5% Temperatuur $\pm 1-2^{\circ}\text{C}$ Kastepunkt $\pm 2^{\circ}\text{C}$	Niiskus 0...100% Temperatuur -40...+70 $^{\circ}\text{C}$ Kastepunkt -40...+70 $^{\circ}\text{C}$
Digitaalne temperatuuri/niiskuse mõõdur	TES-1365	Niiskus 0,1% Temperatuur 0,1 $^{\circ}\text{C}$	Niiskus 10-95% Temperatuur -20...+60 $^{\circ}\text{C}$

Loetletud mõõteriistadest kasutati logereid neljas korteris- tellija soovil ainult viimasel korrusel otsaseinte poolsetes korterites ja hoone keskel kolme ööpäeva jooksul õhutemperatuuri ja niiskuse registreerimiseks. Mõõdetud korterites oli mõõtmisperioodil keskmiseks temperatuuriks 20°C ning keskmiseks niiskuseks 53%.

Mõõdetud korteritest oli ühe korteri köögisein seestpidiselt soojustatud ning köögis ja tubades esines hallitust (paneelide liitekohad- seinte nurgad). Antud korteris oli kõrgem temperatuur (kohati üle 23°C) kui teistes korterites ning niiskus oli 55%-60% (kõrgem kui sisekliima standard sätestab). Sisekliima standard sätestab, et ruumi siseõhu suhteline niiskus peab jääma talve perioodil piiridesse 25%-45% (suvel 30%-70%). Korteri olid kõik uued plastaknad ning loomuliku ventilatsiooniavad sanitaarruumides osaliselt suletud. Hallitus saab tekkida, kui seinapinna temperatuur on piisavalt madal, et siseõhus olev niiskus sinna kondenseerub või pääseb niiskus konstruktsiooni. Seestpidiselt lisasoojustamine ei ole tehniliselt õige, kuna piiret soojustatakse alati külmemalt poolt. Seestpoolt lisasoojustamine suurendab kondensaadi riski. Kindlasti peab korteris tagama hea ventilatsiooni, et vähendada hallituse riski korteris.

Analoogne olukord oli ka teises korteris (kuid see korter ei olnud seestpidiselt lisasoojustatud)- aknad vahetatud, loomulikventilatsioon osaliselt suletud. Antud korteris oli keskmiseks temperatuuriks $19,5^{\circ}\text{C}$ ning niiskuseks oli 50%-55%.

Korteri, kus olid vanemattüüpi aknad, oli keskmiseks temperatuuriks $18,5^{\circ}\text{C}$ ja niiskuseks 45%-50%. Antud korteris hallitust ei esinenud.

Tellijal esineb hallituse probleem enamasti viienda (viimase) korruse korterites.

Korterite sisekliima parandamiseks peab tähelepanu pöörama hoone ventilatsioonile. Seega on ka kõigis pakettides esitatud ventilatsiooni lahendused.

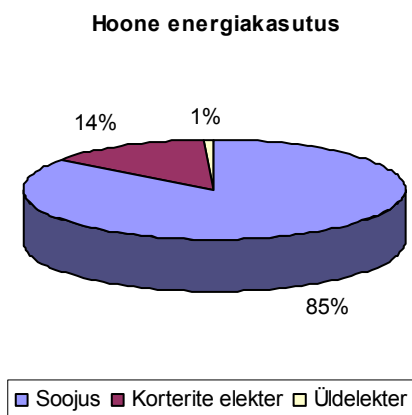
Mõõdetud tulemused on esitatud graafiliselt Lisas 4.1, kus esitatud probleemsem korter ja vähem probleemsem korter. Digitaalset meetrit kasutati samuti erinevate korterite ning välisõhu temperatuuride ja niiskuse mõõtmiseks.

2.5 Energia- ja veevarustuse üldiseloomustus (Ehitisregistri andmed, www.ehr.ee; tellija informatsioon ja hoone ülevaatus)

Soojusenergia tarnija	Tallinna Küte AS
Põhiline kütteviis	Kaugküte
Teised kasutusel olevad kütteviisid	-
Kasutatav kütus	Vedelkütus
Küttesüsteemi põhimõtteline lahendus	Ühetoru süsteem, plaatsoojusvaheti, soojussõlm uus.
Kas küttesüsteem on varustatud üldise soojuskulu mõõturiga	Jah
Kas on kasutusel individuaalne soojuskulu mõõtmine korteromandites	Ei
Tarbevee tarnija	Tallinna Vesi AS
Veevarustuse liik	Tsentraalne linnavõrgust
Olmekanalisatsioon	Tsentraalne, juhitakse linnavõrku
Sooja tarbevee valmistamine	Tsentraalne, hoone soojussõlmes
Sooja tarbevee arvestus	Veemõõdu näidikud korterite kaupa
Ventilatsiooni liik	Loomulik: õhu sissepääs akendest ja väljapääs ventilatsioonilõõridest
Elektrienergia tarnija	Eesti Energia AS
Elektrivõrgu pinge	3x380 V
Liitumispunkti peakaitse	120 A
Üldotstarbelise elektri peakaitse	-
Korteri peakaitse jaotuskilbis	3x32 A
Jahutussüsteem	-
Külmutusseadmed	-
Liftid/eskalaatorid	-
Tehnoloogilised köögiseadmed	-
Basseinitehnika	-
Suruõhuseadmed	-
Pesulaseadmed	-
Hoone tsentraalne automaatikasüsteem	-

Hoones viimasel kolmel aastal tarbitud soojusenergia, üldelekter ja olmeelekter jagunevad alljärgnevalt:

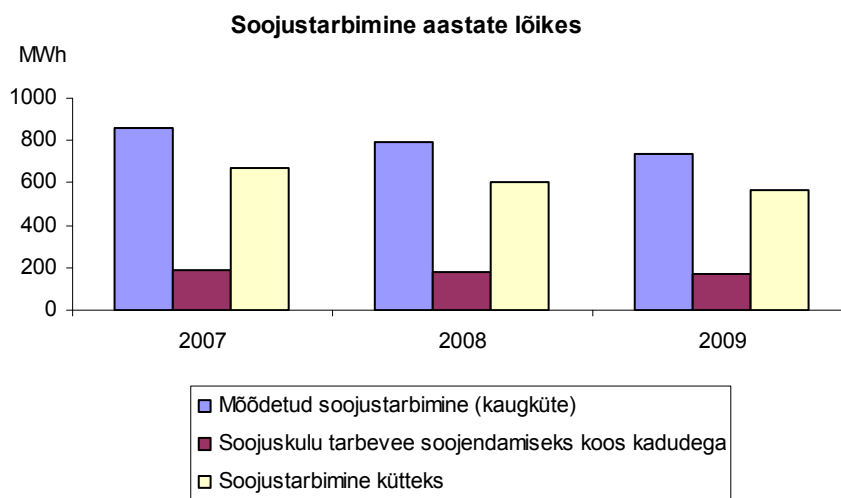
Graafik 2



2.6 Soojusenergia kulu

Soojusenergia tarbimine	Ühik	2007	2008	2009
Möödetud soojustarbimine (kaugküte)	MWh/a	855	790	736
Soojuskulu tarbevee soojendamiseks koos kadudega	MWh/a	187,6	181,9	167,7
Soojustarbimine kütteks	MWh/a	667,4	608,1	568,3
Kraadpäeva võtmepiirkond	Tallinn			
Tegeliku aasta kraadpäevade arv	⁰ C d	4125	3957	4373
Normaalaasta kraadpäevade arv	⁰ C d	4597	4597	4597
Kraadpäevadega korrigeeritud soojustarbimine	MWh/a	931,4	888,4	765,1
Soojuse tariif/hind	kr/MWh	539,3	940,0	955,1
Kulutused soojusele	kr/a	502 286	835 052	730 757
Eritarbimine köetava pinna kohta	kWh/(m ² a)	202	193	166
Eritarbimine eluruumide pinna kohta	kWh/(m ² a)	213	203	175
Märkused:				
Hinnad on arvestatud käibemaksuga (vt Eessõna).				
2009. aasta soojustarbimise kulu on vähenenud tänu sooja tarbevee tarbimise vähenemisele.				
Sooja tarbevee eritarbimised köetava pinna ja eluruumide pinna kohta on toodud tabelis 2.8				

Graafik 3



Soojusenergia tariifid on viimase kolme aasta jooksul mõnevõrra tõusnud. Majandusarvutustes käsitletakse prognoositavat keskmist soojusenergia hinda, seega võivad meetmete tegelikud tasuvusajad erineda prognoositust.

2.7 Elektrienergiakulu

Elektrienergia tarbimine	Ühik	2007	2008	2009
Üldelekter				
Elektrienergia (päevane tariif)	kWh/a	8 409	8 430	8 207
Elektrienergia (öine tariif)	kWh/a	-	-	-
Elektri hind	kr/kWh	1,25	1,33	1,49
Elektrienergia maksumus	kr/a	10 511	11 212	12 228
Eritarbimine köetava pinna kohta	kWh/(m ² a)	1,83	1,83	1,78
Eritarbimine eluruumide pinna kohta	kWh/(m ² a)	1,92	1,93	1,88
Korterite elekter				
Elektrienergia (päevane tariif)	kWh/a	131 343	130 354	122 861
Elektrienergia (öine tariif)	kWh/a	-	-	-
Elektri hind	kr/kWh	1,25	1,33	1,49
Elektrienergia maksumus	kr/a	164 179	173 371	183 063
Eritarbimine köetava pinna kohta	kWh/(m ² a)	28,54	28,32	26,70
Eritarbimine eluruumide pinna kohta	kWh/(m ² a)	30,04	29,81	28,10
Märkused:				
<p>Tabelis on toodud üldotstarbelise elektri tarbimine. Hinnad käibemaksuga. Üldelektri tarbimine kogu elektri tarbimisest moodustab keskmiselt 6%. Korteriühistu on paigaldanud trepikodadesse ja trepikoja varikatuste välisvalgustusteks valgusanduriga valgustused, mis aitavad kaasa üldelektri tarbimise vähendamisele. Korterite elektritarbimine on aastate lõikes kõikuv. Korterites on soovitatav kasutada säästvamaid seadmeid, mis aitavad kaasa ka elektrienergia kokkuhoiule.</p>				

Tellijal poolt on esitatud kortermaja (sh korterite ja üldtarbimine korteritega sama liitumispunkti kaudu) tarbitavad elektrienergia kogused igakuiste (2007-2009 aasta) näitude alusel.

2.8 Vee kulu

Tarbevee kulu	Ühik	2007	2008	2009
Tarbevesi	m ³ /a	8 054	7 702	7 098
Tarbevee eritarbimine köetava pinna kohta	m ³ /(m ² a)	1,75	1,67	1,54
Tarbevee eritarbimine eluruumide pinna kohta	m ³ /(m ² a)	1,84	1,76	1,62
Vee hind	kr/m ³	25,64	28,62	32,59
Aastane vee maksumus	kr/a	206 505	220 431	231 324
Soe tarbevesi	m ³ /a	3 226	3 128	2 884
Sooja tarbevee eritarbimine köetava pinna kohta	m ³ /(m ² a)	0,70	0,68	0,63
Sooja tarbevee eritarbimine eluruumide pinna kohta	m ³ /(m ² a)	0,74	0,72	0,66
Soojuse kulu vee soojendamiseks	MWh/a	187,6	181,9	167,7
Soojuse tariif/hind	kr/MWh	539,3	940,0	955,1
Kulutused sooja tarbevee soojendamiseks	kr/a	101 173	170 986	160 170
Märkused:				
Hinnad on arvestatud käibemaksuga (vt Eessõna). Korteriühistu kasutab sooja tarbevee valmistamiseks soojussõlme. Soe tarbevesi moodustab kogu vee kasutusest 40%, mis jääb kortermajade keskmise näitaja vahemikku (40-45%). Sooja tarbevee erikulud on korterelamutes enamasti vahemikus 0,55-0,90 m ³ /(m ² a) eluruumide pinna kohta, mis jääb antud hoones kortermajade keskmise näitaja vahemikku. Vee tarbimine sõltub leibkondade koosseisust ja tarbimisharjumustest.				

Veemõõtmine toimub tsentraalselt kogu korteriühistu peale. Korteries asuvad lokaalsed külma- ja soojavee veemõõtjad.

Tellija poolt on esitatud külma ja sooja vee tarbitavad kogused igakuiste (2007-2009 aasta) veemõõtjate näitude alusel. Sooja vee kulu on arvutuslik.

2.9 Gaasi kulu

Gaasi kulu	Ühik	2007	2008	2009
Gaasi kulu	Nm ³ /a	6 967	6 608	6 454
Gaasi kulu	MWh/a	64,8	61,5	60,0
Gaasi hind	kr/Nm ³	4,63	5,79	6,14
Aastane gaasi maksumus	kr m ³ /a	32 257	38 260	39 628
Märkused:				
Hinnad on arvestatud käibemaksuga (vt Eessõna). Korteriühistu kasutab gaasi gaasipliitides toidu valmistamiseks. Maagaasi alumine kütteväärtus on 9,3 kWh/m ³ , mis on arvestatud gaasi kulu (MWh/a) leidmisel. Tellija sõnul üks korter ei tarbi gaasi. Tõenäoliselt kasutatakse toiduvalmistamiseks elektrienergiat.				

2.10 Hoone soojusbilanss

Hoone soojusbilanss selgitab, kuidas hoones kasutatakse energiat. Soojusbilanss näitab hoonesse sisenevaid ja sealt väljuvaid soojushulki.

Põhiline osa hoonesse viidavast soojushulgast kulub küttele, sooja tarbevee ettevalmistamiseks ja õhu konditsioneerimisele. Antud hoones küttele ja sooja tarbevee ettevalmistamiseks.

Hoones toimub ka kontrollimatu soojuse eraldumine. Nii muundub soojuseks suur osa elektrienergiast (valgustus, seadmed), inimeste elutegevuse tagamiseks vajalik ja sellega kaasnev energia (vabasoojus), päikeseenergia. Kui hoones on korralikult töötav kütteaumatika, siis võimaldab täiendav soojuse eraldumine vähendada köetavatesse ruumidesse küttesüsteemi kaudu edastada soojuse hulka. Kui hoones puudub korralikult töötav soojuse reguleerimise automatika, siis võib kevadeti ja sügiseti esineda ruumide ülekütmist ning energiaarved kasvavad suureks. Antud hoones on automaatikal töötav ühetoru küttesüsteem, kus enamustes korterites on ehitusaegsed radiaatorid.

Hoone soojakaod toimuvad läbi välispiirete, akende ning teatud hulk soojusest väljub ventilatsiooniõhuga ja õhulekete tõttu. Ka kanalistasiooni suunatud heitveed kannavad teatud soojushulga hoonest välja.

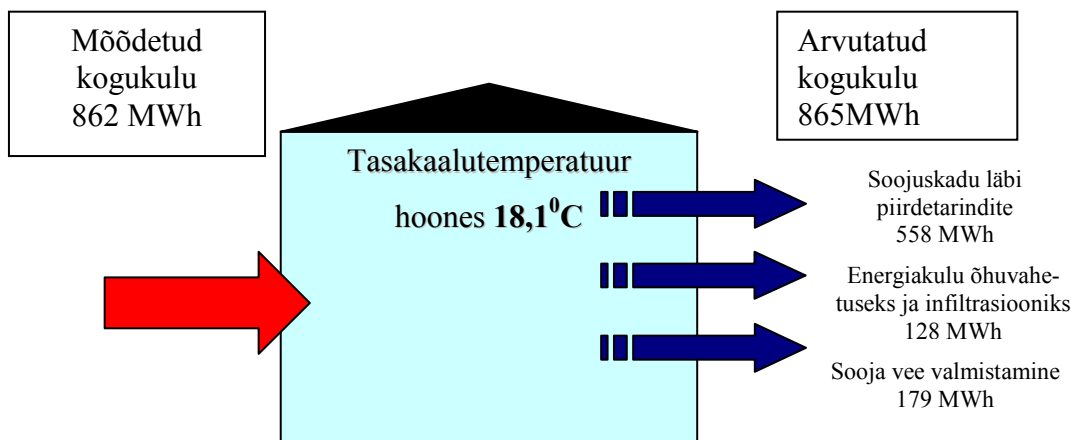
Tabel 1

Piire	Soojuskaudu läbi piirdetarindite	Vabasoojused hoones	Energiakulu õhuvahetuseks ja infiltratsiooniks	Sooja vee valmistamine koos kadudega	Arvutatud kogukulu	Mõõdetud kogukulu
	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Katus	96,3					
Küljefassaadid	193,6					
Otsaseinad	6,3					
Kelder	71,6					
Uued aknad	111,3					
Vanad aknad	75,8					
Välisüksed	3,6					
Kokku	558	119	128	179	865	862
Märkused:						
Mõõdetud 2007-2009 aasta soojustarbe kogukulud on korrigeeritud kraadpäevadega.						
Tasakaalutemperatuur on 18,1 ⁰ C, mis on leitud arvutuslikul meetodil (vt Lisa 4.4)						
Piirdetarindite soojuskaod on leitud arvutuslikul meetodil.						
Vabasoojused hoones on leitud arvutuslikul meetodil.						
Õhuvahetuskordajaks on võetud antud hoonele 0,2.						
Sooja tarbevee valmistamise kulud on saadud sooja tarbevee kuunäitude põhjal.						

Analüüsitud Puhangu tn 59 paneelramu energiatarbe analüüsi lähtesuuruseks oli elamu tegelik soojustarbimine. Selleks kasutasime kraadpäevadega taandatud kolme aasta keskmisi soojustarbimise väärtusi (vt. Tabel 1). Tabelis on esitatud nii elamu soojuskaod läbi piirdetarindite, energiakulu õhuvahetuseks ja soojatarbevee soojendamiseks ning tulemusi on võrreldud mõõdetud energiakuluga. Nagu tabelist näha, on arvutuslikud suurused hästi kokkulangevad mõõdetud energiakuluga, seega võib kasutatud piirdetarindite soojajuhtivust ja õhuvahetuse kordarvu lugeda tegelikkusele vastavateks. Tabelis esitatud soojusbilanss võimaldab tuvastada elamu energiatarbe kitsaskohad ja leida sobivaimad meetmed hoone tõhususe tõstmiseks.

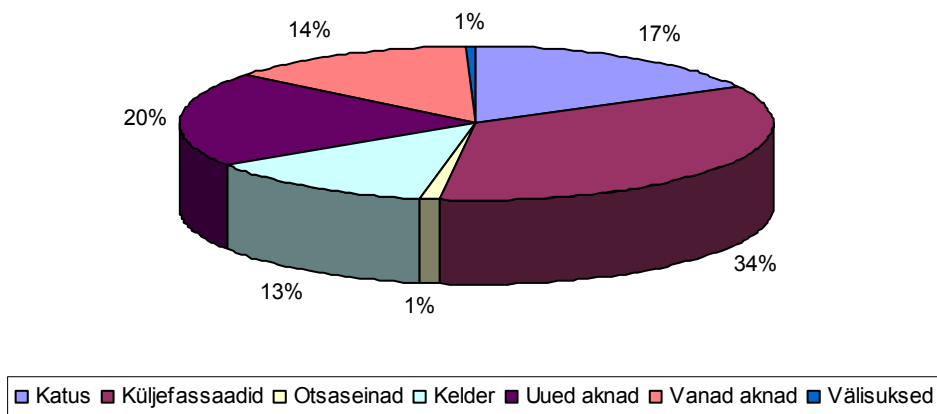
Hoones soojusenergia kasutamise üldine visuaalne jaotus:

Joonis 1



Graafik 4

Hoone soojusenergia kasutamise jaotus



Küljefassaadist on suurem soojuskadu hoonest (vt lisaks Termoulevaatus).

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

Hoone renoveerimisel on esmatähtis ohutuse ja tervisliku sisekliima tagamine ning seejärel tuleb energiasääst ja mugavaustaseme parandamine.

Säästumeetmete pakettide juures peab kindlasti järgima põhimõtet, et enne järgneva taseme töödega alustamist, peavad olema eelmise taseme tööd tehtud. See tähendab, et ei ole õige teha investeeringuid mugavusele, kui energiatõhususe tööd (hoone piirdetarindite soojustamine, kütte- ja ventilatsioonisüsteemi renoveerimine jne) ei ole tehtud või ei ole tagatud ohutus (konstruktsioonide kandevõime) või tervislik elukeskkond.

Kahjustunud tarindi või mittetoimiva süsteemi renoveerimise juures on esmatähtis probleemi põhjuse likvideerimine ja seejärel tagajärgedega võitlemine.

Kuna ressursse ei ole kunagi piisavalt, tuleb renoveerimistööd viia läbi säästlikult. Suurim sääst seisneb õigesti tegemises ja mitu korda ümbertegemata jätmises.

Hoone välispiirete olukorra ja sellest tulenevate säästuvõimaluste ning tehnosüsteemide parendusvõimalustest tulenevate säästumeetmete põhjal on hoone kohta koostatud kolm säästumeetmete paketti.

3.1 Hoone piirdetarindid

				Hetke olukord ($t_B = 18,1^{\circ}\text{C}$)	
Piirdetarind või selle osa	Materjal/tüüp	Olukorra kirjeldus ja/või tuvastatud puudused	Pindala, m^2	Hinnanguline U-väärtus, $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Hinnangulised soojuskaod MWh/a
Katus	soojustusega ja tuulutuspiludega r/b-paneelid	Vanale katusele on pandud uus katusekate.	1091	0,8	96,3
Küljefassaadid	3-kihiline r/b-paneel	vuugid on parandatud elastse vuugiseguga	1557,3	1,1	193,6
Otsaseinad	3-kihiline r/b-paneel lisasoojustatud	soojustus 100 mm + krohv	270,0	0,21	6,3
Kelder	3-kihiline r/b-paneel	osaliselt ebakorrektselt isoleeritud kütetorustikud	1091		71,6
Uued aknad	peamiselt 2-klaasiga plastikaknad	Trepikojaaknad ja suurem osa korteriaknad	672,5	1,5	111,3
Vanad aknad	ehitusaegsed 2-klaasiga puitraamiga aknad	Keldriaknad ja väiksem osa korteritel, aknad amortiseerunud	274,7	2,5	75,8
Välisüksed	Metallüksed pakettklaasiga	Mõned aastad tagasi vahetatud	23,3	1,4	3,6
KOKKU					558

*U (ühik $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$) iseloomustab piirdetarindi soojajuhtivust, mis näitab, kui suur soojushulk (W) läbib 1 m^2 suuruse piirdetarindi, kui temperatuuride vahe vastastikuste pindade vahel on 1 kraad. Mida väiksem on U-arv, seda paremini konstruktsioon soojust isoleerib.

Hoone piirdetarindite olemasolev olukord on hea/rahuldav.

Olemasolevale katusele on paigaldatud kaks kihti uut katusekatte rullmaterjali. Lisaks uuele katusekattele soovitame lisasoojustada katus, et vältida soojakadusid. Samuti soovitame renoveerida katusel olevad tuulutuskorstnad. Visuaalsel vaatamisel oli kohati märgata pragunenud rullmaterjali (vt pilti 4. Lisas). Lisaks otsaseina parapetile soovitame ilmastiku eest kaitsta ka küljefassaadidel oleva parapeti.

Otsaseinad on samuti soojustatud ja kaetud krohviga. Tehtud tööd on teostatud rekonstrueerimisprojekti järgi.

Küljefassaadides on paneelivuukide vahed renoveeritud elastse vuugitäitega.

Enamus hoone aknad on vahetatud kaasaegsemate plastakende vastu.

Korterelamu trepikodade ukсед ja varikatused on uued.

Säästumeetme pakett 1 sisaldab järgnevat:

- olemasolevatele uutele korterite ja trepikodade akendele paigaldatakse tuulutuspilud;
- lamekatuse soojustamine mineraalvillaga 300 mm + 30 mm;
- keldri kütetorustike isoleerimine;
- olemasolevatele küttekehadele paigaldatakse eraldi reguleerimisvõimalus;
- antud meetmete rakendamise järel peab kindlasti reguleerima küttesüsteemi.

Säästumeetme pakett 1a sisaldab järgnevat:

- olemasolevatele uutele korterite ja trepikodade akendele paigaldatakse tuulutuskapid;
- lamekatuse soojustamine mineraalvillaga 300 mm + 30 mm;
- küttesüsteemi rekonstrueerimine 2-torusüsteemile: torustik, konvektiivpindadega radiaatorid, küttekehadele eraldi reguleerimisvõimalus.
- antud meetmete rakendamise järel peab kindlasti reguleerima küttesüsteemi.

Säästumeetme pakett 2 sisaldab järgnevat:

- lisaks esimesele paketile lisandub küljefassaadide, sokli ja panduse soojustamine;
- antud meetmete rakendamise järel peab kindlasti reguleerima küttesüsteemi.

Säästumeetme pakett 3 sisaldab järgnevat:

- lisaks esimesele (a) paketile lisandub küljefassaadide, sokli ja panduse soojustamine;
- pakume soojustagastusega lokaalset ventilatsiooniseadet igasse korterisse;
- antud meetmete rakendamise järel peab kindlasti reguleerima küttesüsteemi.

Tabel 2

Piirdetarind või selle osa	Parendus-meetmed, soovitud energiasäästus	Säästumeetmete pakett 1 ($t_B = 16,5^{\circ}\text{C}$)			Säästumeetmete pakett 2 ($t_B = 14,6^{\circ}\text{C}$)			Säästumeetmete pakett 3 ($t_B = 15^{\circ}\text{C}$)		
		Arvutuslik U-väärtus pärast meetme rakendamist, $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Hinnangulised soojuskaod pärast meetme rakendamist, MWh/a	Energiasääst, MWh/a	Arvutuslik U-väärtus pärast meetme rakendamist, $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Hinnangulised soojuskaod pärast meetme rakendamist, MWh/a	Energiasääst, MWh/a	Arvutuslik U-väärtus pärast meetme rakendamist, $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Hinnangulised soojuskaod pärast meetme rakendamist, MWh/a	Energiasääst, MWh/a
Katus	Lisasoojustamine villaga, 300 mm + 30 mm	0,13	13,9	82,4	0,13	11,8	84,4	0,13	12,3	84,0
Küljefassaadid	Lisasoojustamine 100 mm + krohv	tarindit ei renoveerita	170,8	22,8	0,21	27,2	166,4	0,21	28,1	165,4
Otsaseinad	Olemas lisasoojustus 100 mm + krohv	tarindit ei renoveerita	5,5	0,7	tarindit ei renoveerita	4,7	1,6	tarindit ei renoveerita	4,9	1,4
Kelder	Sokli soojustamine 100 mm + krohv	ainult isoleeritud torustik	41,0	30,6	lisaks soojustamisele isoleeritud torustik	33,1	38,5	lisaks soojustamisele isoleeritud torustik	33,1	38,5
Uued aknad	lisada ventilatsiooni-õhuklapid	tarindit ei renoveerita	98,2	13,1	tarindit ei renoveerita	83,7	27,6	tarindit ei renoveerita	86,6	24,7
Vanad aknad	asendamine ventilatsiooniõhuklapidega pakettakendega	1,4	37,4	38,3	1,4	31,9	43,9	1,4	33,0	42,8
Välisüksed	ei soovitata	tarindit ei renoveerita	3,2	0,4	tarindit ei renoveerita	2,7	0,9	tarindit ei renoveerita	2,8	0,8
KOKKU			370	188		195	363		201	358

*U (ühik $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$) iseloomustab piirdetarindi soojajuhtivust, mis näitab, kui suur soojushulk (W) läbib 1 m^2 suuruse piirdetarindi, kui temperatuuride vahe vastastike pindade vahel on 1 kraad. Mida väiksem on U-arv, seda paremini konstruktsioon soojust isoleerib.

3.2 Kütte- ja tsentraalse sooja tarbevee ettevalmistuse süsteemid

Osa nimetus	Kirjeldus	Ettepanekud ja parendusmeetmed*
Soojussõlm	Sõltumatu ühendus plaatsoojusvahetiga	
Soojussõlm paigaldatud	Renoveeritud 1997 aasta, tasakaalustatud 2002 aasta	
Soojussõlme automaatika	Paigaldatud uus automaatika	
Küttesüsteemi ajamitega reguleerimisventiilid	Danfoss MSV	
Küttesüsteemi soojusvaheti	Plaatsoojusvaheti	
Küttesüsteemi ringluspumbad		
Küttesüsteemi paisupaak		
Soojusenergia arvesti	Techem	
Sooja tarbevee valmistamine	Plaatsoojusvaheti	
Sooja tarbevee ringluspumbad	Grundfos	
Soojussõlme soojusisolatsioon	Soojussõlm nõuetekohaselt soojustatud (soojusvahetitel tehases valmistatud soojustuskate)	
Kaugküte torustikud keldris	Mineraalvill, kohati katmata	Isoleerida villkoorikutega
Küttetorustikud	Terastorud	Isoleerida villkoorikutega
Soojavee torustikud	Plastiktorud isoleeritud	

Soojussõlme on renoveeritud 1997. aastal ning tasakaalustati 2002. aastal. Hoone küttesüsteem on ühetorusüsteem, kus küttekehad on järjestikku ehk jadaühenduses (st., et soojuskandja vesi läbib järjestikku kõiki püstikuga ühendatud küttekehasid). Enamus korterites ja trepikodades on ehitusaegsed radiaatorid.

Kindlasti soovitame puhastada maja küttesüsteemi torustikud, kuna torud on ehitusaegsed ning sinna ladestunud korrosioon suurendab küttekulusid. Tänapäeval pakutakse erinevaid tehnoloogiad küttesüsteemi korrosiooni puhastamiseks.

Samas tuleks ka keldris asuvad küttetorud katta kaasaegsemate soojustusmaterjalidega ning katmata torud kindlasti isoleerida. Küttesüsteemi torude isoleerimisega välditakse soojuskadusid. Tuleb märkida, et ühetoru küttesüsteemi püstiku soojuslik tasakaal on tagatud ainult küttevete õige temperatuurigraafiku ja vooluhulga korral. Kui soojuskaod muutuvad, on vajalik nii uus temperatuurigraafik kui ka arvutuslik vooluhulk (st., et on vajalik süsteemi ümberseadistamine).

Korterite temperatuuride ühtlustamiseks on võimalik ühetorusüsteemis küttesüsteemile paigaldada regulaatorid. Üheks võimaluseks on automatiseeritud ühetorusüsteemi küttekehade ühendusviisiks väiksemate korterelamute puhul kahetee reguleeriv ventiil paigaldamine, mis varustatakse termostaadiga. Lisaks küttekeha ühendussõlme lühistorule (pealevoolu ja tagasivoolu juurdeviikude vahel) paigaldatakse seadeventiil, mis seadistatakse. Reeglina on vaja asendada kütte ringluspump, kuna niisuguse renoveerimise käigus püstikute takistus oluliselt suureneb.

Kui küttetorustik on ulatuslikud amortiseerunud ning on vaja välja vahetada torustikud ja küttekehad, siis alternatiiviks olemasolevale ühetorusüsteemile on selle rekonstrueerimine reguleerimiseseadmetega varustatud kahetorusüsteemiks.

Tuleb märkida, et küttesüsteemi renoveerimisega paranevad mugavustingimused eluruumides, ühtlustub sisetemperatuur ja luuakse eeltingimused soojuse säästuks hoone piirdetarindite renoveerimisel (soojustamisel).

3.3 Vee- ja kanalisatsioonisüsteemid

Külm tarbevesi saadakse linnavõrgust. Tarnijaks on Tallinna Vesi AS. Soe tarbevesi soojendatakse soojussõlmes. Tarbeveesüsteem on renoveerimata. Hoonesiseseks torustikuks on PVC-torud, mis on isoleeritud.

Olmekanalisatsioon juhitakse linnavõrku. Hoonesisene torustik on ehitusaegne ja rajatud malmstorudest, mis tuleks vahetada kaasaegsemate torude vastu.

3.4 Ventilatsioonisüsteem

Ventilatsioonisüsteem on ehitusaegne loomuliku tõmbega. Välisõhu juurdevool toimub vanemate akende ebatiheduse kaudu. Plastikakende omanikud kasutavad väidetavalt mikrotuulutust enam-vähem rahuldava sisekliima tagamiseks. Mõningates korterites hoitakse madala ruumi temperatuuri tõttu vältimiseks plastikaknaid täielikult kinni ning samas kuivatatakse ka korterites pesu (harvemini rõdul).

Ventilatsioonilõõre ei ole puhastatud, osade korterite köögis olevad mehaanilised kubud ja sanitaarruumis mehaanilised ventilaatorid on suunatud lõõridesse. Kortertes, kus puuduvad köögis ja sanitaarruumis mehaanilised ventilaatorid, tuleks need sinna paigaldada, et tagada parem õhuvahetus.

Hoone energiabilansist tulenev õhuvahetuse kordarv 0,2 1/h näitab, et hoone õhuvahetus on ligi kolm korda madalam normist. Normikohane õhuvahetuskordsus eluruumides on kord kahe tunni jooksul, mis annab õhuvahetuse kordarvuks 0,5 1/h.

Ventilatsioonilõõre tuleb perioodiliselt puhastada. Üheks variandiks on plastikakendesse paigaldada reguleeritavad tuulutuspilud ning köökidesse ja sanitaarruumidesse tuleb kindlasti paigaldada mehaanilised lõõriventilaatorid, et luua võimalus loomuliku ventilatsiooni toimimiseks.

Energia kokkuhoiu saavutamiseks ventilatsioonenergia arvelt, ilma sisekliima kvaliteeti kahjustamata, tuleb hoones välja ehitada uus nii sissepuhke, kui väljatõmbetrakti ja ventilatsioonigregaatide sisaldav uus ventilatsioonisüsteem. Antud lahendus on nii tehniliselt keerukas (hoone konstruktsioonis ei ole arvestatud ventilatsioonitorustike laialivedamise vajadusega), kui ka kõrge maksumusega, millised asjaolud muudavad antud investeeringu tänaste tehniliste lahenduste juures küsitavaks.

Vähem investeeringuid nõudev ventilatsioonisüsteem on kohtventilatsiooniseadmed, mida on kerge paigaldada ruumi välisseina ning mille käituskulud on väikesed. Seade koosneb ventilaatorist, keraamilisest energiasalvestist ja õhufiltrist. Lahenduse nutikus peitub seadmete paaristöös: üks töötab sissepuhke- ja teine väljatõmbeagregaadina. Väljatõmbefunktsioonis töötava seadme energiasalvesti soojeneb regeneratiivselt toaõhu toimel. 70 – 92% ruumidest väljatõmmatava õhu soojusest suudetakse tagastada sissepuhutavale õhule. Soojustagastuse varieerumine sõltub suurel määral ventilaatori kiirusastmest (võimalik valida kolme kiiruse vahel), samuti sise ja välistemperatuuri erinevusest ja õhuniiskusest. Näiteks, kui teie korteri sisetemperatuur on 20°C ja välistemperatuur on 0°C, siis tupp sisse puhutava õhu temperatuur jääb vahemikku 17-18°C. Tavalise värsket õhu klapi või akna avamisel oleks teie korterisse sisse puhutav õhk 0°C. Pärast 70 sekundit ühtpidi töötamist seadme funktsioon vahetub, eelmise tsükli ajal väljapuhutava õhuga üles köetud energiasalvesti annab salvestunud soojuse sissepuhutavale õhule üle ning energia hakkab salvestuma väljatõmberežiimis töötavas seadmes. Funktsioonid vahetuvad iga 70 sekundi tagant. Tegemist on äärmiselt lihtsa, kuid tõhusa

ventilatsioonilahendusega. Seadmed töötavad ohutul madalpingel (kuni 15 V) ning nende elektritarve on väga väike: üks agregaat kulutab aastas vaid umbes 30 kWh elektrienergiat.

3.5 Kütte- ja ventilatsioonisüsteemide säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus

Hoone küttesüsteem on ühetorusüsteem, kus küttekehad on järjestikku ehk jadaühenduses (st., et soojuskandja vesi läbib järjestikku kõiki püstikuga ühendatud küttekehasid).

Esmalt soovitame puhastada maja küttesüsteemi torustikud, kuna torud on ehitusaegsed ning sinna ladestunud korrosioon suurendab küttekulusid. Tänapäeval pakutakse erinevaid tehnoloogiad küttesüsteemi korrosiooni puhastamiseks.

Järgmisena tuleks keldris asuvad kõik küttestorud katta kaasaegsemate soojustusmaterjalidega, kuna küttesüsteemi torude isoleerimisega välditakse soojuskadusid. Et tagada korterites ühtlane temperatuur, tuleks olemasolevale ühetorusüsteemi küttesüsteemile paigaldada regulaatorid. Üheks võimaluseks on automatiseeritud ühetorusüsteemi küttekehade ühendusviisiks väiksemate korterelamute puhul 2-tee ventiil küttekeha vahetusläheduses ja seadeventiil möödaviigul.

Välispiirete soojustamise järgselt on küttesüsteem vaja ümber häälestada vastavalt eluruumide muutunud soojusvajadusele. Küttesüsteemi õige seadistamine on soojustustööde tulemusena energiasäästu saavutamise eelduseks.

Kogu hoone uus ventilatsioonisüsteem koos agregaatidega ei ole majanduslikult hetkel prioriteet. Kuid trepikodade ja keldri plastikakendesse soovitame paigaldada reguleeritavad tuulutuspilud ning köökidesse ja sanitaarruumidesse, kus puudub ventilatsioon, tuleks paigaldada mehaanilised lõõriventilaatorid. Korteri seintes olevad ventilatsiooniretid tuleks korrastada. Üheks võimaluseks parema ventilatsiooni toimimiseks, on paigaldada igasse korterisse soojustagatisega lokaalne ventilatsiooniseade (vt punkti 3.4).

Antud lahendus(ed) tagab(vad) hoones normikohase õhuvahetuse, mille tulemusena paraneb ventilatsioon ja lahendatud saavad hoone võimalikud niiskuskahjustused.

3.6 Elektriseadmed

Hoone on ühendatud Eesti Energia AS elektrivõrguga. Liitumispunkti peakaitse on 120A ja pinge 3x380V. Hoone elektrisüsteemist on uued peakilp, jaotuskilbid ja maandus ning üldkasutatavate ruumide juhtmestik. Korteri seintes on juhtmed ehitusaegsed, paneelide kanalites. Trepikodade valgustus on lahendatud automaatse fotoelementlülitiga.

Korteri seintes olevad ehitusaegsed elektrijuhtmed soovitame välja vahetada.

Kuna vaadeldav üldelektrienergia kulu on antud hoones väike, siis siinkohal elektrisüsteemi rohkem ei käsitleta.

3.7 Energiasäästumeetmete pakettide majanduslik tasuvus

PAKETT 1								
Piire või selle osa	Parendusmeede	Maht	Ühik	Ühikuhind, krooni	Meetme maksumus kokku	Energiasääst, krooni	Lihttasuvusaeg, aasta	Meetme eluiga, aasta
Trepikoda	Akendele paigaldada tuulutusklapid	12	tk	600	7 200			40
Korterid	Akendele paigaldada tuulutusklapid	310	tk	600	186 000			
Katuslagi	Soojustamine villaga, 300 mm + 30 mm	1091	m ²	550	600 050			30
Küttesüsteem	Keldri kütetorustiku isoleerimine	1	kmpl	45 000	45 000			30
	olemasolevatele küttekehadele eraldi reguleerimisvõimalus	220	tk	500	110 000			
KOKKU					948 250	197 805	5	
PAKETT 1A								
Trepikoda	Akendele paigaldada tuulutusklapid	12	tk	600	7 200			40
Korterid	Akendele paigaldada tuulutusklapid	310	tk	600	186 000			
Katuslagi	Soojustamine villaga, 300 mm + 30 mm	1091	m ²	550	600 050			30
Küttesüsteem	Küttesüsteemi rekonstrueerimine 2-torusüsteemile: torustik, konvektiivpindadega radiaatorid, küttekehadele eraldi reguleerimisvõimalus	1	kmpl	885 000	885 000			30
KOKKU					1 678 250	197 805	8	

*Tabelites toodud hinnad on energiaauditi koostamise hetkel vastavaid töid teostavatelt ettevõtelt pakutud turu keskmised hinnad. Konkreetsema pakkumise puhul võib hind muutuda.

PAKETT 2								
Piire või selle osa	Parendusmeede	Maht	Ühik	Ühikuhind, krooni	Meetme maksumus kokku	Energiasääst, krooni	Lihttasuvusaeg, aasta	Meetme eluiga, aasta
Trepikoda	Akendele paigaldada tuulutusklapid	12	tk	600	7 200			40
Korterid	Akendele paigaldada tuulutusklapid	310	tk	600	186 000			
Katuslagi	Soojustamine villaga, 300 mm + 30 mm	1091	m ²	550	600 050			30
Küttesüsteem	Keldri kütetorustiku isoleerimine	1	kmpl	45 000	45 000			30
	olemasolevatele küttekehadele eraldi reguleerimisvõimalus	220	tk	500	110 000			
Küljefassaadid	Soojustamine 100 mm + armeerimiskiit + õhekrohv	1681	m ²	520	874 260			40
Sokkel	Soojustamine 100 mm + armeerimiskiit + õhekrohv	164	m ²	650	106 626			
Pandus	Soojustamine 50 mm + betoonivöö valamine	208	jm	500	103 860			
KOKKU					2 032 996	381 457	5	

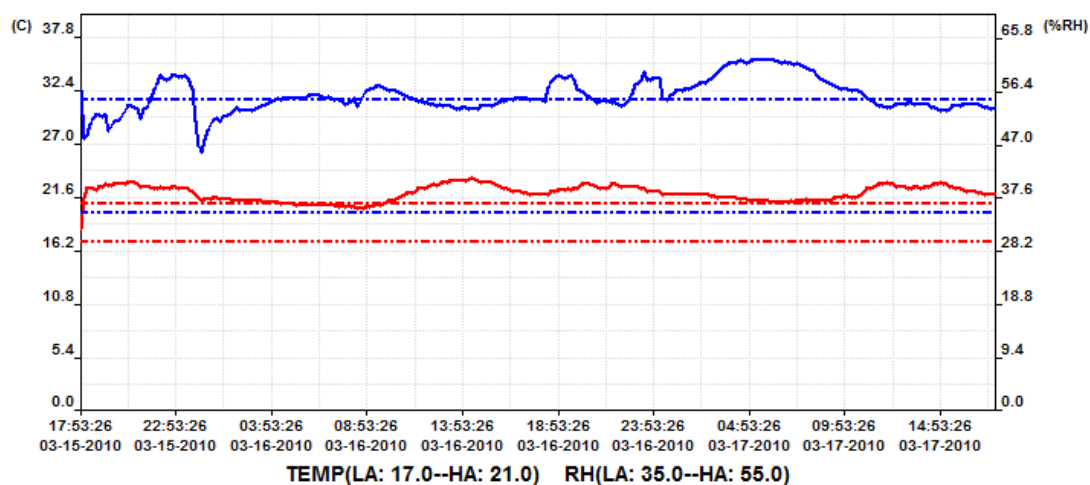
*Tabelis toodud hinnad on energiaauditi koostamise hetkel vastavaid töid teostavatelt ettevõtetelt pakutud turu keskmised hinnad. Konkreetsema pakkumise puhul võib hind muutuda.

PAKETT 3								
Piire või selle osa	Parendusmeede	Maht	Ühik	Ühikuhind, krooni	Meetme maksumus kokku	Energiasääst, krooni	Lihttasuvusaeg, aasta	Meetme eluiga, aasta
Trepikoda	Akendele paigaldada tuulustusklapid	12	tk	600	7 200			
Korterid	Soojustagastusega lokaalsed ventilatsiooniseadmed koos paigaldusega	90	tk	20 000	1 800 000			40
Katuslagi	Soojustamine villaga, 300 mm + 30 mm	1091	m ²	550	600 050			30
Küttesüsteem	Küttesüsteemi rekonstrueerimine 2-torusüsteemile: torustik, konvektiivpindadega radiaatorid, küttekehadele eraldi reguleerimisvõimalus	1	kmpl	885 000	885 000			30
Küljefassaadid	Soojustamine 100 mm + armeerimiskiht + õhekrohv	1681	m ²	520	874 260			
Sokkel	Soojustamine 100 mm + armeerimiskiht + õhekrohv	164	m ²	650	106 626			40
Pandus	Soojustamine 50 mm + betoonivöö valamine	208	jm	500	103 860			
KOKKU					4 376 996	375 550	12	

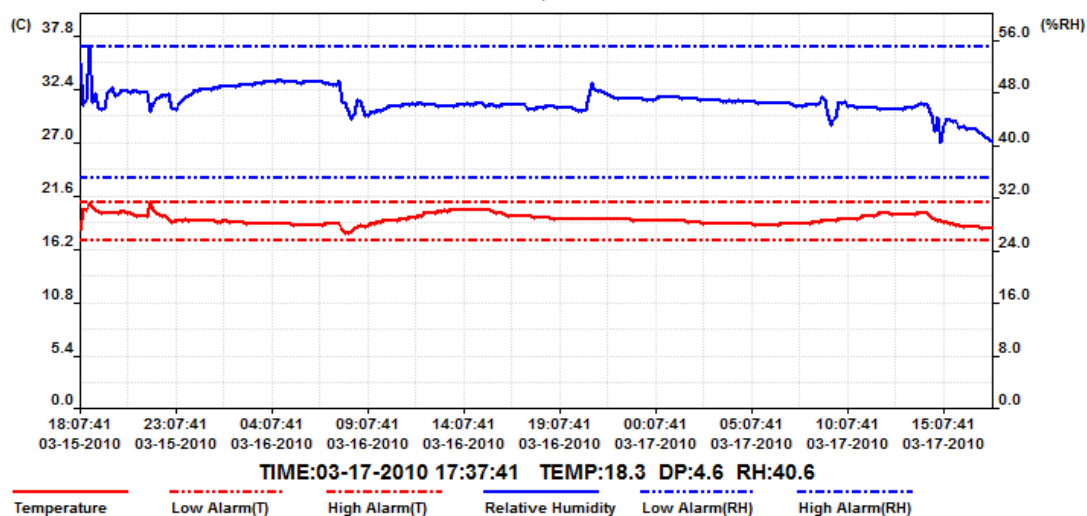
*Tabelis toodud hinnad on energiaauditi koostamise hetkel vastavaid töid teostavatelt ettevõtelt pakutud turu keskmised hinnad. Konkreetsema pakkumise puhul võib hind muutuda.

4. Lisad

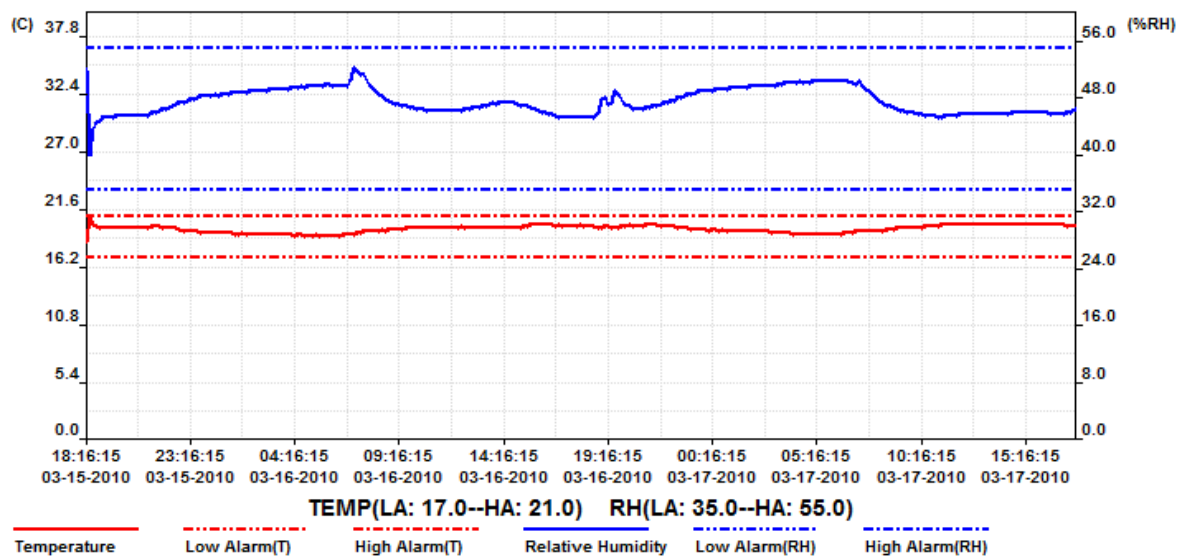
4.1 Sisekliima mõõtmistulemused



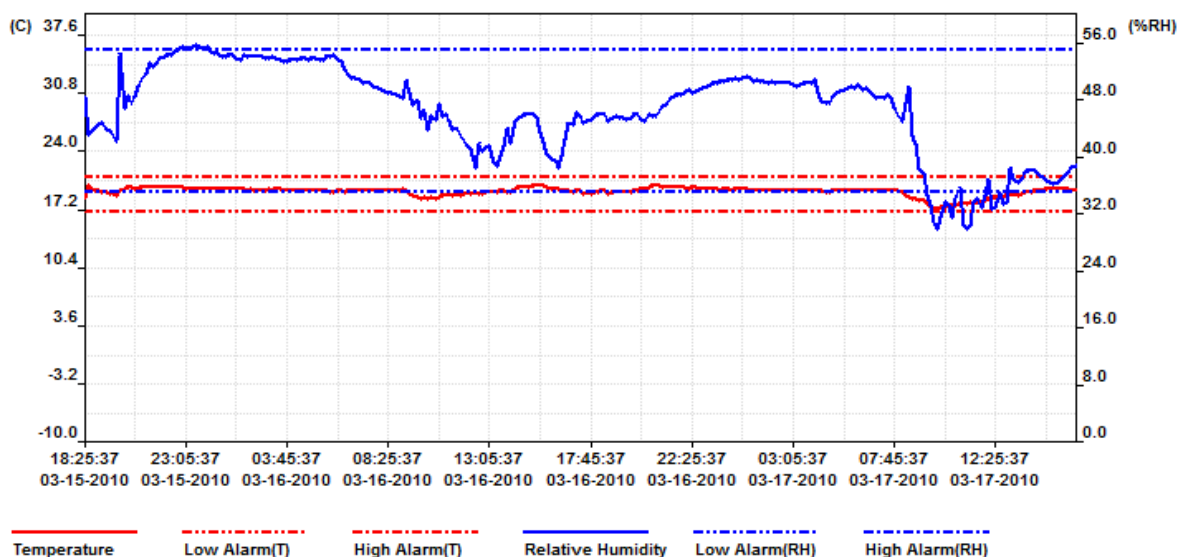
Märkus: temperatuur ja suhteline niiskus viimase (viienda) korruse korteris, kus köögi välissein on lisasoojustatud, ventilatsioon osaliselt suletud.



Märkus: temperatuur ja suhteline niiskus viimase korruse korteris, kus esines samuti hallitust.



Märkus: temperatuur ja suhteline niiskus viimase korruse korteris, kus olid vanemattüüpi aknad.



Märkus: temperatuur ja suhteline niiskus viimase korruse korteris, kus ventilaatsiooniavad osaliselt suletud ja tubades oli hallitus.

4.2 Soojuse- ja elektrienergia ning tarbevee tarbimisandmed kuude lõikes 2007-2009

2007	Soojus-energia MWh	sh. küte MWh	sh. soe vesi MWh	külm vesi m ³	soe vesi m ³	vesi kokku m ³	elekter kWh	gaas Nm ³
jaan	118	100	18	443	310	753	15910	666
veebr	144	128,1	15,9	415	273	688	11887	735
märts	102	84,5	17,5	397	301	698	12034	623
apr	87	70,5	16,6	419	283	702	11133	619
mai	44	28,4	15,6	420	269	689	10574	554
juuni	23	8,6	14,4	418	248	666	9351	528
juuli	21	7,5	13,5	391	233	624	9902	474
aug	23	11	12	455	207	662	10130	500
sept	28	13,3	14,7	388	253	641	11126	557
okt	68	51,7	16,3	405	280	685	12003	593
nov	105	88,6	16,4	369	282	651	12548	583
dets	92	75,3	16,7	308	287	595	13154	535
KOKKU	855	667,5	187,6	4828	3226	8054	139752	6967

2008	Soojus-energia MWh	sh. küte MWh	sh. soe vesi MWh	külm vesi m ³	soe vesi m ³	vesi kokku m ³	elekter kWh	gaas Nm ³
jaan	125	108	17	439	292	731	13692	665
veebr	104	88,3	15,7	369	270	639	15874	570
märts	107	90,1	16,9	398	291	689	12062	651
apr	73	57,1	15,9	358	273	631	11285	543
mai	28	11,4	16,6	423	285	708	10393	546
juuni	21	6,3	14,7	347	253	600	10091	441
juuli	20	6,3	13,7	394	236	630	10696	438
aug	22	8,6	13,4	460	231	691	10195	555
sept	32	17,5	14,5	335	249	584	9205	573
okt	59	45,2	13,8	362	238	600	11120	522
nov	95	80,8	14,2	375	244	619	11809	557
dets	104	88,5	15,5	314	266	580	12362	547
KOKKU	790	608,1	181,9	4574	3128	7702	138784	6608

2009	Soojus-energia MWh	sh. küte MWh	sh. soe vesi MWh	külm vesi m ³	soe vesi m ³	vesi kokku m ³	elekter kWh	gaas Nm ³
jaan	102	87,1	14,9	341	256	597	13092	606
veebr	107	93,3	13,7	335	236	571	13081	585
märts	99	84,3	14,7	345	253	598	11447	545
apr	65	50,8	14,2	358	244	602	10569	501
mai	21	5,8	15,2	365	261	626	10458	489
juuni	22	8,7	13,3	417	228	645	10024	487
juuli	17	5,4	11,6	322	199	521	8056	414
aug	17	3,6	13,4	370	231	601	10634	481
sept	19	5,5	13,5	374	232	606	10382	561
okt	71	56,3	14,7	312	253	565	9255	556
nov	87	73,4	13,6	357	234	591	11885	586
dets	109	94,1	14,9	318	257	575	12185	643
KOKKU	736	568,3	167,7	4214	2884	7098	131068	6454

4.3 Tasakaalutemperatuuride leidmine

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

Tabel 3

	Ühik	Hetke olukord	Säästumeetmed		
			Pakett 1	Pakett 2	Pakett 3
Kogu vabasoojus hoones korterite 1m ² kohta	kWh/(m ² a)	51,8	51,8	51,8	51,8
Utilisatsioonitegur, η		0,5	0,7	0,7	0,7
Arvestuslik vabasoojus 1 m ² kohta, q_{vs}	kWh/(m ² a)	25,9	36,3	36,3	36,3
Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas, Q_{vs}	kWh/a	113 311	158 635	158 635	158 635
Keskmine vabasoojuskoormus, Φ_{vs}	kW	17,3	24,2	24,2	24,2
Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest	kW/°C	5,1	4,1	2,5	2,5
Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest	kW/°C	0,8	1,3	1,3	1,5
Hoone erisoojuskaod, H	kW/°C	5,9	5,3	3,8	4,1
Temperatuuri tõus vabasoojuse arvelt, Δt_{vs}	°C	2,9	4,5	6,4	6,0
Tasakaalutemperatuur hoones, t_B	°C	18,1	16,5	14,6	15,0
Märkus:					
Väljas asuva temperatuurianduriga automaatse soojussõlme ja ilma radiaatorite termostaatventiilideta on vabasoojuse kasutegur (utilisatsioonitegur) 0,5.					
Väljas asuva temperatuurianduriga automaatse soojussõlme ja radiaatoritele paigaldatud automaatsete termostaatventiilide korral on vabasoojuse kasutegur (utilisatsioonitegur) 0,7.					
Hoone arvutuslikuks tasakaalutemperatuuriks on 18,1°C eeldusel, et maja kogu kütava mahu keskmine temperatuur on 21°C.					

4.4 Illustreerivad fotod

<p>Otsasein renoveeritud, uued rõdude piirded ja trepikodade varikatused</p>	<p>Renoveerimata tuulutuskorsten, parapeti ja tuulutuskorstna juures rebenenud rullmaterjal</p>
	
<p>Katuse üldvaade</p>	<p>Hoone sokkel, vahetamata keldriaknad</p>
	
<p>Täisautomaatne soojussõlm hoones</p>	<p>Torustikud osaliselt kaetud vana isolatsiooniga</p>
	

Soojustatud külma- ja soojavee torud	Hoone elektri peakilp
 A photograph showing a large, horizontal pipe wrapped in grey insulation. The pipe has several valves and fittings. The background shows a utility room with other pipes and a ceiling.	 A photograph of an open electrical cabinet. It contains several circuit breakers, a meter, and a complex arrangement of colorful wires (blue, yellow, green, red) connected to the components.
Vienda korruse niiskuskahjustused (hallitus)	Vienda korruse niiskuskahjustused (hallitus)
 A photograph of a room corner showing significant water damage. The wall is stained and peeling, and there is a large area of mold growth. A window is visible on the left side.	 A photograph of a corner in a room showing water damage. The wall is stained and peeling, and there is a large area of mold growth. A door is visible on the left side.

5. Termoülevaatus

Termograafia- see on praktiline meetod hoonete välispiirete soojapidavuse ja õhutiheduse kontrollimiseks. Termograafia on kõige optimaalsem ja kindlam meetod, mis võimaldab leida ja dokumenteerida soojustehniliselt mitterahuldavaid ehitise osad neid lõhkumata ning kinnitada või hajutada kahtlused ehituse kvaliteedi suhtes.

Hoonete puhul, kus küttekulud on liiga suured või sisekliima tundub ebamugav, on tihti üheks põhjuseks välispiirete kehv soojustehniline olukord.

Seega saame termograafia abil määrata hoonepiirete pinnatemperatuuride ebaühtlust, mis viitab soojajuhtivuse ja niiskussisalduse ebaühtlusele (mitte tasemele) ning samuti on võimalus hinnata hoone ehituskvaliteeti nagu külmasillad ja õhulekkekohad.

Termograafia abil ei saa määrata piirde soojajuhtivust, kuna keskkonnatingimuste mõju mõõtetulemustele on selle jaoks liiga suur. Termograafia kajastab vaid hetkelist pinnatemperatuuri.

Käesolev termoülevaatus on tehtud FLIR Systems firma termokaamera ThermaCAM™ P60 ning pildid on töödeldud ThermaCAM™ Reporter 2000 tarkvaraga. Ülevaatus eesmärgiks oli leida soojalekkeid hoone konstruktsioonides ning anda hinnang.

Termokaameraga tehtud pildid näitavad seina temperatuuri (seina soojuskiirgust). Tumedamate pindade temperatuur on madalam ja heledamate pindade temperatuur on kõrgem.

Igal termopildil on paremas ääres skaala, mis näitab millisele värvusele temperatuur vastab. Väljast tehtud pildil on soojalekke heledamat värvi.

Vahelduvatele ilmastiku tingimustele ja erinevatele ehitusmaterjalidele, ei ole võimalik täpselt võtta termopildil olevaid temperatuure. Jälgida tuleb temperatuuride erinevusi. Näiteks antud hoone puhul on tegemist paneelilamuga ning heledamad triibud on paneelide vuugi kohad ja vahelagede ühenduskohad.

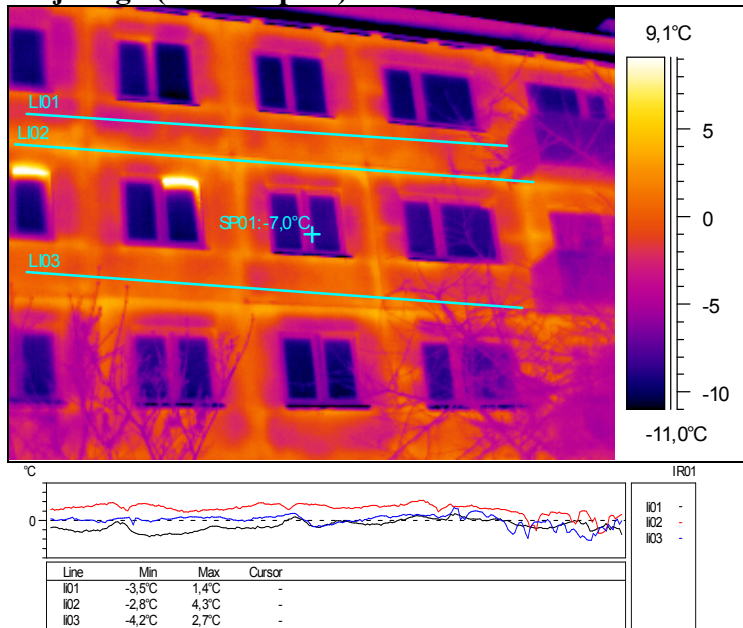
Termopiltidelt on näha, et hoone välisnurgad on jahedad (tumedamat värvi). See on tingitud sellest, et õhuvahetus on välisnurkades suurem.

Termopildi all olevalt graafikult on võimalik näha miinimum (Min) ja maksimum (Max) temperatuuri. Antud graafik on lisatud, et näidata soojalekke piirkonna madalamat temperatuuri.

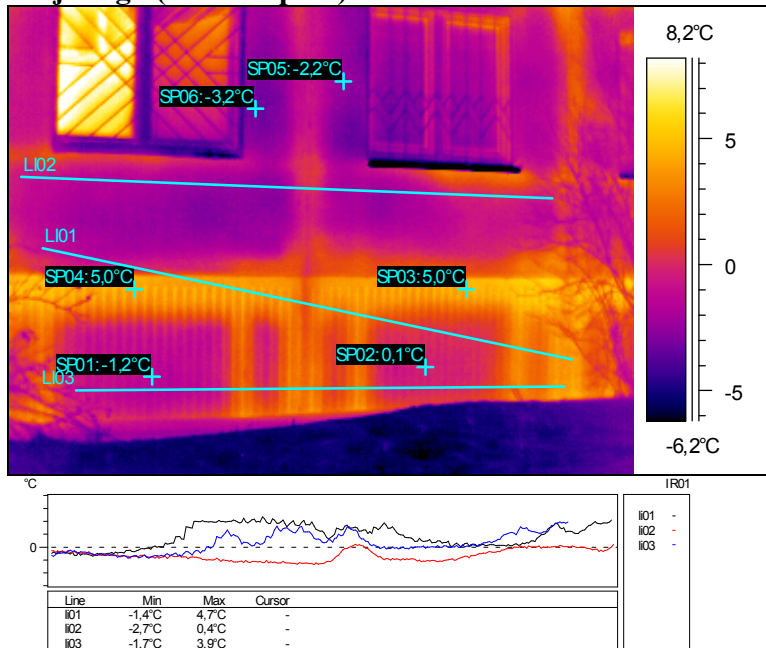
Termopildil olevad SP01, SP02 jne on temperatuurid, mis näitavad antud punktides olevat temperatuuri. Antud punktidega on näiteks võimalik näha seinte temperatuuri erinevusi.

Välisõhu temperatuur mõõtmise ajal oli -5°C .

Maja taga (vasakul pool)

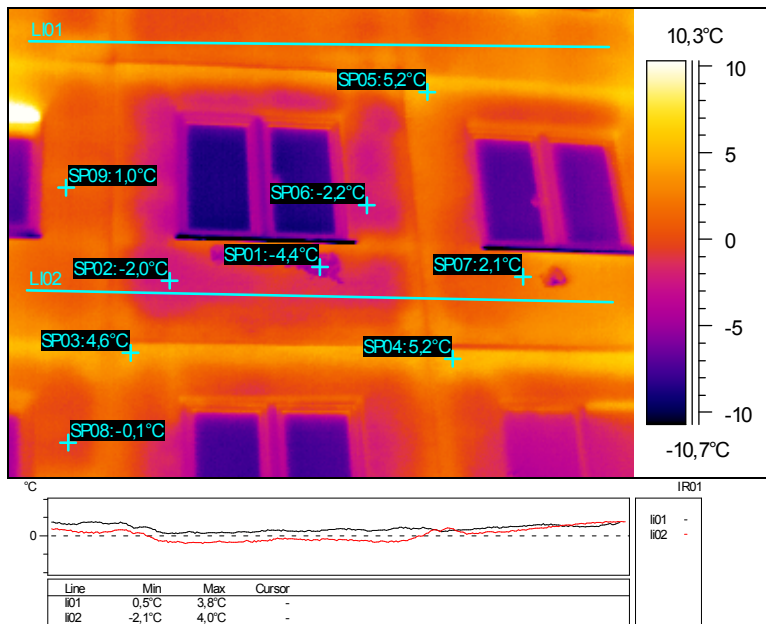


Maja taga (vasakul pool)



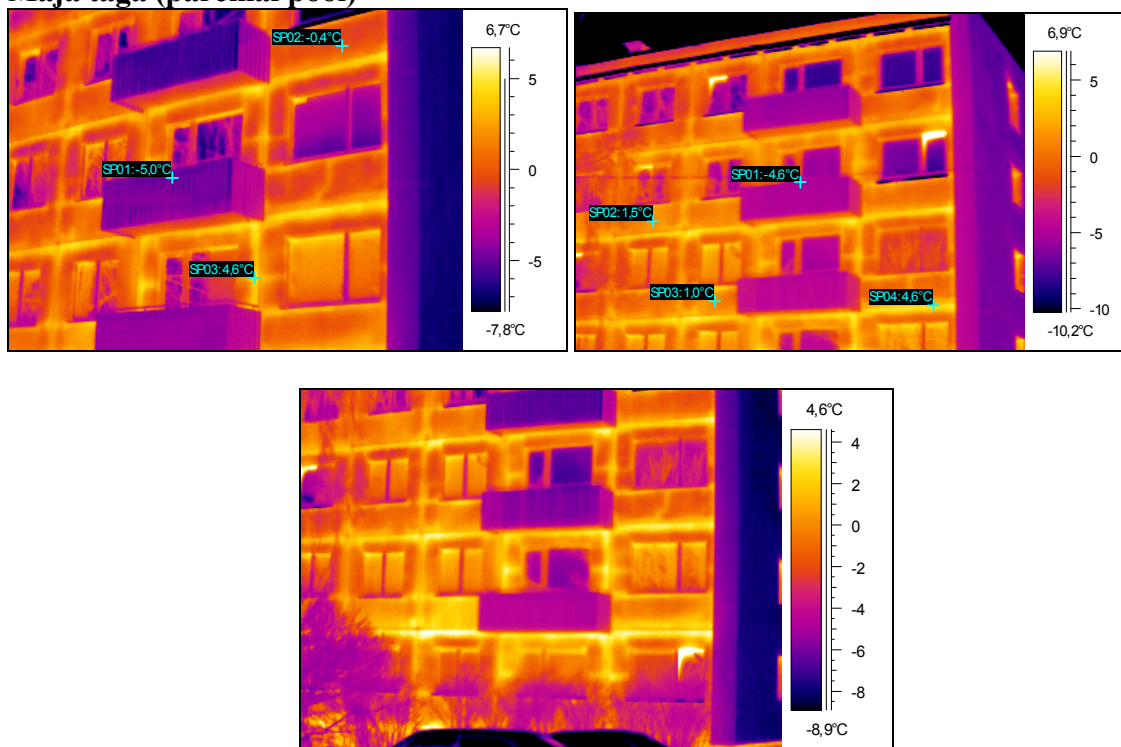
Kommentaari: seinapind $-3,2^{\circ}\text{C}$ kuni $+5^{\circ}\text{C}$. Sokli ja seina liitekoht on väga soe (soovitame sokli soojustamist). Esineb külmasild (tumedamad laigud). Samuti on paneeli pinnast soojemad paneelide vahelised vuugid. Tõenäoliselt on soojustus kehv või puudub üldse ning soklipaneelide vuugid on mõrdiga täidetud.

Maja taga (vasakul pool) soklist kõrgemal.

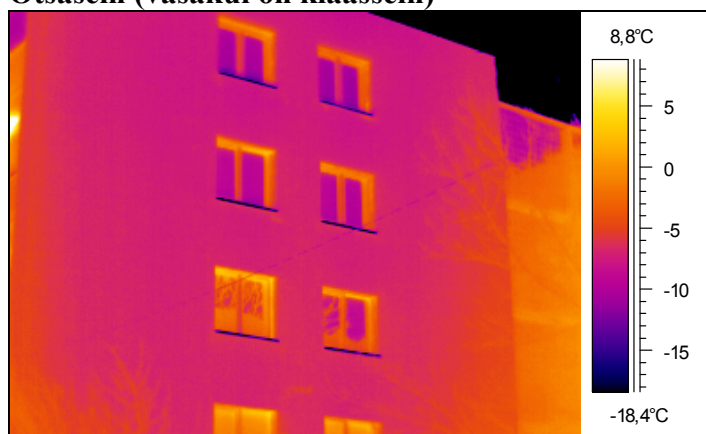


Kommentaar: seinapinna temperatuurid on väga kõikumavad. Välispinna temperatuur on madalam kui kõrval olevatel paneelidel.

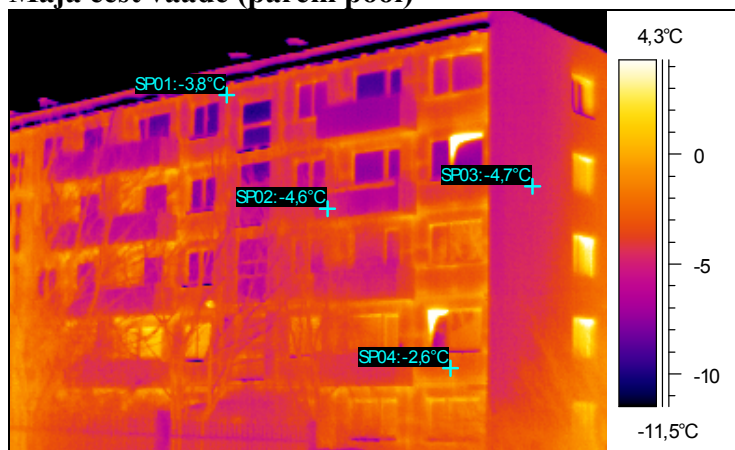
Maja taga (paremal pool)



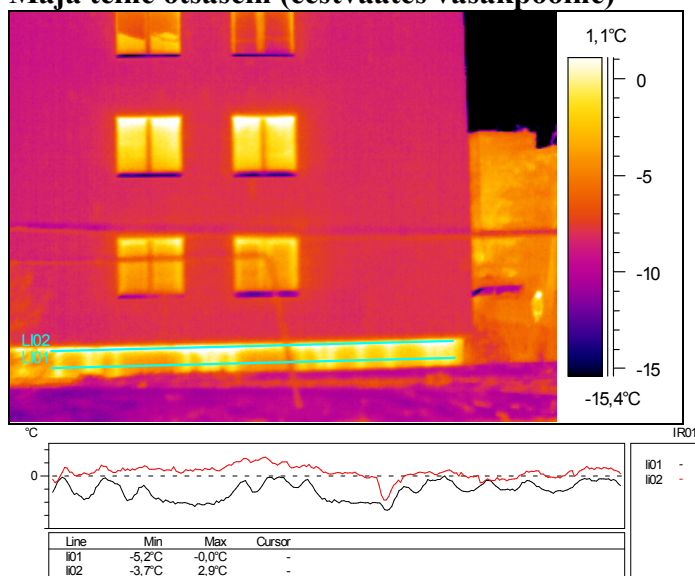
Kommentaar: seinapind paneeli kohal on temperatuur $\sim 0^{\circ}\text{C}$. Vuukide kohal on temperatuur $\sim +3^{\circ}\text{C}$ kuni $+5^{\circ}\text{C}$. Rõdu (piire kaetud plekiga) serva temperatuur on -5°C nagu välisõhu temperatuur. Paneelides on näha ka soojemad jooned (nagu praod) kus soojajuhtivus on paneeli üldisest suurem.

Otsasein (vasakul on klaassein)

Kommentaar: otsasein on soojustatud ja ühtlase temperatuuriga. Vigu siin ei tundu olevat. Samuti on sein külmem kui paneelid – sama välisõhu temperatuuriga. Seega otsaseina soojapidavus on tagatud.

Maja eest vaade (parem pool)

Kommentaar: paneeli pinna temperatuurid on suht ühtlased. Vuugid on soojemad. Otsasein (soojustatud) on kõige külmem, seega soojapidavus on tagatud. Teisel ja neljandal korrusel on maja ees parmal pool aknad avatud (see tõttu seal hele kollane laik – soojem koht).

Maja teine otsasein (eestvaates vasakpoolne)

Kommentaar: sein on soojustatud ja pinna temperatuur on ühtlane. Sokkel on soe. Eriti soe on seina ja sokli liitekoht. Sokkel vajaks soojustamist.

Otsaseina ülemine osa

Kommentaar: seina pinna temperatuur on ühtlane. Kõige ülemise korruse vasakpoolne aken on ülevalt avatud. Sellest ka hele laik (soe koht).