

KORTERELAMU ENERGIAAUDITI ARUANNE TERMOGRAFEERIMISEGA



**9-KORRUSELINE 216-KORTERIGA PANEELELAMU
A.H. Tammsaare tee 110, Tallinn**

Mõõtmisperiod: 12. – 22.03.2012
Auditeerimise aeg: 26.03. – 09.04.2012
Aruanne esitatud: 11.04.2012

Tellija andmed:

Tellija ja kontaktisik: Priit Loime
Aadress: A.H. Tammsaare tee 110, Tallinn
Tel.: +372 555 124 12
E-post: priitloime@hotmail.com

Auditeerija andmed:

Energiaaudiitor IV: Merilin Kütt
Tel.: +372 52 734 61
E-post: merilin@energiamaja.ee
Allkiri: _____

Eessõna

Auditeerimise mahu ja mudeli aluseks on võetud Majandus – ja Kommunikatsiooniministeeriumi ning Tallinna Tehnikaülikooli poolt väljatöötatud energeetilise auditeerimise juhendmaterjal, mida on omalt poolt täiendatud. Lisaks on kasutatud erinevaid info(uurimistöde)materjale.

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 Mustamäe linnaosas aadressiga A.H.Tammsaare tee 110 asuva 9-korruselise 216-korteriga paneelilamu kütte, ventilatsiooni, elektri- ja veevarustuse süsteemide hetkeolukord ning võimalused energiatarbe vähendamiseks ja sisekliima parendamiseks. Säästuettepanekutes on ära toodud nende realiseerimise üldine mõju, saavutatav sääst ja investeeringute lihttasuvusajad.

Hoone auditeerimisel analüüsiti 2009 – 2011 aasta soojuse, elektri, gaasi ning tarbevee kulu ning vastavaid rahalisi kulutusi. 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 gaasi tarbimist, elektri ja vee tarbimist kuude kaupa. Kütte ja sooja tarbevee kulud on leitud arvutuslikul meetodil. 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 tuleb teostada vastavad tehnosüsteemide seadistustööd.

Energiaauditi läbiviimisel kasutati hoone tüüpprojekti (1-464D-100), fassaadi ja katuse renoveerimise projekti (Töö nr. 0406P06, 2004 a.) ja hoone tehnilist ülevaatus (Töö nr. 0405P14, 2004 a.).

Objekti ülevaatusel abistas audiitorit hoone korteriühistu liige Priit Loime. Ruumide sisekliimast parema ülevaate saamiseks on teostatud vastavaid mõõtmisi logeritega.

Korteriühistu, kui lõpptarbija, seisukohalt on säästupotentsiaal, energiahinnad ja kõik kulutused auditis arvestatud käibemaksuga 18% 2009 aasta esimene pool ning 20% 2009 aasta teine pool ning 2010 ja 2011 aasta.

Hoone energeetilise auditeerimise viis läbi Merilin Kütt (energiaaudiitor IV).

Sisukord

Eessõna	2
Sisukord	3
1. Auditi tulemuste kokkuvõte ja ülevaade säästuettepanekutest	4
1.1 Energiasäästumeetmete paketid	8
2. Hoone energiakasutuse hetkeseis	11
2.1 Hoone asukoht ja paiknemine	11
2.2 Hoone üldandmed	11
2.3 Varem läbiviidud rekonstrueerimis/renoveerimistööd	12
2.4 Kasutatud mõõteseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte	13
2.5 Energia- ja veevarustuse üldisloomustus	14
2.6 Soojusenergia kulu	15
2.7 Elektrienergiakulu	16
2.8 Vee kulu	17
2.9 Maagaasi kulu	18
2.10 Hoone soojusbilanss	18
3. Hinnang hoone energiakasutuse kohta, säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus	21
3.1 Hoone piirdetarindid	21
3.2 Kütte- ja tsentraalse sooja tarbevee ettevalmistuse süsteemid	25
3.3 Vee- ja kanalisatsioonisüsteemid	26
3.4 Ventilatsioonisüsteem	26
3.5 Kütte- ja ventilatsioonisüsteemide säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus	26
3.6 Elektriseadmed	27
4. Lisad	28
4.1 Sisekliima mõõtmistulemused	28
4.2 Gaasi, elektrienergia ja tarbevee tarbimisandmed kuude lõikes 2009-2011	33
4.3 Tasakaalutemperatuuride leidmine	34
4.4 Illustreerivad fotod	38
5. Termõlevaatus	40

1. Auditi tulemuste kokkuvõte ja ülevaade säästuettepanekutest

Käesolevas peatükis on esitatud kokkuvõte korterelamu energiaauditi läbiviimise tulemustest.

Tegemist on tüüpilise ehitusaegse lamekatusega paneelilamuga, mis asub Tallinnas Mustamäe linnaosas.

Auditeeritava hoone piirdetarindite olemasolev olukord on hea/rahuldav. Olemasolev katus on tellija sõnul lisasoojustatud ja kaetud SBS-kattega. Katuse renoveerimisprojekti järgi on soojustuseks 70 mm Isover OL-YK + 30 mm Isover OL-K tuulutustsoonidega. Hoone fassaadil on paneelivuukide vahed renoveeritud elastse vuugitäitega, märgata oli ka vuugitäitena mörti. Elamu otsaseinad on lisasoojustusega ning kaetud Tempesi plaadiga. Renoveerimisprojekti järgi on lisasoojustuseks 100 mm Isover KL + 13 mm Isover VKL. Suurem osa hoone akendest on vahetatud plastakende vastu.

Kaalutud keskmine elamu sisetemperatuur on 17,7⁰C, mis tuleneb, et elamu kogu köetava mahu keskmine temperatuur on 21,5⁰C.

Lisaks korterite keskmisele temperatuurile, vaadeldi ka suhtelist niiskust (logerid asusid kümnes korteris erinevatel korrustel). Korterid, kus olid plastikaknad, oli suhteline niiskus mõõtmisperioodil keskmiselt 45% ning korterid, kus olid vanemad puitaknad, oli suhteline niiskus mõõtmisperioodil keskmiselt 36%. Korterite suhteline niiskus oli erinev.

Käesolevas aruandes on mõõtmised esitatud graafiliselt Lisas 4.1.

Aruandes vaadeldi 2009-2011 aasta soojusenergia kulu, mille põhjal analüüsiti korterelamu hetkelist olukorda ning lõpptulemusena on pakutud neli energiasäästupaketti.

Paneelmaja välisseinte renoveerimislahendused:

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

- välisseinapaneeli välisplaadi kinnituste seisundit, mida teostavad vastava ala spetsialistid;
- külmasildade kontroll (hallitus, veeauru kondenseerumine sisepindadel, eriti välisseinte nurkade ja katuslae piirkonnas). Auditeeritavas korterelamus on osades korterites hallituse probleemid (vt Lisa 4.4). Hallitus saab tekkida, kui seinapinna temperatuur on piisavalt madal, et siseõhus olev niiskus sinna kondenseerub või pääseb niiskus konstruktsiooni. Kindlasti peab tagama hea ventilatsiooni, et vähendada hallituse riski korteris.

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 kogu hoone fassaad soojustada vähemalt 125 mm paksuse lisasoojustusega (soovitavalt villaga). Sarnaselt välisseintega tuleb soojustada ka rõdu/lodža välisseinad. Välispiirete lisasoojustamisega peab alati kaasnema küttesüsteemi reguleerimine. Välisseinte lisasoojustamise korral tuleb asendada kõik ääre-, serva- ja katteplekid.

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

Välispiirete seespälist soojustamist tuleks igal juhul vältida, sest selline soojustamine viis ei likvideeri külmasildu ega vähenda soojakadusid. Seespädiselt lisasoojustamine ei ole tehniliselt õige, kuna piiret soojustatakse alati külmemalt poolt. Seestpoolt lisasoojustamine suurendab kondensaadi riski.

Paneelmaja katuslae renoveerimislahendused:

Antud korterelamu olemasolev katus on lisasoojustatud tellija sõnul 2004 aastal, kus olemasolevale katuslaele on paigaldatud 70 mm Isover kivivill + 30 mm Isover OL-K tuulutustsoonidega. Visuaalsel vaatlusel oli katusel märgata lumekuhjasid ja veeloike. Loikkude tekke üheks põhjuseks võib olla ebapiisav kalle äravoolule. Soovitav on teha vajalikud parendused.

Paneelmaja küttesüsteemi renoveerimislahendused:

Välispiirete lisasoojustamisega peab alati kaasnema küttesüsteemi reguleerimine. Hoone küttesüsteem on ühetorusüsteem, kus küttekehad on järjestikku ehk jadaühenduses (st., et soojuskandja vesi läbib järjestikku kõiki püstikuga ühendatud küttekehasid). Enamus korterites on ehitusaegsed radiaatorid. Trepikojad on kütteta. Hoone küttesüsteemi soojussõlme on renoveeritud erinevatel aegadel (2001/2002/2003). 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. Küttesüsteemi renoveerimislahendused ja maksumus on ära toodud säästumeetmete pakettides.

Paneelmaja ventilatsiooni renoveerimislahendused:

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

Hallituse esinemise korral 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 ruumides, duši all käies mitte ujutada üle põrandat jne.). Ülemiste korruste korterites on soovituslik mehaanilise väljatõmbeventilatsiooni paigaldamine. Ventilatsiooni juures tuleb vältida lahendust, kus ventilatsioon on sisse-välja lülitatav 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 ventiaalsioonilõõride 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 kompensatsioonilõõhu juurdevool piiratud.

Lisaks ventilatsioonilõõride korrastamisele on üheks võimaluseks välisseintesse paigaldada reguleeritavad freshklapid 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. Freshklappidega on küll tagatud värskeõhu juurdevool, kuid külmal perioodil püüavad inimesed tõenäoliselt need sulgeda, et vältida külmaõhu sissepääsu korterisse.

Teiseks võimaluseks on kohtventilatsiooniseadmed, mida on kerge paigaldada ruumi välisseina ning mille käituskulud on väikesed (vt punkti 3.5) või korterelamu põhine ventilatsioonisüsteem. Kindlasti tuleb ka kööki ja sanitaarruumi paigaldada mehaanilised ventilaatorid, et tagada normikohane õhuvahetus ja hea sisekliima korteris.

Ülevaade säästuettepanekutest:

Hoones on lokaalne gaasikatlamaja. Gaasi kasutatakse kütteks, sooja vee valmistamiseks ja gaasipliitides.

Mõõdetud gaasi kogus aastatel 2009-2011 oli 221 138 m³. Soojusenergia keskmine kogukulu aastatel 2009-2011 oli 1858 MWh/a ja sellele vastav rahaline kulu keskmiselt 71 000 eurot/aastas.

Normaalaastale taandatud kolme viimase aasta soojusenergia keskmine kulu oli 1780,6 MWh/a ja lähtuvalt hoone köetavast pinnast 11 229 m² (eluruumide pind) on normaalaasta keskmine soojusenergia eritarbimine pinnühikule 158,6 kWh/m²a.

Käesolevas aruandes on ära toodud neli 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.

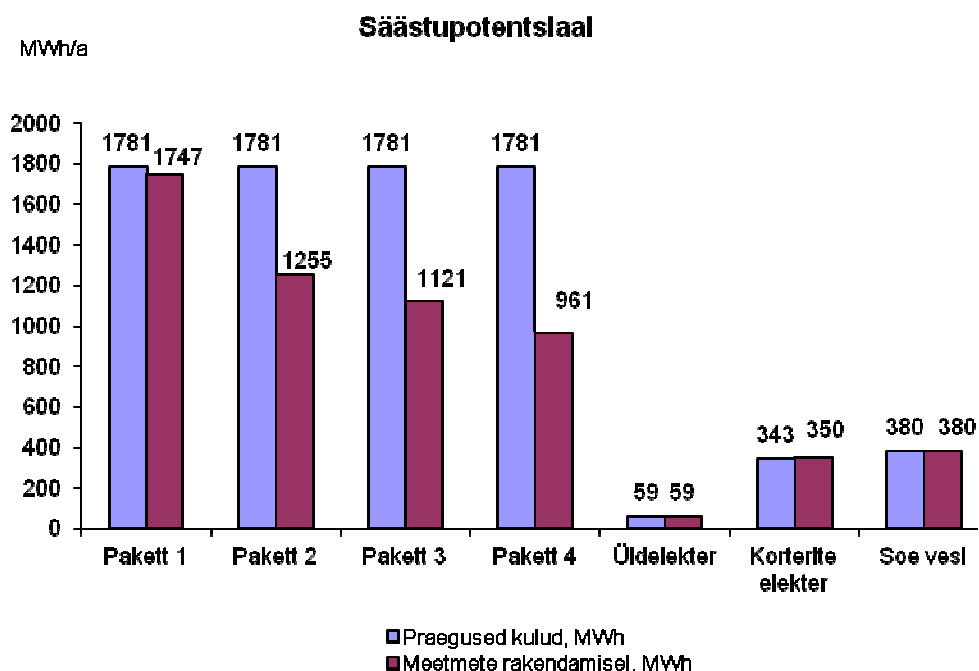
- Esimese paketi raames paigaldatakse välisseintesse freshklapid; tasakaalustatakse küttesüsteemi püstikud ja paigaldatakse küttekehadele temostaatventiilid. Investeering on ca 55 000 eurot ning aastane sääst 27 MWh/a. Rahaline energiasääst esimesel aastal on 1 170 eurot. Tasuvusaeg intresse arvestamata on umbes 26 aastat. Energiasääst protsentuaalselt kujuneks 2%. Energiatõhususklass E.
- Teise paketi raames lisandub lisaks esimesele pakatile välispiirete (sh sokli) soojustamine. Investeering on ca 465 000 eurot ning aastane sääst 526 MWh/a. Rahaline energiasääst esimesel aastal on 23 000 eurot. Tasuvusaeg intresse arvestamata on umbes 11 aastat. Energiasääst protsentuaalselt kujuneks 30%. Energiatõhususklass D.
- Kolmanda paketi raames lisandub lisaks teisele pakatile olemasolevate vanemate akende vahetus, mille $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Investeering on ca 646 000 eurot ning aastane sääst 652 MWh/a. Rahaline energiasääst esimesel aastal on 29 000 eurot. Tasuvusaeg intresse arvestamata on umbes 12 aastat. Energiasääst protsentuaalselt kujuneks 37%. Energiatõhususklass C.

Kasutades SA KredEx toetust korterelamutele rekonstrueerimisele, on võimalik investeeringutest kokku hoida 15%. Sel juhul on investeeringute maksumus 549 000 eurot ja investeeringute tasuvusajaks kujuneb 10 aastat.

- Neljanda paketi raames soovitame soojustagastusega lokaalset ventilatsiooniseadet igasse korterisse ning kindlasti sisalduvad kolmanda paketi ülejäänud ettepanekud. Investeering on ca 929 000 eurot ning aastane sääst 813 MWh/a. Lisandub ventilatsiooniseadmete ligikaudne elektrikulu 7,2 MWh/a. Rahaline energiasääst esimesel aastal on 36 000 eurot. Tasuvusaeg intresse arvestamata on umbes 14 aastat. Energiasääst protsentuaalselt kujuneks 46%. Energiatõhususklass C.

Kasutades SA KredEx toetust korterelamutele rekonstrueerimisele, on võimalik investeeringutest kokku hoida 25%. Sel juhul on investeeringute maksumus 697 000 eurot ja investeeringute tasuvusajaks kujuneb 11 aastat.

Graafik 1



Tabelis on välja toodud küttele, ventilatsioonile ja infiltratsioonile kuluv energia enne ja pärast meetme kasutamist. Samuti kogu tarbitav elektrikulu ja vee soojendamise kulu. Korteritesse paigaldatud soojusagastusega ventilatsiooniseadmete kasutamisel väheneb energiakulu kütteks, samas suureneb elektrikulu.

Säästupotentsiaali rahaliste väärtuste aluseks on prognoositavad energiahinnad koos käibemaksuga (soojusenergia hind 80 eurot/MWh, elektrienergia 0,11 eurot/kWh).

Igas pakettis on parandusmeetmetena toodud küttesüsteemi renoveerimine, kuna ilma selleta ei ole võimalik esitatud energiasäästuväärtusi saavutada.

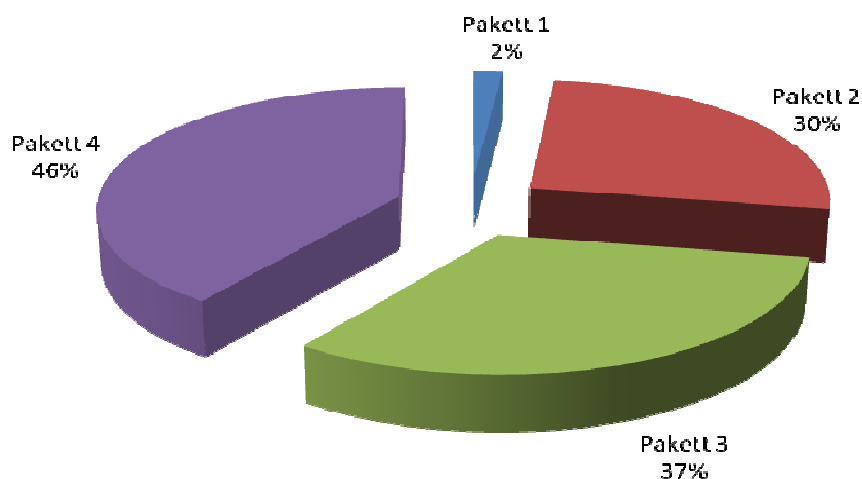
Esimene pakett on vähem investeringuid nõudev, kuid teine pakett, mis nõuab suuremat finantsilist investeringut, annab energiasäästu rohkem ning tagatud on nõuetekohane sisekliima hoones.

Hea ventilatsiooni korral väheneb hallituse risk.

Järgnevalt gaafikult on näha, mitu protsenti on saavutatav energiasääst pakettide rakendamisel:

Graafik 2

Säästupotentsiaal protsentuaalselt



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

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

1.1 Energiasäästumeetmete paketid

Paketid on koostatud lähtuvalt hoone praegusest olukorrast.

Pakettides koostatud maksumushinnang on orienteeruv, st konkreetse hoone renoveerimiseks tuleb koostatud projektdokumentide alusel korraldada hinnapakkumiste küsimine potentsiaalsetelt ehitustöid tegevatest ettevõtjatest. Renoveerimistööde maksumuste arvutuste aluseks olev hinnainfo pärineb analoogobjektide tegelikest hinnapakkumistest ning on kasutatud ka hinnainfot tööde tegelikust maksumusest sarnastel objektidel. Arvutused ei sisalda projekteerimiskulusid, lubade ja kooskõlastuste taotlemisega seotud kulutusi. Arvutused ei sisalda samuti kulutusi elektrienergia ja vee tarbimisele meetmete elluviimise käigus.

PAKETT 1									
Piire või selle osa	Parendusmeede	Maht	Ühik	Ühikuhind, eurot	Meetme maksumus kokku	Energiasääst MWh/a	Energiasääst esimesel aastal, eurot	Lihttasuvusaeg, aasta	Meetme eluiga, aasta
Ventilatsioon	Freshklappide paigaldus korteritesse, trepikodadesse	1	kmpl	41 185	41 185				25-30
Küttesüsteem	Küttesüsteemi püstikute tasakaalustamine, küttekehadele termostaatventiilide paigaldamine	1	kmpl	14 203	14 203				
KOKKU					55 000	27	1 170	26	

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

PAKETT 2									
Piire või selle osa	Parendusmeede	Maht	Ühik	Ühikuhind, eurot	Meetme maksumus kokku	Energiasääst MWh/a	Energiasääst esimesel aastal, eurot	Lihttasuvusaeg, aasta	Meetme eluiga, aasta
Ventilatsioon	Freshklappide paigaldus korteritesse, trepikodadesse	1	kmpl	41 185	41 185				25-30
Küttesüsteem	Küttesüsteemi püstikute tasakaalustamine, küttekehadele termostaatventiilide paigaldamine	1	kmpl	14 203	14 203				
Välispiirded, sh sokkel	Fassaadi soojustamine 125 mm villaga ja sokkel 125 mm EPS	6305	m ²	65	409 827				25-30
KOKKU					465 000	526	23 000	11	

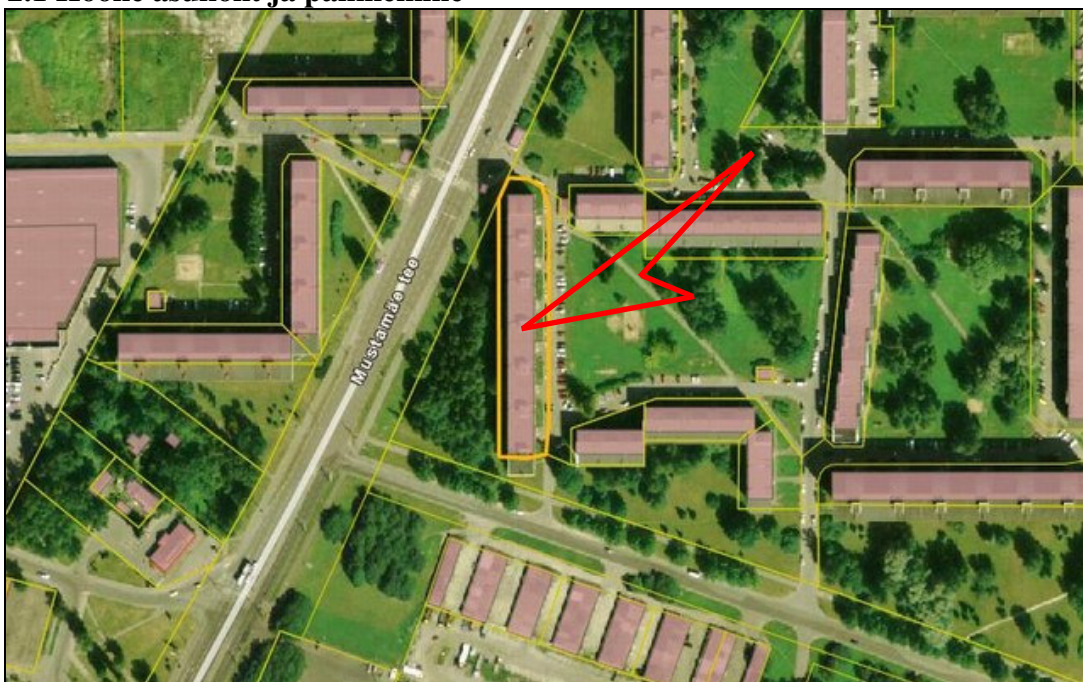
*Tabelis toodud hinnad on energiaauditi koostamise hetkel vastavaid töid teostavatelt ettevõtetelt pakutud turu keskmised hinnad. Konkreetsema pakkumise puhul võib hind muutuda.

PAKETT 3									
Piire või selle osa	Parendusmeede	Maht	Ühik	Ühikuhind, eurot	Meetme maksumus kokku	Energiasääst MWh/a	Energiasääst esimesel aastal, eurot	Lihttasuvusaeg, aasta	Meetme eluiga, aasta
Ventilatsioon	Freshklappide paigaldus korteritesse, trepikodadesse	1	kmpl	41 185	41 185				25-30
Küttesüsteem	Küttesüsteemi püstikute tasakaalustamine, küttekehadele termostaatventiilide paigaldamine	1	kmpl	14 203	14 203				
Välispiirded, sh sokkel	Fassaadi soojustamine 125 mm villaga ja sokkel 125 mm EPS	6305	m ²	65	409 827				
Vanemad aknad	Uued aknad, U= 1,1 W/m ² K	691	m ²	262	181 158				
KOKKU					646 000	652	29 000	12	
PAKETT 4									
Piire või selle osa	Parendusmeede	Maht	Ühik	Ühikuhind, eurot	Meetme maksumus kokku	Energiasääst MWh/a	Energiasääst esimesel aastal, eurot	Lihttasuvusaeg, aasta	Meetme eluiga, aasta
Korterid	Soojustagastusega lokaalsed ventilatsiooniseadmed koos paigaldusega	1	kmpl	324 000	324 000				25-30
Küttesüsteem	Küttesüsteemi püstikute tasakaalustamine, küttekehadele termostaatventiilide paigaldamine	1	kmpl	14 203	14 203				
Välispiirded, sh sokkel	Fassaadi soojustamine 125 mm villaga ja sokkel 125 mm EPS	6305	m ²	65	409 827				
Vanemad aknad	Uued aknad, U= 1,1 W/m ² K	691	m ²	262	181 158				
KOKKU					929 000	813	36 000	14	

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

2. Hoone üldandmed ja energiakasutuse hetkeseis

2.1 Hoone asukoht ja paiknemine



Aerofoto: Krundi kuju ning paiknemine Mustamäe tee ja Tammsaare tee suhtes (alus: www.maaamet.ee)

2.2 Hoone üldandmed (ehitisregistri andmetel, www.ehr.ee, tüüpprojekt 1-464D-100)

Hoone aadress	A.H. Tammsaare tee 110 Tallinn
Katastritunnus	78405:503:1058
EHR kood	101018636
Ehitusaasta	1971
Hoone kasutamise otstarve	muu kolme või enama korteriga elamu
Minimaalne korruste arv	9
Maksimaalne korruste arv	9
Suletud netopind, m²	14 391,2
Köetav pind, m²	11 229
Eluruumide pind, m²	11 229
Hoone maht, m³	45 035
Köetavate ruumide sisekubatuur, m³	28 073
Korterite arv	216
Rõdude/ložžade arv	216 lodžat ja rõdu
Elanike arv	ca 650 (hinnanguline)
Keldri olemasolu	Ei
Köetavad ruumid keldris	Ei
Põhikonstruktsioonid	
Vundament	raudbetoonplokkidest lintvundament
Kandekonstruktsioon	raudbetoonist suurpaneelid
Katus	rullmaterjaliga kaetud lamekatus
Tehnovõrgud ja -seadmed	
Veevarustus	tsentraalne, linna võrk
Kanalisatsioon	tsentraalne, linna võrk
Elekter	tsentraalne, linna võrk
Küte	Lokaalküte (küttegaas)
Lift	6 lifti

Tegemist on tüüpilise ehitusaegse lamekatusega paneelelamuga. Hoones on 216 korterit, üldpinnaga 11 229 m² ning 6 trepikoda. Hoone tagaküljel asuvad lodžad, mis on erineval kombel kinniehitatud ja esiküljel rõdud. Lodžade kinniehitamiseks puudub projekt, mistõttu ei ole teada külmasildade mõju suurust ning kuidas on kinniehitatud lodžad avaldanud mõju naaberkorteritele.

Hoone suurem osa korteriakendest on vahetatud plastakende vastu. Lisasoojustatud on hoone katus ja otsaseinad.

Trepikoja pinnad ei ole köetavad (puuduvad küttekehad). Trepikodades oli hoone ülevaatusel hetkel temperatuur 16/17⁰C.

2.3 Varem läbiviidud rekonstrueerimis/renoveerimistööd (tellija informatsioon)

Tööde teostamise aasta	Tööde nimetus ja maht	Audiitori kommentaar
2001/2002	<u>Lokaalkatlamaja ehitus.</u> <u>Üldkasutatavate ruumide akende-uste vahetus:</u> trepikodadel plastaknad, soklikorruse avade kinniehitamine klaasplokkidega.	Heas seisukorras.
2003 ja 2008	<u>Keskkitte süsteemi renoveerimine:</u> Püstikute tasakaalustamine, ventiilid, pumbad.	Soojussõlm heas seisukorras, isoleeritud. Uus keskkütte automaatika.
2004	<u>Katuse renoveerimine:</u> olemasolevale katusele paigaldati soojustus (70 mm kivivill + 30 mm Isover OL-K tuulutustsoonidega) ja uus katusekatte rullmaterjal.	Välisel vaatusel oli märgata lumekuhjasid ja veeloike, mis on jäänud arvatavasti ebapiisava katuse kalde tõttu katusele. Viga tuleb likvideerida.
2004	<u>Rõdude/lodžade renoveerimine:</u> uus viimistlus.	Heas seisukorras.
2004	<u>Katuse tuulutussüsteemi korrastamine ja ventilatsiooni lõõride puhastamine.</u>	Perioodiliselt hooldada.
Alates 2004 a. tehtud jooksvalt	<u>Paneelivuukide renoveerimine.</u>	Paneelivuugid on osaliselt renoveeritud elastse vuugitüübiga. Mõrdiga jäänud vuukide seisukorda tuleb kontrollida, vajadusel korrastada vuugid.
2006	<u>Otsaseinte renoveerimine:</u> Lisasoojustatud 100 mm mineraalvillaga + 13 mm tuuletõke + Tempsi plaat	Heas seisukorras.
2007	<u>Sokli tööd:</u> uus pandusvöö.	Heas seisukorras.
2009	<u>Püstikute renoveerimine:</u> ehitusaegsed külma- ja soojatarbevee püstikud vahetati uute PVC torude vastu. Osaliselt kanalisatsioonitorud.	Ehitusaegsed torud on soovitatav vahetada kaasaegsemate torude vastu.
2009	<u>Elektrisüsteemi rekonstrueerimine:</u> uued elektri kontrollmõõdikud	Ehitusaegsed elektri juhtmed on soovitatav välja vahetada.
2010/2011	<u>Liftide kapitaalremondid:</u> paigaldati uued süsteemid ja lifti sisu.	Heas seisukorras. Perioodiliselt hooldada.

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 termo-hügro-CO ₂ mõõtur	TES-1370A	Niiskus 0,1% Temperatuur 0,1 $^{\circ}\text{C}$ CO ₂ ± 50 ppm	Niiskus 10-95% Temperatuur -20...+60 $^{\circ}\text{C}$ CO ₂ 0...6000 ppm

Temperatuuri/niiskuse logeritega registreeriti kümne ööpäeva jooksul korterite õhutemperatuuri ja suhtelist niiskust. Logerid asusid kümnes korteris, 1., 4., 6., 8. ja viimasel korrusel. Mõõtmisperioodil oli keskmiseks välisõhu temperatuuriks 0,4 $^{\circ}\text{C}$.

Mõõdetud korterites oli mõõtmisperioodil korterite keskmine miinimum temperatuur 20,6 $^{\circ}\text{C}$ ja keskmine maksimaalne 22,8 $^{\circ}\text{C}$ ning keskmine miinimum suhteline niiskus 32,5% ja keskmine maksimaalne 58,5%.

Korterite õhutemperatuurid ja suhteline niiskus olid erinevad, mis sõltub korteri asukohast hoones, inimeste arvust ja nende tarbimisharjumustest/vajadustest ning korterite õhuvahetuse intentsiivsusest.

Võrreldes alumise ja ülemise korruse korteri sisetemperatuuri, oli mõõtmise hetkel sisetemperatuur ülemise korruse korteris ligikaudu kahe kraadi võrra madalam. Suhteline niiskus oli ülemise korruste korterites kõrgem.

Kaalutud keskmine hoone eluruumide sisetemperatuur on 17,7 $^{\circ}\text{C}$, mis tuleneb, et eluruumide kogu köetava mahu keskmine temperatuur on 21,5 $^{\circ}\text{C}$.

Sisekliima standard EVS-EN 15251:2007 sätestab, et ruumi siseõhu suhteline niiskus peab jääma talve perioodil piiridesse 25%-45% (suvel 30%-70%). Ruumiõhu suhteline niiskus sõltub põhiliselt välisõhu parameetritest (välisõhu niiskussisaldusest), ruumi ventilatsiooniõhu vahetusest, võimalikest niiskuse eraldumisest ruumi ja ruumiõhu temperatuurist. Talvisel ajal on välisõhu niiskussisaldus suhteliselt madal. Üldjuhul on nii, et mida madalam on välisõhu temperatuur, seda madalam on ta niiskussisaldus.

Korterites, kus teostati logeritega mõõtmisi (vaadeldi suhtelist niiskust): korterid, kus olid plastikaknad, oli suhteline niiskus mõõtmisperioodil keskmiselt 45% ning korterid, kus olid vanemad puitaknad, oli suhteline niiskus mõõtmisperioodil keskmiselt 36%. Korterite suhteline niiskus oli erinev. Erinevus tuleneb õhuvahetusest, inimeste arvust ja korteri paiknemisest elamus. Olenemata iga korteri eripärast, ei tohi niiskustase ületada lubatud. Ruumiõhu suhtelise niiskuse nõue lähtub põhimõttest, et suurema suhtelise õhuniiskuse korral võib välispiiretes tekkida konstruktsiooni keskele kastepunkt, mis kütteperioodi välisel ajal ei kuiva välja. Niiskus konstruktsioonis võib põhjustada niiskuskahjustusi ning suurendab ka läbi piirde energia kulu, kuna soojatakistus väheneb. Parema õhuvahetuse tagab korralik ventilatsioon.

Tulemused on esitatud graafiliselt Lisas 4.1.

Digitaalse termo-hügro-CO₂ mõõturiga mõõdeti hetkelist olukorda kümnes korteris, k.a CO₂ sisaldust õhus. Mõõtmisperioodil oli keskmiseks välisõhu temperatuuriks 0,4 $^{\circ}\text{C}$.

viies korteris mõõdetud CO₂ sisaldus (keskmine näitaja 850 ppm) jäi alla soovitusliku 1000 ppm. Viies korteris oli CO₂ sisaldus üle 1000 ppm. Üle 1500 ppm näitab, et ruumiõhk on inimtegevusest liigselt saastunud. Samas tuleb rõhutada, et süsihappegaas on vaid inimese ainevahetuse poolt tekitatava saastatuse indikaatoriks ja ainuüksi CO₂ sisalduse

vähendamine ruumiõhus mingite ventilatsioonist sõltumatute abinõudega, ei vähenda ruumiõhu saastatust inimese poolt. Ruumiõhu süsihappegaasi kontsentratsioon 1500 ppm ei ole toksiline, kuid vähendab inimeste töövõimet ja suurendab haiguste leviku riski. Toksiliseks muutub süsihappegaas alates 5000 ppm'st.

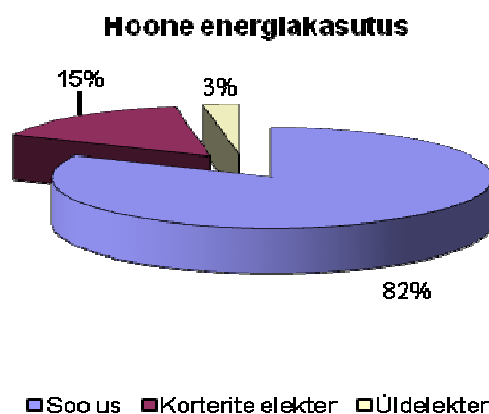
Üldiselt oli mõõtmisperioodil korterite õhuvahetus rahuldav. Parema õhuvahetuse tagamiseks tuleb tähelepanu pöörata ventilatsiooni parendamisele.

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

Soojusenergia tarnija	Fortum Termest AS
Põhiline kütteviis	Lokaalküte
Kasutatav kütus	Gaas
Küttesüsteemi põhimõtteline lahendus	Ühetoru süsteem, plaatsoojusvaheti, soojussõlm heas seisukorras.
Küttesüsteemi üldine soojuskulu mõõtur	Jah
Individaalne soojuskulu mõõtmine korteriomandites	Ei
Tarbevee tarnija	Tallinna Vesi AS
Veevarustuse liik	Tsentraalne linnavõrgust
Olmekanaliseerimine	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	3x400 V
Üldotstarbelise elektri peakaitse	80A
Korteri peakaitse jaotuskilbis	40 A

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

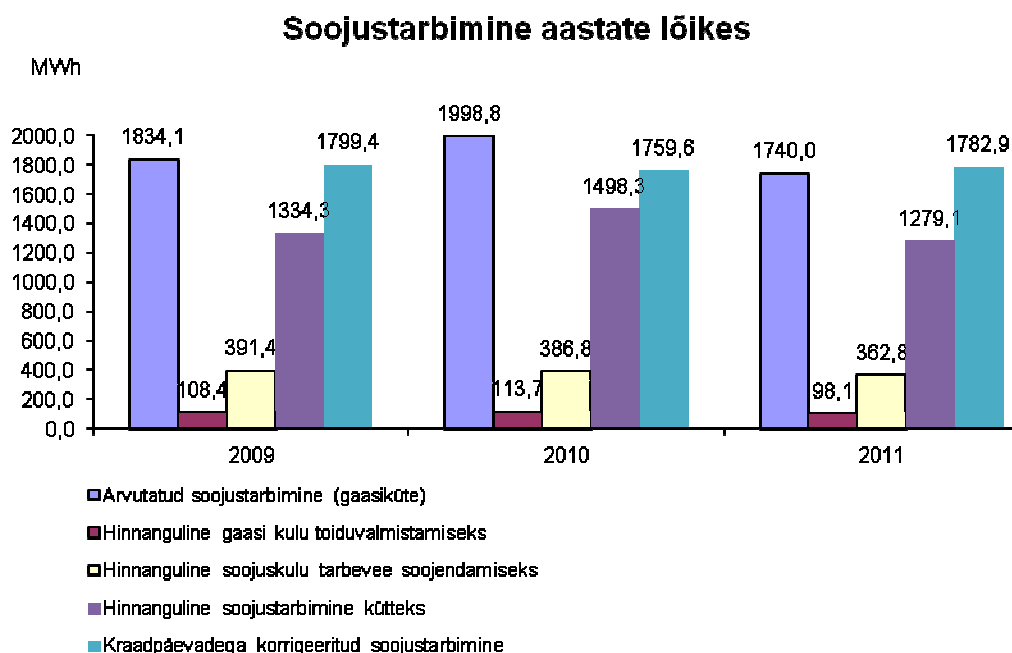
Graafik 3



2.6 Soojusenergia kulu

Näitaja	Ühik	2009	2010	2011
Möödetud gaasi kogus	N/m ³	223 088	235 405	204 920
Arvutatud soojustarbimine (gaasiküte)	MWh/a	1834,1	1998,8	1740,0
Hinnanguline gaasi kulu toiduvalmistamiseks	MWh/a	108,4	113,7	98,1
Hinnanguline soojuskulu tarbevee soojendamiseks	MWh/a	391,4	386,8	362,8
Hinnanguline soojustarbimine kütteks	MWh/a	1334,3	1498,3	1279,1
Kraadpäeva võtmepiirkond	Tallinn			
Tegeliku aasta kraadpäevade arv, $t_B = 17^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C d}$	3999	4606	3801
Normaalaasta kraadpäevade arv, $t_B = 17^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C d}$	4220	4220	4220
Kraadpäevadega korrigeeritud soojustarbimine	MWh/a	1799,4	1759,6	1782,9
Soojuse tariif/hind	eurot/MWh	38,5	39,8	41,0
Kulutused soojusele	eurot/a	69 268	70 005	73 040
Eritarbimine köetava pinna kohta	kWh/(m ² a)	160	157	159
Eritarbimine eluruumide pinna kohta	kWh/(m ² a)	160	157	159
Märkused:				
Soojuse hind on arvestatud energiatarnija aasta keskmiste andmete põhjal. Hinnad on arvestatud käibemaksuga (vt Eessõna).				
Korteriühistu kasutab gaasi kütte ja sooja vee valmistamiseks ning suurem osa (tellija sõnul 90%) korteritest gaasipliitides toidu valmistamiseks.				
Soojustarbimise kulu kütteks on suurenenud 2010 aastal arvatavasti viimase aasta külmema talve tõttu. Seevastu soojuskulu tarbevee soojendamiseks on vähenenud tänu sooja tarbevee tarbimise vähenemisele.				
Soojuse kulu sooja tarbevee soojendamiseks saadi vee erisoojuse, sooja tarbevee ja külma vee keskmise temperatuuride vahe ning sooja tarbevee koguse korrutamisel. Sooja tarbevee eritarbimised köetava pinna ja eluruumide pinna kohta on toodud tabelis 2.8.				
Tellija sõnul alustatakse kütmist oktoobrikuu esimes(te)l päeva(de)l ja lõpetatakse aprilli lõpp/mai esimes(te)l päeva(de)l - vastavalt ilmastiku oludele.				

Graafik 4



Kraadpäevadega korrigeeritud soojustarbimine on vaadeldaval perioodil ebahütlane, kuna elamu kasutus on aastate jooksul erinev.

2.7 Elektrienergia kulu

Tellija poolt on esitatud kortermaja tarbitavad elektrienergia kogused igakuiste (2009-2011 aasta) näitude alusel.

Näitaja	Ühik	2009	2010	2011
Kogu elekter	kWh/a	404 875	414 697	384 039
sh üldelekter				
Elektrienergia	kWh/a	57 398	59 260	59 154
Elektri hind	eurot/kWh	0,095	0,10	0,10
Elektrienergia maksumus	eurot/a	5 466	5 946	5 936
Eritarbimine köetava pinna kohta	kWh/(m ² a)	5,11	5,28	5,27
Eritarbimine eluruumide pinna kohta	kWh/(m ² a)	5,11	5,28	5,27
sh korterite elekter				
Elektrienergia	kWh/a	347 477	355 437	324 885
Elektri hind	eurot/kWh	0,095	0,10	0,10
Elektrienergia maksumus	eurot/a	33 090	35 665	32 599
Eritarbimine köetava pinna kohta	kWh/(m ² a)	30,94	31,65	28,93
Eritarbimine eluruumide pinna kohta	kWh/(m ² a)	30,94	31,65	28,93
Märkused:				
Tabelis on esitatud kortermaja kogu elektri tarbimine. Elektri hind on arvestatud energiatarbija aasta keskmiste andmete põhjal. Hinnad on käibemaksuga. Üldelektri tarbimine kogu elektri tarbimisest moodustab keskmiselt 14%. Korterite elektritarbimine on aastate lõikes kõikumine. Söögitegemine on osaliselt elektripliitidega. Korterites on soovitatav kasutada säästvamaid seadmeid, mis aitavad kaasa ka elektrienergia kokkuhoiule.				

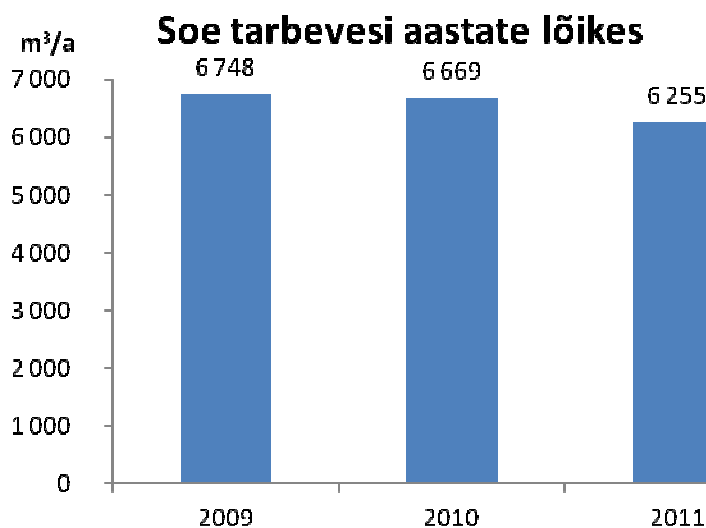
2.8 Vee kulu

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

Tellijal poolt on esitatud külma ja sooja vee tarbitavad kogused igakuiste (2009-2011 aasta) veemõõtjate näitude alusel.

Tarbevee kulu	Ühik	2009	2010	2011
Tarbevesi	m ³ /a	17 420	17 191	16 595
Tarbevee eritarbimine kõetava pinna kohta	m ³ /(m ² a)	1,55	1,53	1,48
Tarbevee eritarbimine eluruumide pinna kohta	m ³ /(m ² a)	1,55	1,53	1,48
Vee hind	eurot/m ³	1,8	2,1	2,1
Aastane vee maksumus	eurot/a	31 897	36 122	34 518
Soe tarbevesi	m ³ /a	6 748	6 669	6 255
Sooja tarbevee eritarbimine kõetava pinna kohta	m ³ /(m ² a)	0,60	0,59	0,56
Sooja tarbevee eritarbimine eluruumide pinna kohta	m ³ /(m ² a)	0,60	0,59	0,56
Soojuse kulu vee soojendamiseks	MWh/a	391,4	386,8	362,8
Soojuse tariif/hind	eurot/MWh	38,5	39,8	41,0
Kulutused sooja tarbevee soojendamiseks	eurot/a	15 066	15 389	14 863
Märkused:				
Hinnad on arvestatud Tallinna Vesi AS hinnakirja alusel koos käibemaksuga (vt Eessõna). Korteriühistu kasutab sooja tarbevee valmistamiseks soojussõlme. Sooja tarbevee erikulud on korterelamutes enamasti vahemikus 0,55-0,90 m ³ /(m ² a) eluruumide pinna kohta, mis jääb antud hoones sellesse vahemikku. Vee tarbimine sõltub leibkondade koosseisust ja tarbimisharjumustest.				

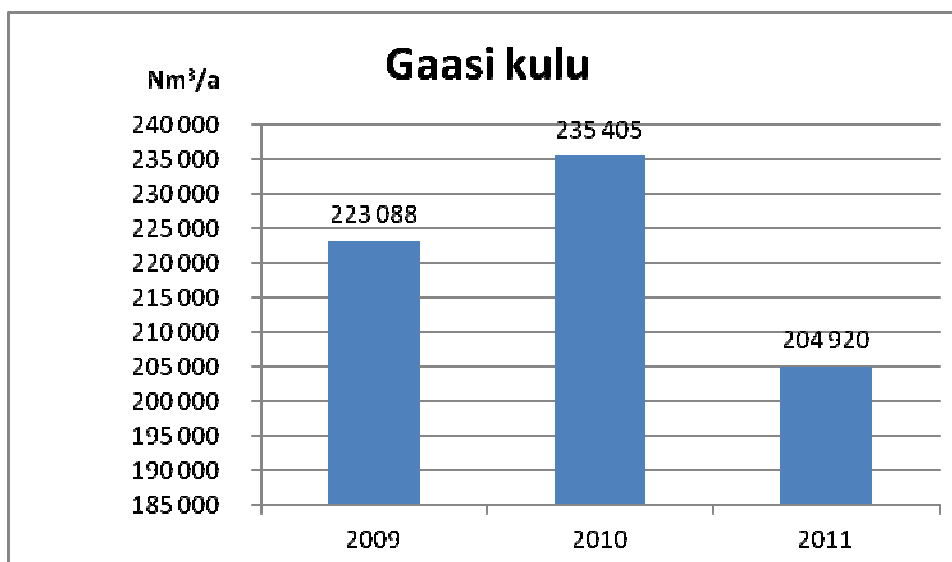
Graafik 5



2.9 Maagaasi kulu

Näitaja	Ühik	2009	2010	2011
Gaasi kulu	Nm ³ /a	223 088	235 405	204 920
Arvutatud gaasi kogus	MWh/a	2 074,7	2 189,3	1 905,8
Gaasi hind	eurot/Nm ³	0,36	0,37	0,38
Aastane gaasi maksumus	eurot m ³ /a	79 866	87 100	78 075
Märkused:				
Gaasi kulu Nm ³ /a kohta ja hinnad pärinevad Eesti Gaasilt. Hinnad on arvestatud käibemaksuga (vt Eessõna). Korterühistu kasutab gaasi kütte ja sooja vee valmistamiseks ning suurem osa korteritest gaasipliitides toidu valmistamiseks. Maagaasi alumine kütteväärtus on 9,3 kWh/m ³ , mis on arvestatud gaasi kulu (MWh/a) leidmisel.				

Graafik 6



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 automatikalt töötav ühetoru küttesüsteem, mis vajaks tasakaalustamist ning katlamaja ja soojussõlme koostöö ülevaatamist. 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	Soojuskadu läbi piirdetarindite	Energiakulu õhuvahetuseks ja infiltratsiooniks	Sooja vee valmistamine	Arvutatud kogukulu	Mõõdetud kogukulu
	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Katuslagi	42,8				
Välisseinad	500,8				
Välisseinad	13,1				
I-korruse põrand	74,4				
Uuemad aknad	276,2				
Vanemad aknad	203,5				
Välisüksed	3,2				
Külmasillad	50,2				
Kokku	1164,1	236,4	380,3	1780,8	1780,6
Märkused:					
Mõõdetud 2009-2011 aasta soojustarbe kogukulud on korrigeeritud kraadpäevadega.					
Tasakaalutemperatuur, °C: 17,7 See on leitud arvutuslikul meetodil (vt Lisa 4.4).					
Piirdetarindite soojuskaod on leitud arvutuslikul meetodil.					
Õhuvahetuskordajaks on võetud antud hoonele 0,16					

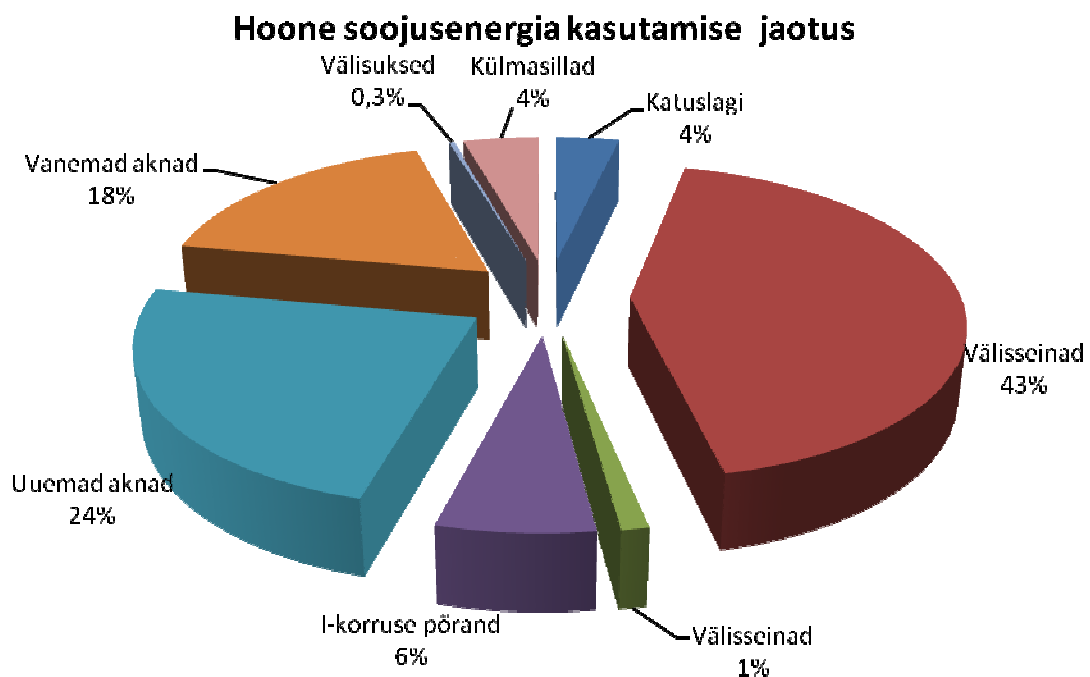
Analüüsitud A.H. Tammsaare tee 110 paneel elamu energiatarbe analüüsi lähtesuuruseks oli elamu tegelik soojustarbimine. Selleks kasutasime kraadpäevadega taandatud kolme aasta mõõdetud soojustarbimise väärtusi (vt. Tabel 1). Tabelis on esitatud nii elamu soojuskaod läbi piirdetarindite, energiakulu õhuvahetuseks 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 7



Suurimad soojakaod on soojustamata välisseinte (esi- ja tagafassaad), mida illustreerivad ka termopildid (vt. ptk 5). Soovituslik on hoone välisseinad soojustada.

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

Hoone piirdetarindite olemasolev olukord on hea/rahuldav nii ehitustehniliselt kui ka soojuslike omaduste poolest. Elamu vajab renoveerimist ning soojustehniliste parameetrite parandamist.

Järgnev tabel iseloomustab korterelamu olemasolevat olukorda, piirdetarindite hinnangulisi soojuskadusid.

3.1 Hoone piirdetarindid

				Hetke olukord $t_B, ^\circ\text{C}$	17,7
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 soojuskadod MWh/a
Katuslagi	Lamekatus: olemasolev lamekatus+70mm klaasvill+30mm OL-K + SBS	Visuaalsel vaatlusel oli märgata lumekuhjasid, veeloike	1686,4	0,24	42,8
Välisseinad	Esi- ja tagafassaad: suurpaneel	Heas/rahuldavas seisukorras	4543,7	1,03	500,8
Välisseinad	Otsaseinad: suurpaneel+100mm vill+13mm tuuletõke +Tepsi fassaadiplaat	Heas seisukorras	499,1	0,25	13,1
I-korruse põrand	Keldrilagi: r/b-paneel	Heas seisukorras	1686,4	0,41	74,4
Uuemad aknad	Peamiselt plastikaknad	Enamus aknad	1613	1,6	276,2
Vanemad aknad	Ehitusaegsed 2-klaasiga puitraamiga aknad	Rahuldavas seisukorras	691	2,8	203,5
Välisuksed	Trepikoja uks: metalluksed klaasidega	Heas seisukorras	16,4	1,8	3,2
Külmasillad					50,2
KOKKU					1164

*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 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 neli säästumeetmete paketti.

Esimene säästumeetme pakett arvestab olemasolevat olukorda, kus pakutakse välja esmajoones vajalikud meetmed. Arvestatakse normikohast sisetemperatuuri 21⁰C ja normidele vastavat õhuvahetuse kordarvu.

Säästumeetme pakett 1 sisaldab järgnevat:

- Reguleeritavad freshklapid korteritesse ja trepikodadesse;
- Küttesüsteemi püstikute tasakaalustamine, küttekehadele termostaatventiilide paigaldamine.

			Säästumeetmete pakett 1 t _B , °C		17,4
Piirdetarind või selle osa	Pindala, m ²	Parendus-meetmed, soovitud energiasäästuks	Arvutuslik U-väärtus pärast meetme rakendamist, W/(m ² K)	Hinnangulised soojuskaod pärast meetme rakendamist, MWh/a	Energiasääst, MWh/a
Katuslagi	1686,4	Olemasolev lamekatus lisasoojustusega: ei soovitata	tarindit ei renoveerita	41,8	1,0
Välissein	4543,7	Esi- ja tagafassaad suurpaneel: ei soovitata	tarindit ei renoveerita	489,4	11,5
Välissein	499,1	Olemasolev otsaseinad lisasoojustusega: ei soovitata	tarindit ei renoveerita	12,8	0,3
I korruse põrand	1686,4	ei soovitata	tarindit ei renoveerita	72,7	1,7
Uuemad aknad	1613,4	ei soovitata	tarindit ei renoveerita	269,9	6,3
Vanemad aknad	691,4	ei soovitata	tarindit ei renoveerita	198,8	4,7
Välisüksed	16,4	ei soovitata	tarindit ei renoveerita	3,1	0,1
Külmasillad				49,0	1,1
KOKKU				1137	27

*U (ühik W/ (m² K)) iseloomustab piirdetarindi soojajuhtivust, mis näitab, kui suur soojushulk (W) läbib 1 m² suuruse piirdetarindi, kui temperatuuride vahe vastastikuste pindade vahel on 1 kraad. Mida väiksem on U-arv, seda paremini konstruktsioon soojust isoleerib.

Pakett 1 näeb ette konstruktsiooni püsivust ja ruumide tervisliku sisekliima tagamist ning soovituslikke energiatõhususe lahendusi.

Pakett 1 ei kaasne märgatavat energiasäästu võrreldes korterelamu hetke olukorraga.

Järgnevad säästumeetme paketid arvestavad hoone välispiirete renoveerimist. Arvestatakse normikohast sisetemperatuuri 21⁰C ja normidele vastavat õhuvahetuse kordarvu.

Säästumeetme pakett 2 sisaldab järgnevat:

- Reguleeritavad freshklapid korteritesse ja trepikodadesse;
- Küttesüsteemi püstikute tasakaalustamine, küttekehadele termostaatventiilide paigaldamine;
- Ülejäänud välispiirete (sh sokli) soojustamine.

Säästumeetme pakett 3 sisaldab järgnevat:

- lisaks teisele paketile soovitame amortiseerunud akende vahetust.

Säästumeetme pakett 4 sisaldab järgnevat:

- lisaks kolmandala soovitame soojustagastusega lokaalset ventilatsiooniseadet igasse korterisse.

Tabel 2

			Säästumeetmete pakett 2 t _B , °C 16,3			Säästumeetmete pakett 3 t _B , °C 15,9			Säästumeetmete pakett 4 t _B , °C 11,7		
Piirdetarind või selle osa	Pindala, m ²	Parendus-meetmed, soovitud energiasäästuks	Arvutuslik U-väärtus pärast meetme rakendamist, W/(m ² K)	Hinnangulised soojuskaod pärast meetme rakendamist, MWh/a	Energiasääst, MWh/a	Arvutuslik U-väärtus pärast meetme rakendamist, W/(m ² K)	Hinnangulised soojuskaod pärast meetme rakendamist, MWh/a	Energiasääst, MWh/a	Arvutuslik U-väärtus pärast meetme rakendamist, W/(m ² K)	Hinnangulised soojuskaod pärast meetme rakendamist, MWh/a	Energiasääst, MWh/a
Katuslagi	1686,4	Olemasolev lamekatus lisasoojustusega: ei soovitata	tarindit ei renoveerita	38,3	4,5	tarindit ei renoveerita	37,0	5,7	tarindit ei renoveerita	25,4	17,4
Välissein	4543,7	Esi- ja tagafassaad: suurpaneel+125mm vill+13mm tuuletöke	0,21	91,4	409,5	0,21	88,4	412,4	0,21	60,7	440,2
Välissein	499,1	Olemasolev otsaseinad lisasoojustusega: ei soovitata	tarindit ei renoveerita	11,7	1,4	tarindit ei renoveerita	11,3	1,8	tarindit ei renoveerita	7,8	5,3
I korruse põrand	1686,4	Keldrilagi: r/b-paneel; sokli soojustamine 125mm soojaisolatsiooniga	0,2	32,3	42,1	0,2	31,3	43,1	0,2	21,4	52,9
Uuemad aknad	1613	ei soovitata	tarindit ei renoveerita	247,2	29,1	tarindit ei renoveerita	239,2	37,0	tarindit ei renoveerita	164,1	112,1
Vanemad aknad	691	uued aknad	tarindit ei renoveerita	182,1	21,4	1,1	70,5	133,0	1,1	48,4	155,1
Välisüksed	16,4	ei soovitata	tarindit ei renoveerita	2,8	0,3	tarindit ei renoveerita	2,7	0,4	tarindit ei renoveerita	1,9	1,3
Külmasillad				32,8	17,4		31,7	18,5		21,8	28,4
				639	526		512	652		351	813

*U (ühik W/ (m² K)) iseloomustab piirdetarindi soojajuhtivust, mis näitab, kui suur soojushulk (W) läbib 1 m² suuruse piirdetarindi, kui temperatuuride vahe vastastikuste 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. Rekonstrueerimine oli 2001/2002/2003. aastal.	Perioodiliselt hooldada ja kontrollida.
Soojussõlme automaatika	TAC	Heas seisukorras
Küttesüsteemi ajamitega reguleerimisventiilid	Kuulkraanid	Heas seisukorras
Küttesüsteemi soojusvaheti	Plaatsoojusvaheti, Cetetherm OY 870 kWh *primaarpoolel vooluhulk 2,021 l/s, temp 130-70°C *sekundaarpoolel vooluhulk 4,88 l/s, temp 65-90°C	Korras
Küttesüsteemi ringluspumbad	Kolmeks 2,2 kWh	Perioodiliselt hooldada ja kontrollida.
Küttesüsteemi paisupaak	Automaatika pumbaga mahuti CIPEX	Korras
Soojusenergia arvesti	MULTICAL Compact	Korras
Sooja tarbevee valmistamine	Plaatsoojusvaheti, Cetetherm OY 942 kWh *primaarpoolel vooluhulk 2,486 l/s, temp 65-30°C *sekundaarpoolel vooluhulk 1,989 l/s, temp 5-55°C	Korras
Sooja tarbevee ringluspumbad	Kolmeks 0,2 kWh	Perioodiliselt hooldada ja kontrollida.
Soojussõlme soojusisolatsioon	Torukoorik. Isoleeritud korralikult.	-
Kaugküte torustikud keldris	Isoleeritud mineraalvillaga. Osaliselt puudulik.	Kontrollida isolatsiooni seisukorda, vajadusel uuendada.
Küttetorustikud	PPR torud	Paigaldatud 1997 aastal, tellija esindaja sõnul heas seisukorras.
Soojavee torustikud	Plastiktorud isoleerimata	Soovitatav isoleerida.

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

Soojussõlm on soovitatav üle vaadata ja perioodiliselt hooldada. Olemasoleva küttesüsteemi püstikud tasakaalustada. Samas tuleks ka hoone soklikorrusel asuvad ülejäänud 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 kütteevee 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.

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. Hoonesiseseks torustikuks on PVC-torud, mis on isoleerimata. Olmekanalisatsioon juhitakse linnavõrku. Hoonesisene torustik on enamalt jaolt ehitusaegne ja rajatud malmtorudest, mis tuleks vahetada kaasaegsemate torude vastu.

Sadeveed juhitakse katuselt ära vastavalt sisemise sadevete äravoolu torustiku kaudu. Hoone ülevaatusel oli märgata, et maja seinast väljuv sadevee äravool on ebapiisava kaugusega konstruktsioonist (vt Illustreerivad fotod), mistõttu võib vesi pääseda läbi pragude elamu konstruktsiooni ja keldrisse. Vesi kahjustab elamu konstruktsiooni ja vundamenti, mis võib mõjutada selle stabiilsust kui pinnases liikuv vesi kannab materjali vundamendi äärest ja alt ära.

3.4 Ventilatsioonisüsteem

Ventilatsioonisüsteem on ehitusaegne loomuliku tõmbega. Välisõhu juurdevool toimub vanemate akende ebatiheduse kaudu. Plastikakende omanikud kasutavad arvatavasti mikrotuulutust enam-vähem rahuldava sisekliima tagamiseks.

Osade korterite köögis olevad mehaanilised kubud ja sanitaarruumis mehaanilised ventilaatorid on suunatud lõõridesse. Elamu ülevaatusel oli osades korterites hallitus, mõni korter oli ulatuslikult hallitanud. Hallituse tekke üks põhjustest on õhuliikumise puudulikus. Soovitav on ventilatsioonikorstnad üle vaadata. Lõõrid võivad olla ummistunud ehituse- või ekspluatatsiooni käigus tekkinud sodiga või on kinni betoneeritud. Korterites, kus puuduvad köögis ja sanitaarruumis mehaanilised ventilaatorid, tuleks need sinna paigaldada, et tagada parem õhuvahetus. Ventilatsioonilõõre tuleb perioodiliselt puhastada. Viimati puhastati neid 2004 aastal.

Hoone energiabilansist tulenev õhuvahetuse kordarv 0,16 1/h näitab, et hoone õhuvahetus on madalam normist. Normikohane õhuvahetuskordsus eluruumides on kord kahe tunni jooksul, mis annab õhuvahetuse kordarvuks 0,5 1/h.

Odavam variant on välisseintesse paigaldada reguleeritavad freshklapid ning köökidesse ja sanitaarruumidesse, kus need puuduvad, tuleb kindlasti paigaldada mehaanilised lõõriventilaatorid, et luua võimalus loomuliku ventilatsiooni toimimiseks.

3.5 Kütte- ja ventilatsioonisüsteemide säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus

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

Tellijä esindaja Evald Rosenkron'i sõnul on PPR küttestorud heas seisukorras. Need paigaldati 1997. aastal. Püstakuid tasakaalustati 1997 ja 2003. aastal. Tellija esindaja sõnul ei vasta soojussõlme soojusvaheti katlamaja väljuvale temperatuurile, kuna soojusvahetil on primaarpoolel vooluhulk 130-70°C ning katel annab maksimaalselt 100°C. Seega on soovitatav soojussõlm üle vaadata ja parendada.

Kindlasti tuleks keldris asuvad kõik küttestorud katta kaasaegsemate soojustusmaterjalidega, kuna küttesüsteemi torude isoleerimisega on võimalik vältida soojuskadusid. Et tagada korterites ühtlane temperatuur, tuleks olemasolevale ühetorusüsteemi küttesüsteemile

paigaldada regulaatorid. Pikemas perspektiivis vaadatuna, tuleks kaaluda kogu kütetorustiku vahetamist sh vanemad radiaatorid ning võimalusel paigaldada igasse korterisse küttekulijaoturid.

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

Välisseintesse on soovitatav paigaldada reguleeritavad freshklapid ning köökidesse ja sanitaariumidesse, kus puudub ventilatsioon, tuleks paigaldada mehaanilised lõõriventilaatorid. Lõõre tuleb perioodiliselt puhastada. Soovitatav on kontrollida ka nende seisukorda. Tegemist on ühe odavama ja lihtsama variandiga.

Teine võimalus on kohtventilatsiooniseadmed, mida on kerge paigaldada ruumi välisseina. Seade koosneb ventilaatorist, keraamilisest energiasalvestist ja õhufiltrist. Seadmed töötavad paaris: 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, samuti sise ja välistemperatuuri erinevusest ja õhuniiskusest. Näiteks, kui korteri sisetemperatuur on 20⁰C ja välistemperatuur on 0⁰C, siis tupp sisse puhutava õhu temperatuur jääb vahemikku 17-18⁰C. Tavalise värske õhu klapi või akna avamisel oleks korterisse sisse puhutav õhk 0⁰C. Seadmed töötavad ohutul madalpingel (kuni 15 V) ning nende elektritarve on väga väike: üks agregaat kulutab aastas umbes 30 kWh elektrienergiat.

Kolmas võimalus on korterelamu põhine ventilatsioonisüsteem, kus maja katusele paigaldatakse ventilatsiooni püstakutele väljatõmbeventilaatorid koos vesikalorifeeridega. Antud võimalusega saab väljatõmbe ventilatsioonisoojuse taaskasutamise soojuspumba abil maja tarbevee ja küttevee soojendamiseks. Soojuspumpade poolt toodetud soojusenergia võrra tarbitakse vähem kütte soojusenergiat, kuid suureneb üldelektri kulu.

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

Kütte ja ventilatsiooni seadmete tasuvusaeg ja maksumus on toodud säästumeetmete pakettides.

3.6 Elektriseadmed

Hoone on ühendatud Eesti Energia AS elektrivõrguga. Hoone elektrisüsteemist on uued kontrollmõõdikud. Korterelamus on juhtmed ehitusaegsed, paneelide kanalites. Nii üldelektri kui ka korterites olevad ehitusaegsed elektrijuhtmed on soovitatav välja vahetada. Antud lahendus ei anna energiasäästu, kuid tagab hoone ohutut elektrikasutamist.

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

Kui paigaldatakse ruumipõhised soojustagastusega ventilatsiooni seadmed, suureneb korterite elektrienergia kulu 7,17 MWh/a.

4. Lisad

4.1 Sisekliima mõõtmistulemused

Esitatud on kümne korteri temperatuuri ja niiskuse graafikud mõõtmisperioodil 12-23 märts 2012 aastal.

Punane joon iseloomustab temperatuuri kõikumisi mõõdetud perioodil (vasakpoolne telg, °C).

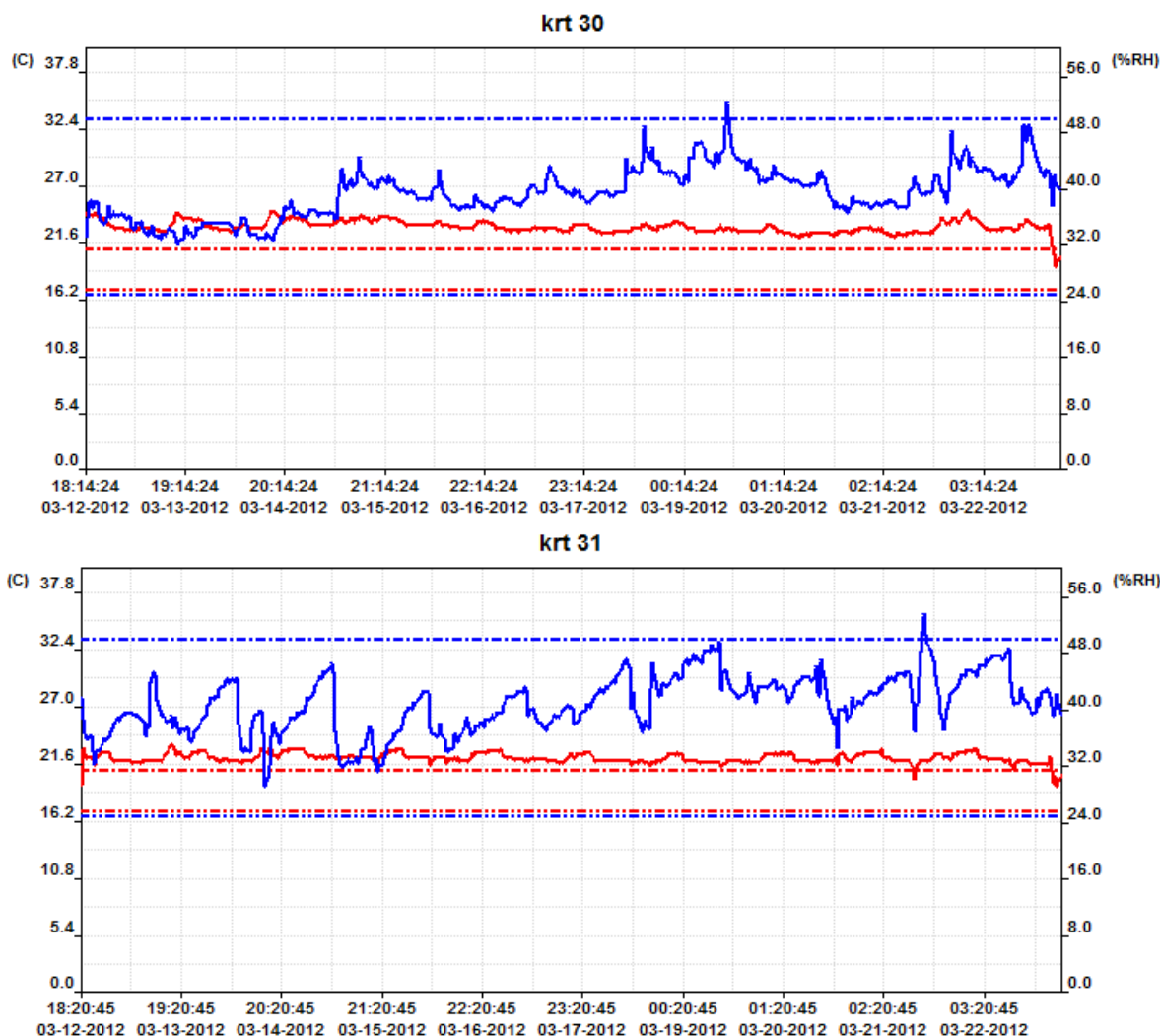
Punane punktiirjoon iseloomustab temperatuuri miinimum ja maksimum skaalat (vasakpoolne telg, °C)

Sinine joon iseloomustab suhtelise niiskuse kõikumisi mõõdetud perioodil (parempoolne telg, RH%).

Sinine punktiirjoon iseloomustab suhtelise niiskuse miinimum ja maksimum skaalat (parempoolne telg, RH%).

1. Temperatuur ja suhteline niiskus 8-korruse elamu korterites:

Korterites on plastikaknad, loomulik ventilatsioon. Tegemist on 2-toaliste korteritega.



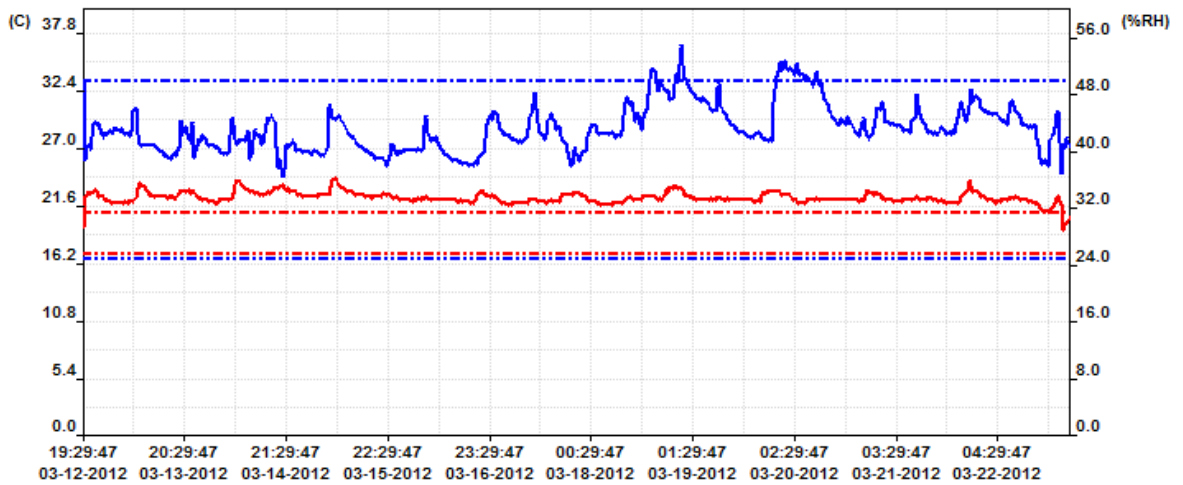
Temperatuur on suhteliselt stabiilne, kuid väga kõrge. Suhteline niiskus on väga kõikum. Õhuvahetus korterites on ebapiisav.

Korteris 31 on magamistoas hallitus välisseina liitekohtades ning talvel oli välisseina ja põranda liitekoht nurgast jääs (vt Termopildid).

2. Temperatuur ja suhteline niiskus esimese korruse elamu korteris:

Korteris plastikaknad, loomulik ventilatsioon. Tegemist on 3-toalise korteriga.

krt 37

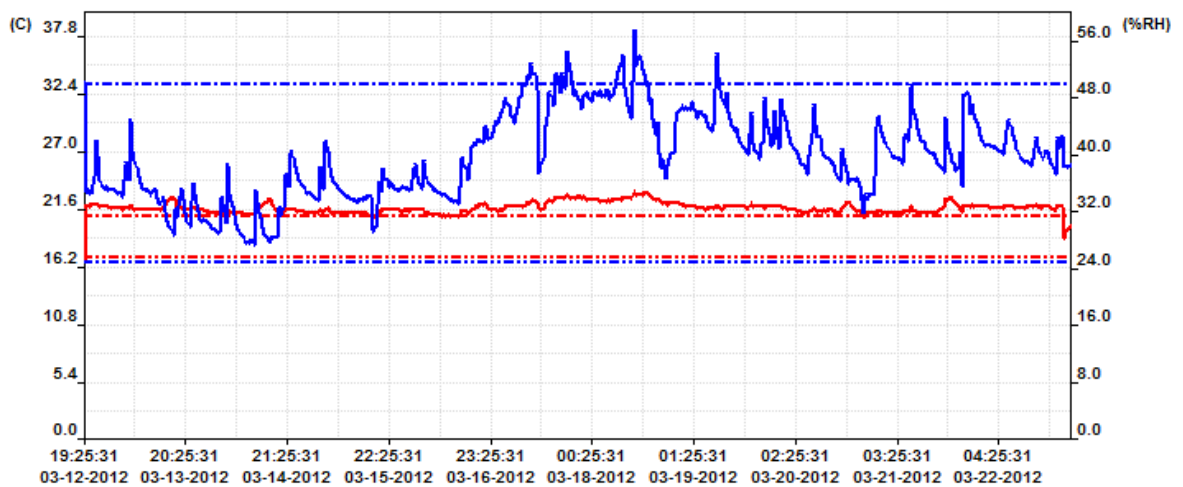


Temperatuur on suhteliselt stabiilne, kuid väga kõrge. Suhteline niiskus on väga kõikum. Õhuvahetus korteris on ebapiisav.

3. Temperatuur ja suhteline niiskus 6-korruse elamu korteris:

Korteris on vanemad aknad, loomulik ventilatsioon. Tegemist on 2-toalise korteriga.

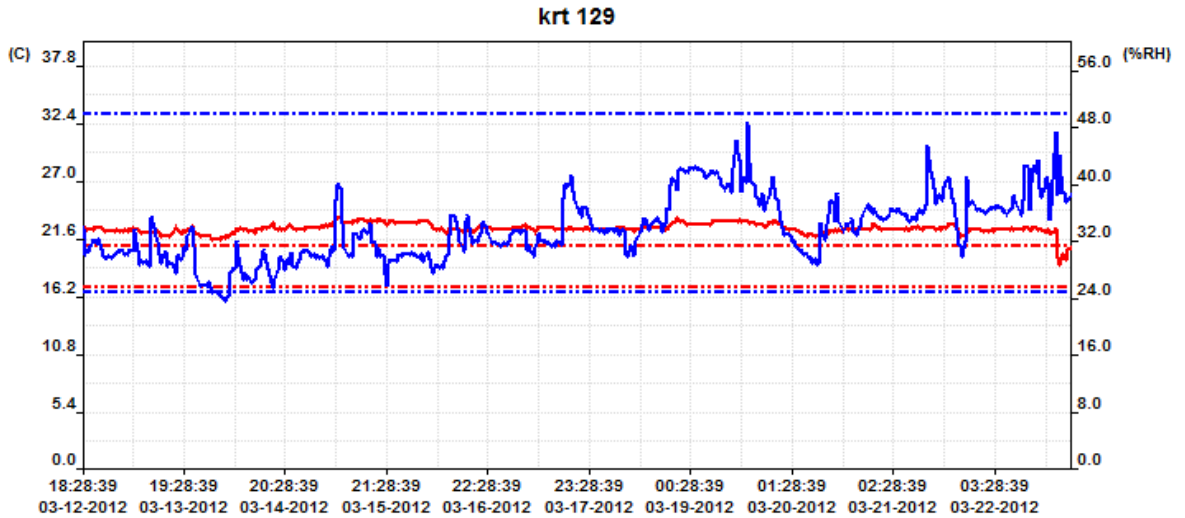
krt 94



Temperatuur on suhteliselt stabiilne, kohati kõrge. Suhteline niiskus on väga kõikum. Õhuvahetus korteris on ebapiisav.

4. Temperatuur ja suhteline niiskus 6-korruse elamu korteris:

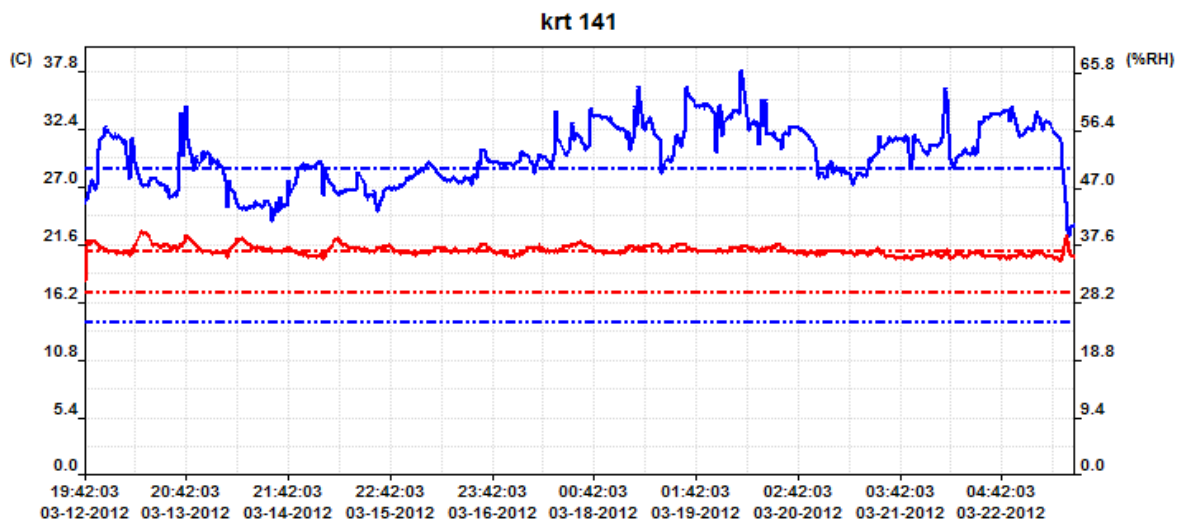
Korteris on vanemad aknad, loomulik ventilatsioon. Tegemist on 3-toalise korteriga.



Temperatuur on suhteliselt stabiilne, kuid kõrge. Suhteline niiskus on väga kõikumine, kohati madal. Õhuvahetus korteris on ebapiisav.

5. Temperatuur ja suhteline niiskus viimase korruse elamu korteris:

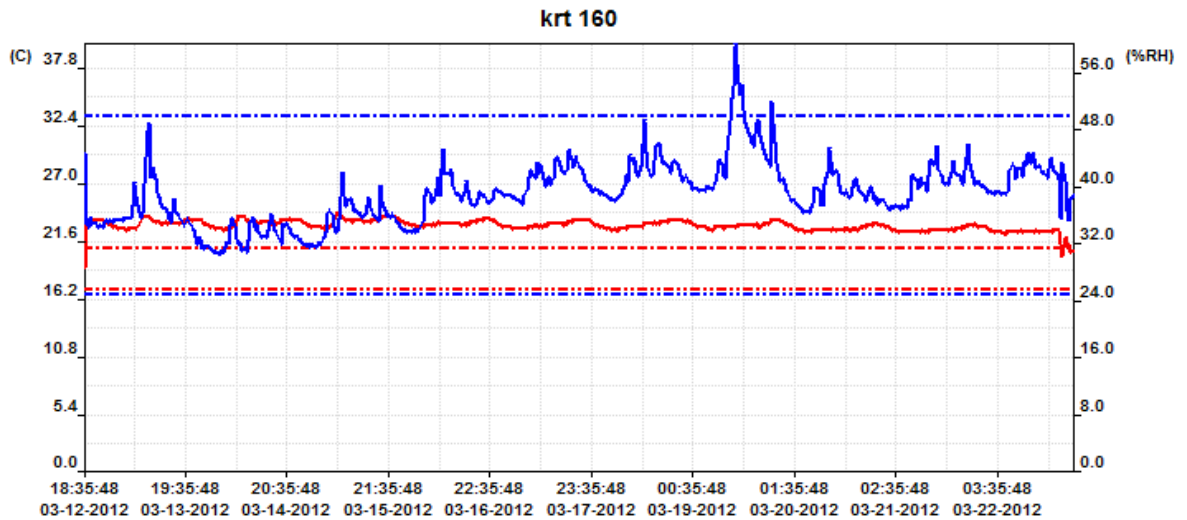
Korteris on plastikaknad, loomulik ventilatsioon. Tegemist on 3-toalise korteriga.



Temperatuur on suhteliselt stabiilne. Suhteline niiskus on väga kõikumine ja kõrge. Antud korteris on olnud hallitust. Termopildistamisel oli märgata pinnatemperatuuride erinevust välisseinte liitekohtades (vt. Termopildid).

6. Temperatuur ja suhteline niiskus 4-korruse elamu korteris:

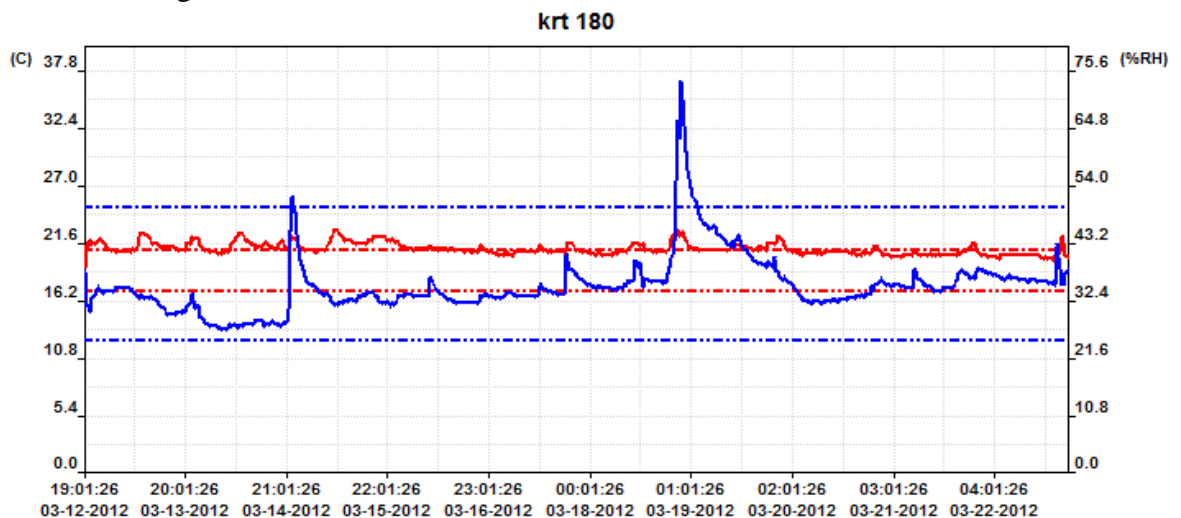
Korteris on plastikaknad, loomulik ventilatsioon. Tegemist on 3-toalise korteriga.



Temperatuur on suhteliselt stabiilne, kuid kõrge. Suhteline niiskus on väga kõikum, kohati kõrge. Õhuvahetus korteris on ebapiisav.

7. Temperatuur ja suhteline niiskus viimase korruse elamu korteris:

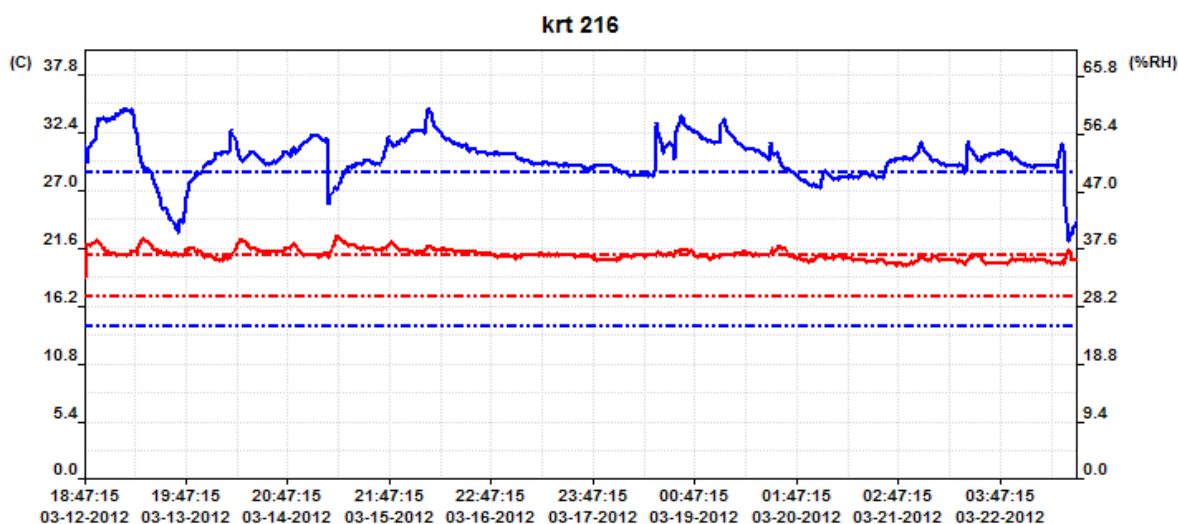
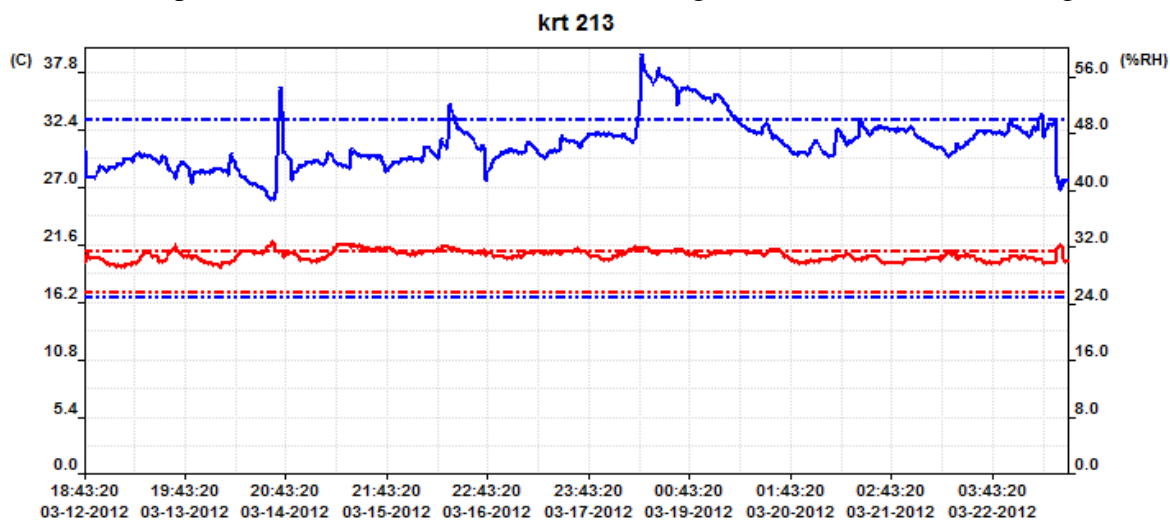
Korteris on vanemad puitaknad ja plastikaknad, loomulik ventilatsioon. Tegemist on 3-toalise korteriga.



Temperatuur on suhteliselt stabiilne, kuid kohati olnud kõrge. Suhteline niiskus on kõikum ja madala, kohati kõrge. Kõrgem niiskus võib olla tingitud võimalikest niiskuse eraldumisest ruumi. Õhuvahetus korteris on ebapiisav.

8. Temperatuur ja suhteline niiskus viimase korruse elamu korterites:

Korterites on plastikaknad, loomulik ventilatsioon. Tegemist on 3-toaliste korteritega.



Temperatuur on suhteliselt stabiilne, kuid madalam võrreldes teistel korrustel olevate korteritega. Suhteline niiskus on väga kõikumine ja kõrge.

Korter 216 hallitab enamustes ruumides. Termopildistamisel oli märgata pinnatemperatuuride erinevust välisseinte liitekohtades ja avade ümbruses (vt. Termopildid).

4.2 Gaasi, elektrienergia ja tarbevee tarbimisandmed kuude lõikes 2009-2011

2009	külm vesi m ³	soe vesi m ³	vesi kokku m ³	Elekter kokku kWh	üld elekter kWh	korterite elekter kWh	gaas Nm ³
jaan	896	633	1 529	40118	5267	34851	
veebr	770	610	1 380	36081	5559	30522	
märts	920	582	1 502	37077	6638	30439	
apr	892	581	1 473	34604	5114	29490	
mai	812	591	1 403	29357	3737	25620	
juuni	851	559	1 410	29190	3806	25384	
juuli	885	480	1 365	26684	3133	23551	
aug	1 054	428	1 482	28089	3802	24287	
sept	978	491	1 469	30060	3287	26773	
okt	845	575	1 420	35720	4494	31226	
nov	955	584	1 539	38873	6665	32208	
dets	814	634	1 448	39022	5896	33126	
KOKKU	10672	6748	17420	404875	57398	347477	223 088

2010	külm vesi m ³	soe vesi m ³	vesi kokku m ³	Elekter kokku kWh	üld elekter kWh	korterite elekter kWh	gaas Nm ³
jaan	830	662	1 492	39281	5374	33907	
veebr	797	600	1 397	40072	6565	33507	
märts	934	636	1 570	36886	5557	31329	
apr	894	611	1 505	33612	5426	28186	
mai	942	569	1 511	31198	4917	26281	
juuni	774	507	1 281	28058	3202	24856	
juuli	925	432	1 357	27930	3300	24630	
aug	922	454	1 376	28798	3900	24898	
sept	895	510	1 405	31357	3500	27857	
okt	845	544	1 389	37055	5293	31762	
nov	969	559	1 528	38937	6567	32370	
dets	795	585	1 380	41513	5659	35854	
KOKKU	10522	6669	17191	414697	59260	355437	235 405

2011	külm vesi m ³	soe vesi m ³	vesi kokku m ³	Elekter kokku kWh	üld elekter kWh	korterite elekter kWh	gaas Nm ³
jaan	957	585	1 542	41866	6716	35150	
veebr	736	576	1 312	33634	5512	28122	
märts	870	596	1 466	35069	5643	29426	
apr	822	565	1 387	31083	4753	26330	
mai	909	543	1 452	29606	4836	24770	
juuni	828	474	1 302	25344	3358	21986	
juuli	796	394	1 190	25670	3217	22453	
aug	965	417	1 382	27096	4043	23053	
sept	920	475	1 395	25640	3514	22126	
okt	871	510	1 381	32928	4957	27971	
nov	821	536	1 357	36807	6406	30401	
dets	845	584	1 429	39296	6199	33097	
KOKKU	10340	6255	16595	384039	59154	324885	204 920

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

PIIRDETARIND või selle osa		OLEMASOLEV OLUKORD		
		Pindala A, m ²	U-väärtus, W/m ² K	U _i x A _i , kW/°C
Katuslagi	Lamekatus: olemasolev lamekatus+70mm klaasvill+30mm OL-K + SBS	1686,4	0,24	0,40
Välissein	Esi- ja tagafassaad: suurpaneel ilma soklita	4543,7	1,03	4,68
Välissein	Otsaseinad: suurpaneel+100mm vill+13mm tuuletõke +Tempsi fassaadiplaat ilma soklita	499,1	0,25	0,12
I korruse põrand	Keldrilagi: r/b-paneel	1686,4	0,41	0,69
Korterite aknad	Vahetatud aknad	1613,4	1,6	2,58
	Vanemattüüpi aknad	691,4	2,8	1,90
Välisüksed	Trepikoja uks: metallüksed klaasidega	16,4	1,8	0,03
Külmasillad				0,47
Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest				10,88
VENTILATSIOON		Ühik		
Kõetavate ruumide sisekubatuur		m ³	28072,5	
Õhuvahetuse kordarv, n		1/h	0,16	
Õhuvahetus, L		m ³ /s	1,83	
Õhu tihedus, ρ		kg/m ³	1,2	
Õhu erisoojus, c		kJ/kgK	1,005	
Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest		kW/°C	2,21	
Hoone erisoojuskaod, H		kW/°C	13,09	
VABASOOJUS				
Kogu vabasoojus hoones korterite 1m ² kohta		kWh/(m ² a)	46,4	
Utilisatsioonitegur, η			0,5	
Arvestuslik vabasoojus 1 m ² kohta, qvs		kWh/(m ² a)	23,2	
Kõetav pind		m ²	11229,0	
Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas, Qvs		kWh/a	260 755	
Keskmine vabasoojuskoormus, Φvs		kW	48,9	
Temperatuuri tõus vabasoojuse arvelt, Δtvs		°C	3,7	
Hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur, t _s		°C	21,5	
Tasakaalutemperatuur hoones, t_B		°C	17,7	
Kraadpäevad normaalaastal			4 459	
Soojuskadu läbi piirdetarindite		MWh/a	1 164	
Energiaikulu õhuvahetuseks ja infiltratsiooniks		MWh/a	236,4	
Arvutatud soojuskadu kokku		MWh/a	1 400,5	
Märkus:				
Kasutatud vabasoojuse hulk on ligikaudselt 46,4 kWh/a m ² ning korterelamu hetke olukorras on arvestatud vabasoojuse kasuteguriks 0,5.				
Õhuvahetus on leitud arvutuslikul meetodil.				
Hoone arvutuslikuks tasakaalutemperatuuriks on 17,7°C eeldusel, et maja kogu kõetava mahu keskmine temperatuur on 21,5°C.				

Tabel 4

PIIRDETARIND või selle osa		PAKETT 1		
		Pindala A, m ²	U- väärtus, W/m ² K	U _i x A _i , kW/°C
Katuslagi	Lamekatus: olemasolev lamekatus+70mm klaasvill+30mm OL-K+SBS	1686,4	0,24	0,40
Välissein	Esi- ja tagafassaad: suurpaneel ilma soklita	4543,7	1,03	4,68
Välissein	Otsaseinad: suurpaneel+100mm vill+13mm tuuletõke +Tempsi fassaadiplaat ilma soklita	499,1	0,25	0,12
I korruse põrand	Keldrilagi: r/b-paneel	1686,4	0,41	0,69
Korterite aknad	Vahetatud aknad	1613	1,6	2,58
	Vanemattüüpi aknad	691	2,8	1,90
Välisüksed	Trepikoja uks: metallüksed klaasidega	16,4	1,8	0,03
Külmasillad				0,47
Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest				10,88
VENTILATSIOON		Ühik		
Kõetavate ruumide sisekubatuur		m ³	28072,5	
Õhuvahetus infiltratsioonist		m ³ /s	0,28	
Õhuvahetus ventilatsioonist		m ³ /s	5,46	
Õhu tihedus, ρ		kg/m ³	1,2	
Õhu erisoojus, c		kJ/kgK	1,005	
Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest		kW/°C	6,92	
Hoone erisoojuskaod, H		kW/°C	17,8	
VABASOOJUS				
Kogu vabasoojus hoones korterite 1m ² kohta		kWh/(m ² a)	46,4	
Utilisatsioonitegur, η			0,65	
Arvestuslik vabasoojus 1 m ² kohta, qvs		kWh/(m ² a)	30,2	
Kõetav pind		m ²	11229,0	
Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas, Qvs		kWh/a	338 982	
Keskmine vabasoojuskoormus, Φvs		kW	63,6	
Temperatuuri tõus vabasoojuse arvelt, Δtvs		°C	3,6	
Hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur, t _s		°C	21	
Tasakaalutemperatuur hoones, t_B		°C	17,4	
Kraadpäevad normaalaastal			4 357	
Soojuskadu läbi piirdetarindite		MWh/a	1 137	
Energiakulu õhuvahetuseks ja infiltratsiooniks		MWh/a	723,7	
Arvutatud soojuskadu kokku		MWh/a	1 861,2	
Märkus:				
Kasutatud vabasoojuse hulk on ligikaudselt 46,4 kWh/a m ² ning korterelamu hetke olukorras on arvestatud vabasoojuse kasuteguriks 0,65. Võetud on arvesse väljas asuva temperatuurianduriga automaatne soojussõlm, tasakaalustatud püstikud ja radiaatoritele paigaldatud automaatsed termostaatventiilid. Säästumeetmete pakettides on arvestatud elamu kogu kõetava mahu keskmiseks temperatuuriks 21°C. Õhuvahetus infiltratsiooni ja ventilatsiooni leidmisel on lähtutud Energiatõhususe miinimumnõuete määrusest.				







Tabel 5

PIIRDETARIND või selle osa		PAKETT 2			PAKETT 3		PAKETT 4	
		Pindala A, m ²	U- väärtus, W/m ² K	U _i x A _i , kW/ ⁰ C	U- väärtus, W/m ² K	U _i x A _i , kW/ ⁰ C	U- väärtus, W/m ² K	U _i x A _i , kW/ ⁰ C
Katuslagi	Lamekatus: olemasolev lamekatus+70mm klaasvill+30mm OL-K+SBS	1686,4	0,24	0,40	0,24	0,40	0,24	0,40
Välissein	Esi- ja tagafassaad: suurpaneel+125mm vill+13mm tuuletõke ilma soklita	4543,7	0,21	0,95	0,21	0,95	0,21	0,95
Välissein	Otsaseinad: suurpaneel+100mm vill+13mm tuuletõke +Tempsi fassaadiplaat ilma soklita	499,1	0,25	0,12	0,25	0,12	0,25	0,12
I korruse põrand	Keldrilagi: r/b-paneel; sokli soojustamine 125mm soojaisolatsiooniga	1686,4	0,2	0,34	0,2	0,34	0,2	0,34
Korterite aknad	Vahetatud aknad	1613,4	1,6	2,58	1,6	2,58	1,60	2,58
	Vanemattüüpi aknad	691,4	2,8	1,90	1,1	0,76	1,1	0,76
Välisuksed	Trepikoja uks: metalluksed klaasidega	16,4	2,1	0,03	2,1	0,03	2,10	0,03
Külmasillad				0,34		0,34		0,34
Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest				6,67		5,53		5,53
VENTILATSIOON		Ühik						
Kõetavate ruumide sisekubatuur		m ³	28072,5		28072,5		28072,5	
Õhuvahetus infiltratsioonist		m ³ /s	0,28		0,28		0,28	
Õhuvahetus ventilatsioonist		m ³ /s	5,46		5,46		5,46	
Õhu tihedus, ρ		kg/m ³	1,2		1,2		1,2	
Õhu erisoojus, c		kJ/kgK	1,005		1,005		1,005	
Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest		kW/⁰C	6,92		6,92		1,38	
Hoone erisoojuskaod, H		kW/⁰C	13,59		12,45		6,91	
VABASOOJUS								
Kogu vabasoojus hoones korterite 1m ² kohta		kWh/(m ² a)	46,4		46,4		46,4	
Utilisatsioonitegur, η			0,65		0,65		0,65	

Arvestuslik vabasoojus 1 m ² kohta, qvs	kWh/(m ² a)	30,4	30,4	30,4
Köetav pind	m ²	11229,0	11229,0	11229,0
Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas, Qvs	kWh/a	341 068	341 068	341 068
Keskmine vabasoojuskoormus, Φvs	kW	64,0	64,0	64,0
Temperatuuri tõus vabasoojuse arvelt, Δtvs	°C	4,7	5,1	9,3
Hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur, t _s	°C	21	21	21
Tasakaalutemperatuur hoones, t_B	°C	16,3	15,9	11,7
Kraadpäevad normaalaastal		3 990	3 861	2 649
Soojuskadu läbi piirdetarindite	MWh/a	639	512	351
Energiakulu õhuvahetuseks ja infiltratsiooniks	MWh/a	662,7	641,3	88,0
Arvutatud soojuskadu kokku	MWh/a	1 301,3	1 153,5	439,4
Märkus:				
Kasutatud vabasoojuse hulk on ligikaudselt 46,4 kWh/a m ² ning korterelamu hetke olukorras on arvestatud vabasoojuse kasuteguriks 0,65. Võetud on arvesse väljas asuva temperatuurianduriga automaatne soojussõlm, tasakaalustatud püstikud ja radiaatoritele on paigaldatud automaatsed termostaatventiilid. Säästumeetmete pakettides on arvestatud elamu kogu köetava mahu keskmiseks temperatuuriks 21°C. Õhuvahetus infiltratsiooni ja ventilatsiooni leidmisel on lähtutud Energiatõhususe miinimumnõuete määrusest.				

4.4 Illustreerivad fotod

<p>Elamu tagant vaade</p>	<p>Elamu eest vaade</p>
	
<p>Soklikorruse aknad, panduse seisukord</p>	<p>Ebakorrektne vuugitäide</p>
	
<p>Ebakorrektne vihmavee ärajuhtimine</p>	<p>Elamu sissepääs</p>
	

<p style="text-align: center;">Elamu katus</p> 	<p style="text-align: center;">Elamu katusel lumekuhjad, veeloigud</p> 
<p style="text-align: center;">Elamu soojussõlm</p> 	<p style="text-align: center;">Elamu soojussõlm</p> 
<p style="text-align: center;">Soojussõlme automaatika pumbaga mahuti 1t</p>	<p style="text-align: center;">Soklikorrusel asuvad torud</p>
	

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 osasid 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 saab termograafia abil määrata hoonepiirete pinnatemperatuuride ebäühtlust, mis viitab soojajuhtivuse ja niiskussisalduse ebäühtlusele (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.

Lisaks termopildile on antud kohast jäävustatud ka digifotoaparaadiga pilt, et paremini mõista objekti.

Termokaameraga tehtud pildid näitavad seina temperatuuri (seina soojuskiirgust). Tumedamate pindade temperatuur on madal 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.

Termopiltidelt on näha, et hoone välisnurgad on jahedad (tumedamat värvi) ning sisemised nurgad kõrgema temperatuuriga (heledamat värvi). See on tingitud sellest, et õhuvahetus on sisenurkades väiksem.

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 pinnatemperatuuri erinevusi.

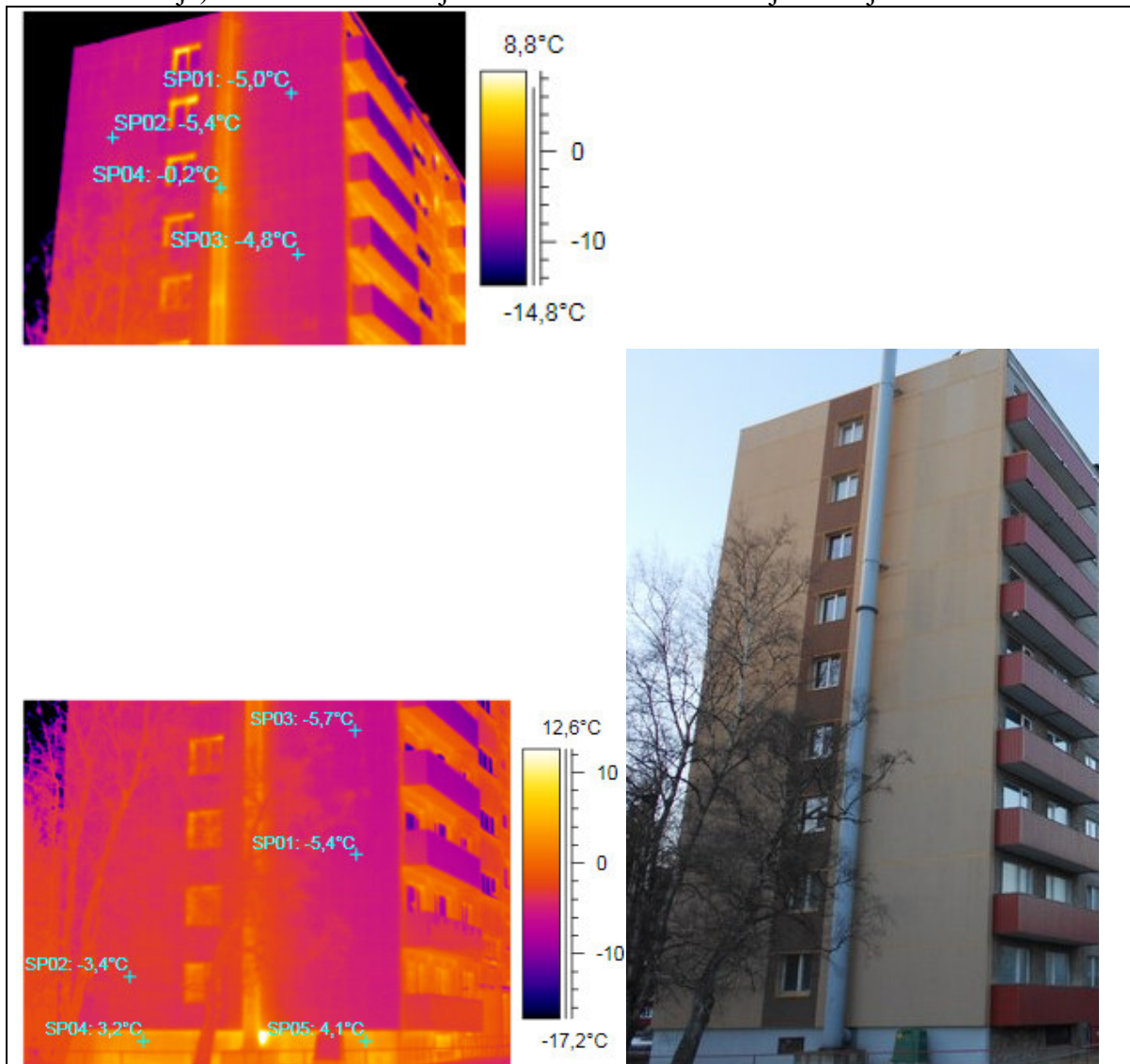
Välisõhu temperatuur mõõtmise ajal oli 0°C.

Termopildid korterelamu välispiiretest.

Hoone välispidisel termografeerimisel on termopiltidel suurema soojusjuhtivusega alad (külmasillad) eristatavad heledamate/kollaste toonide järgi.

Elamu otsasein (lõuna poolseim), kommentaar piltidele:

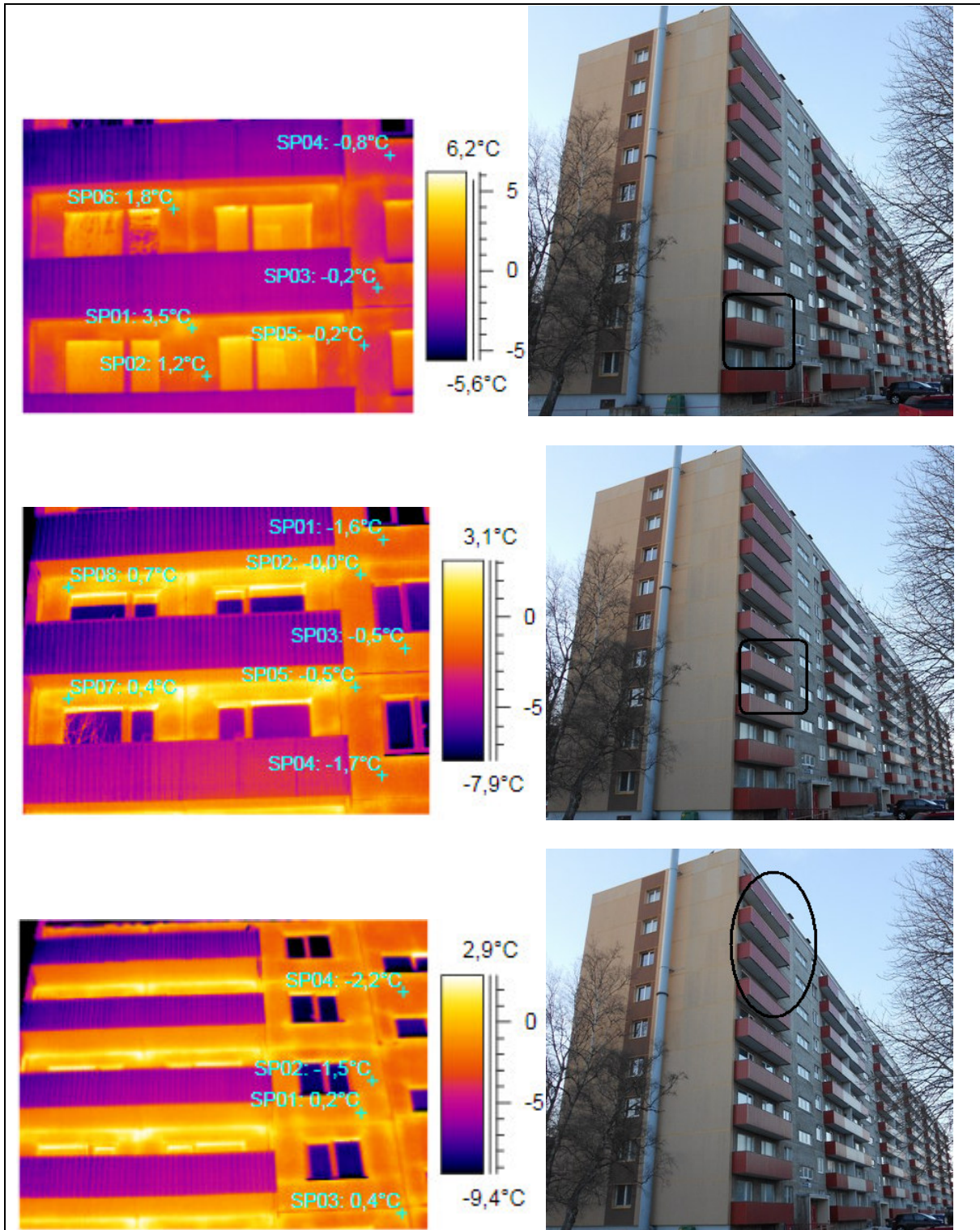
Otsasein on soojustatud. Pinna temperatuur on ühtlane. Sokkel on soe (antud seina taga asub katlamaja). Eriti on soe seina ja sokli liitekoht. Sokkel vajaks soojustamist.



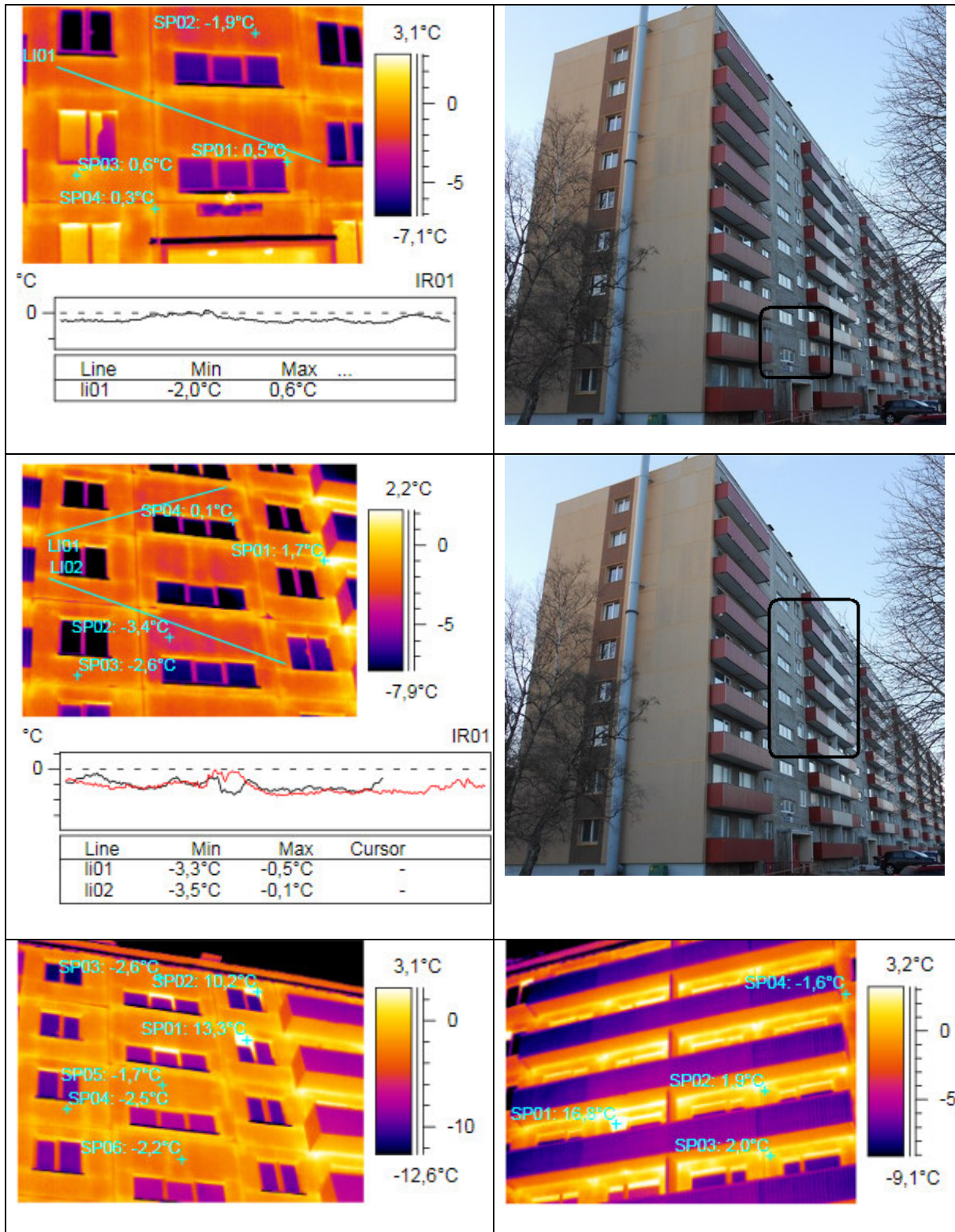
Elamu eest vaade (ida poolseim), kommentaar piltidele:

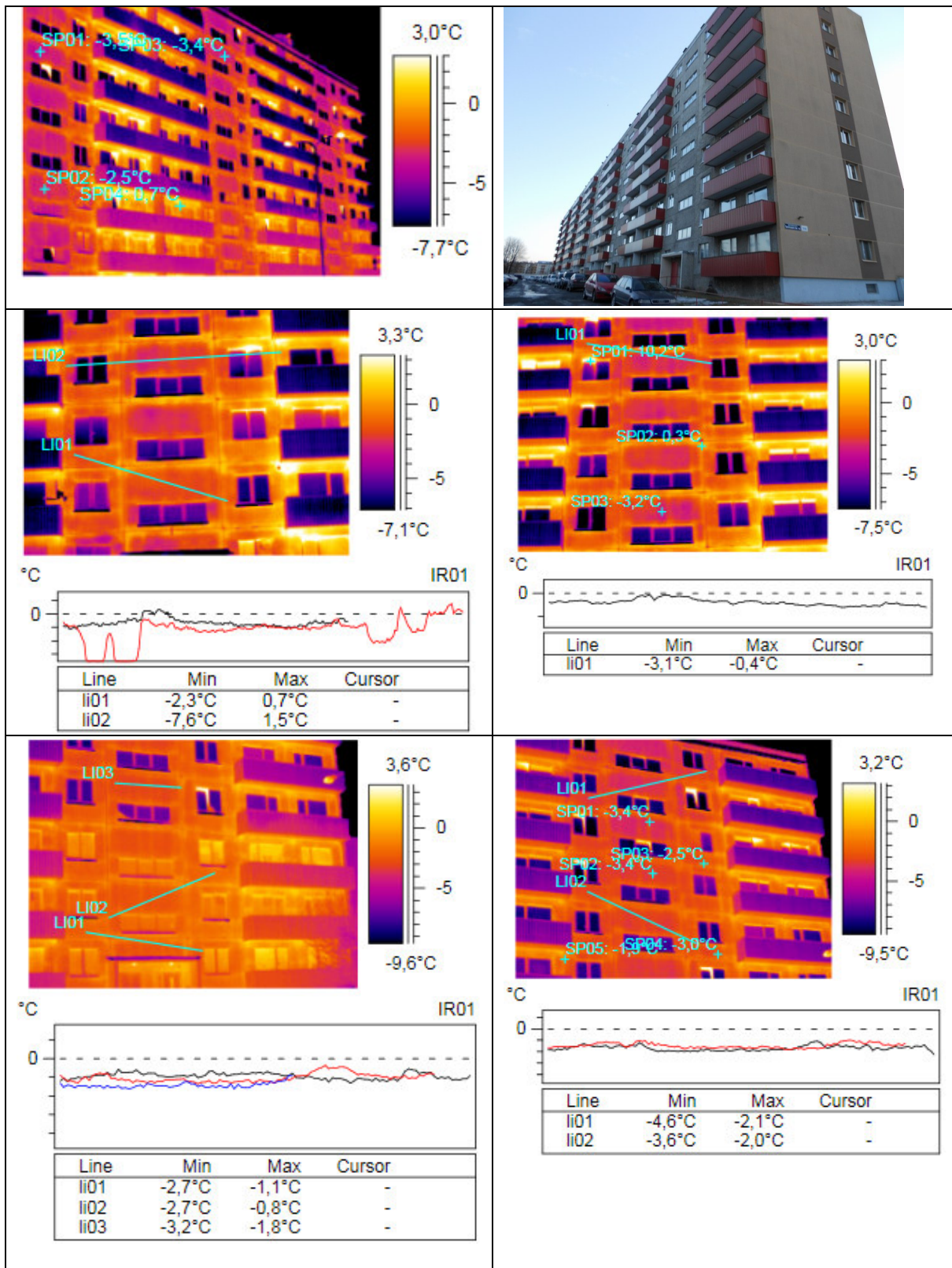
Paneeli pinnast on soojemad paneelide vahelised vuugid. Tõenäoliselt on soojustus kehv või puudub üldse. Avatäidete liitekohtades on soojakaod. Avade juures, kus on näha suuremat heledat laiku kõrgema temperatuuriga, on tegemist avatud aknaga.

Termopiltidelt on näha, et hoone välisnurgad on jahedad (tumedamat värvi) ning sisemised nurgad kõrgema temperatuuriga (heledamat värvi). See on tingitud sellest, et õhuvahetus on sisenurkades väiksem.



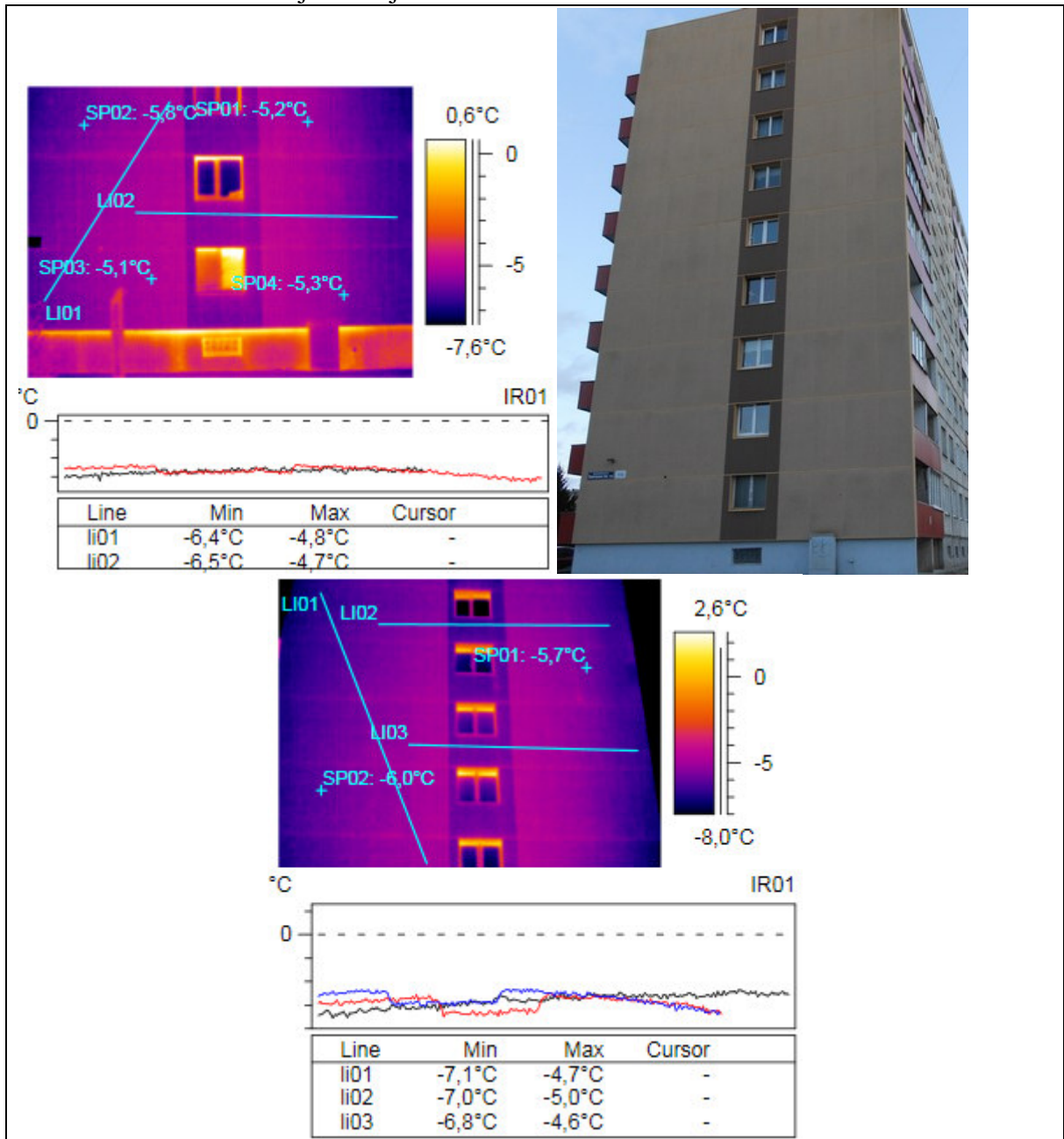
Seinapind on ebahütlase temperatuuriga. Paneeli pinnast on soojemad paneelide vahelised vuugid. Tõenäoliselt on soojustus kehv või puudub üldse. Avatäidete liitekohtades on soojakaod. Avade juures, kus on näha suuremat heledat laiku kõrgema temperatuuriga, on tegemist avatud aknaga. Rõdude nurgad on soojemad, kuna õhuvahetus on sisenurkades väiksem.





Elamu otsasein (põhja poolsein), kommentaar piltidele:

Otsasein on soojustatud. Pinna temperatuur on ühtlane. Sokkel on soe. Eriti on soe sein ja sokli liitekoht. Sokkel vajaks soojustamist.

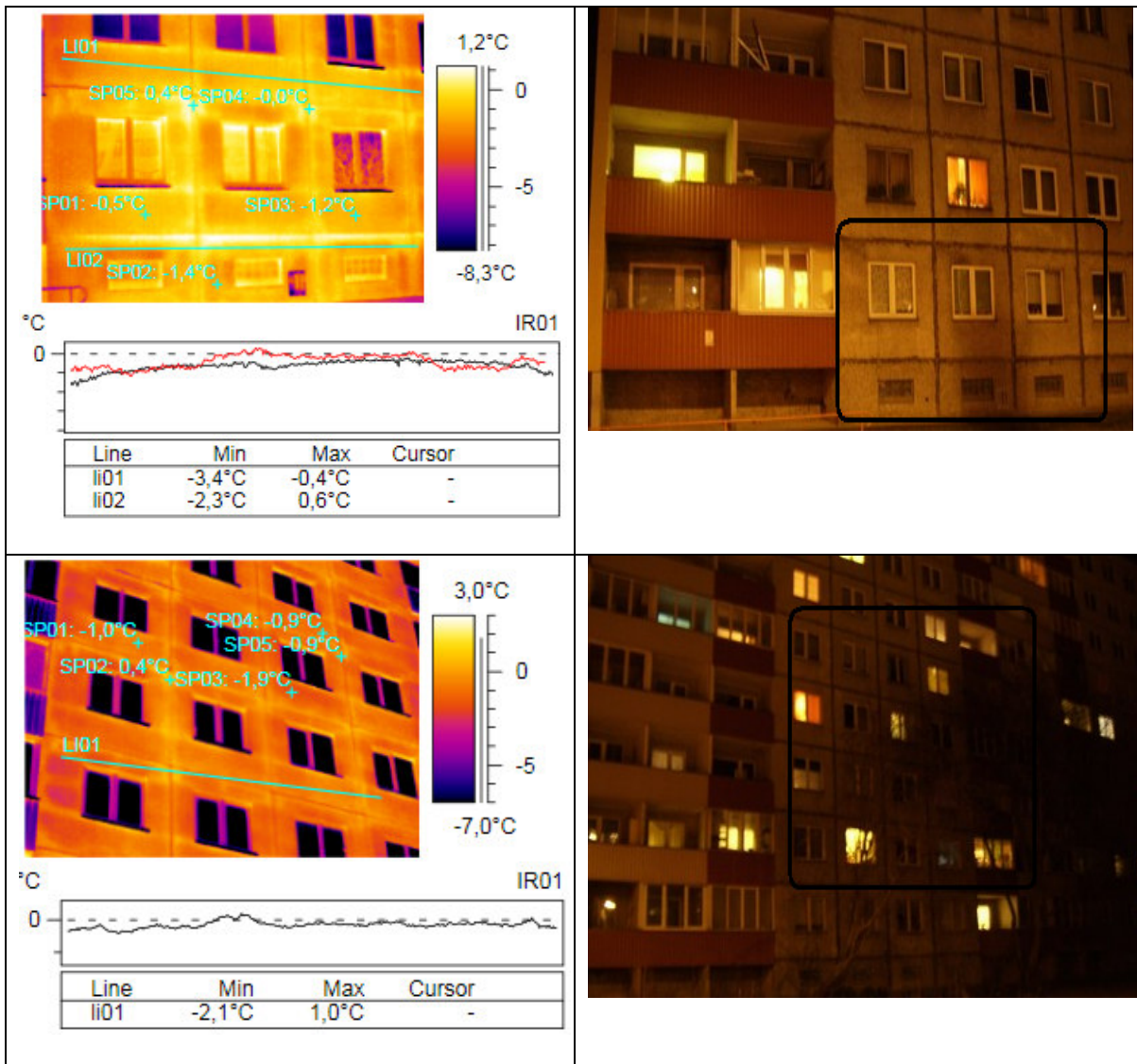


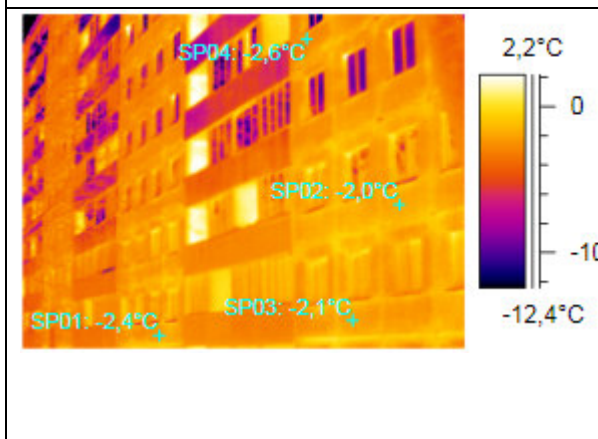
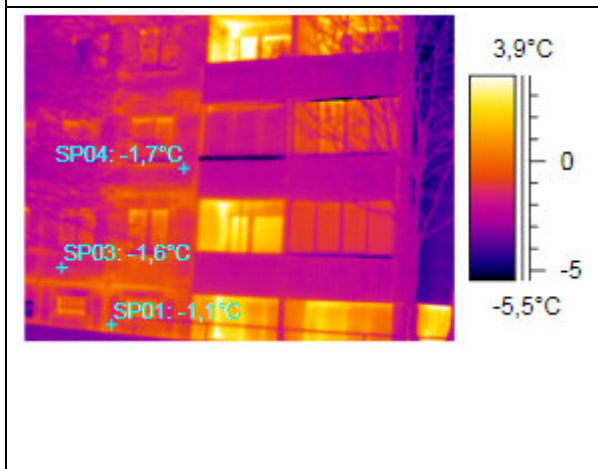
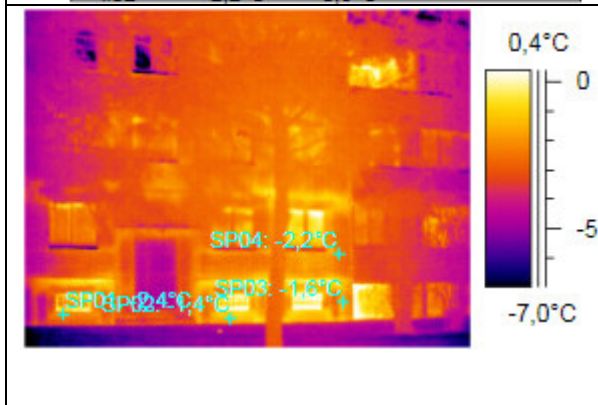
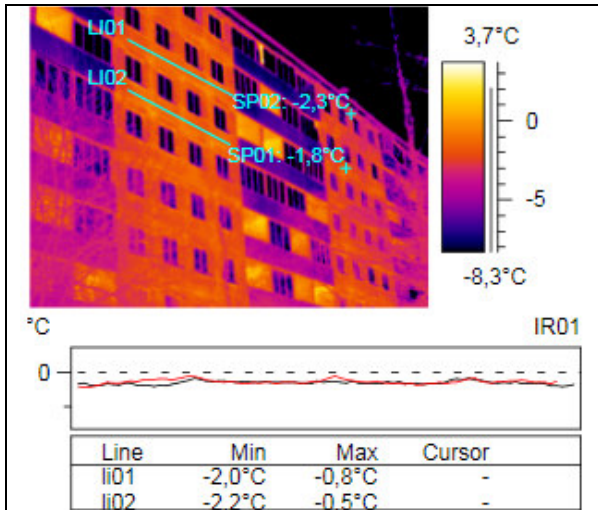
Elamu tagant vaade (lane poolseim), kommentaar piltidele:

Seinapind ebahütlase temperatuuriga. Paneeli pinnast on soojemad paneelide vahelised vuugid. Tõenäoliselt on soojustus kehv või puudub üldse.

Avatäidete liitekohtades on soojakaod. Lodžade nurgad on soojemad, kuna õhuvahetus on sisenurkades väiksem.

Termopiltidelt on näha, et hoone välisnurgad on jahedad (tumedamat värvi) ning sisemised nurgad kõrgema temperatuuriga (heledamat värvi). See on tingitud sellest, et õhuvahetus on sisenurkades väiksem.





Kokkuvõte:

Termopiltide põhjal on näha ebaühtlusi hoone välispiirete soojapidavuses. Suuremad soojalekke kohad on põrandate, lagede ja vaheseinte liitekohad välisseintega kui paneeli keskosas. Samuti on suuremad soojakaod sokli ja esimese korruse põranda liitekohtades.

Probleemi saab vähendada välispiirete lisasoojustamisega ja niiskuskooormuse vähendamisega (parem ventilatsioon, korralik küte, väiksem niiskustoodang). Selleks, et tagada ohutu ja tervislik sisekliima, on see väga vajalik.

Külmasildade likvideerimiseks on korterelamu energiaauditis tehtud ettepanek ka ülejäänud välispiirded lisasoojustada vähemalt 125 mm paksuse soojustusega, millega tagatakse välisseinte soojusjuhtivuse tase $U \leq 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Katuslagi ja otsaseinad on juba soojustatud.

Välispiirete seespõlist soojustamist tuleks igal juhul vältida, sest selline soojustamise viis ei likvideeri külmasildu ega vähenda soojakadusid.

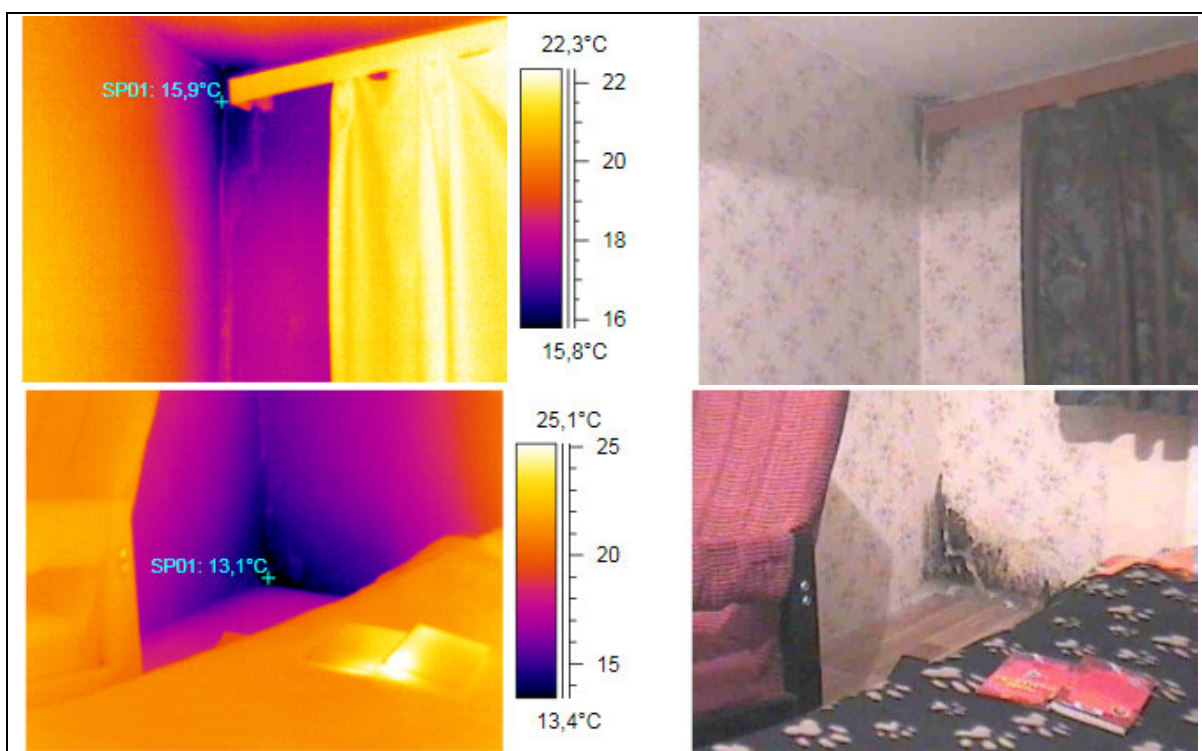
Antud elamu renoveerimislahendused on toodud käesoleva energiaauditi kokkuvõtte osas.

Termopildid korteritest.

Hoone seespõlisel termografeerimisel on termopiltidel suurema soojusjuhtivusega alad (külmasillad) tumedamate/sinakasmustade toonide järgi. Seestpoolt termografeerimine võimaldab hinnata külmasildade kriitilisust.

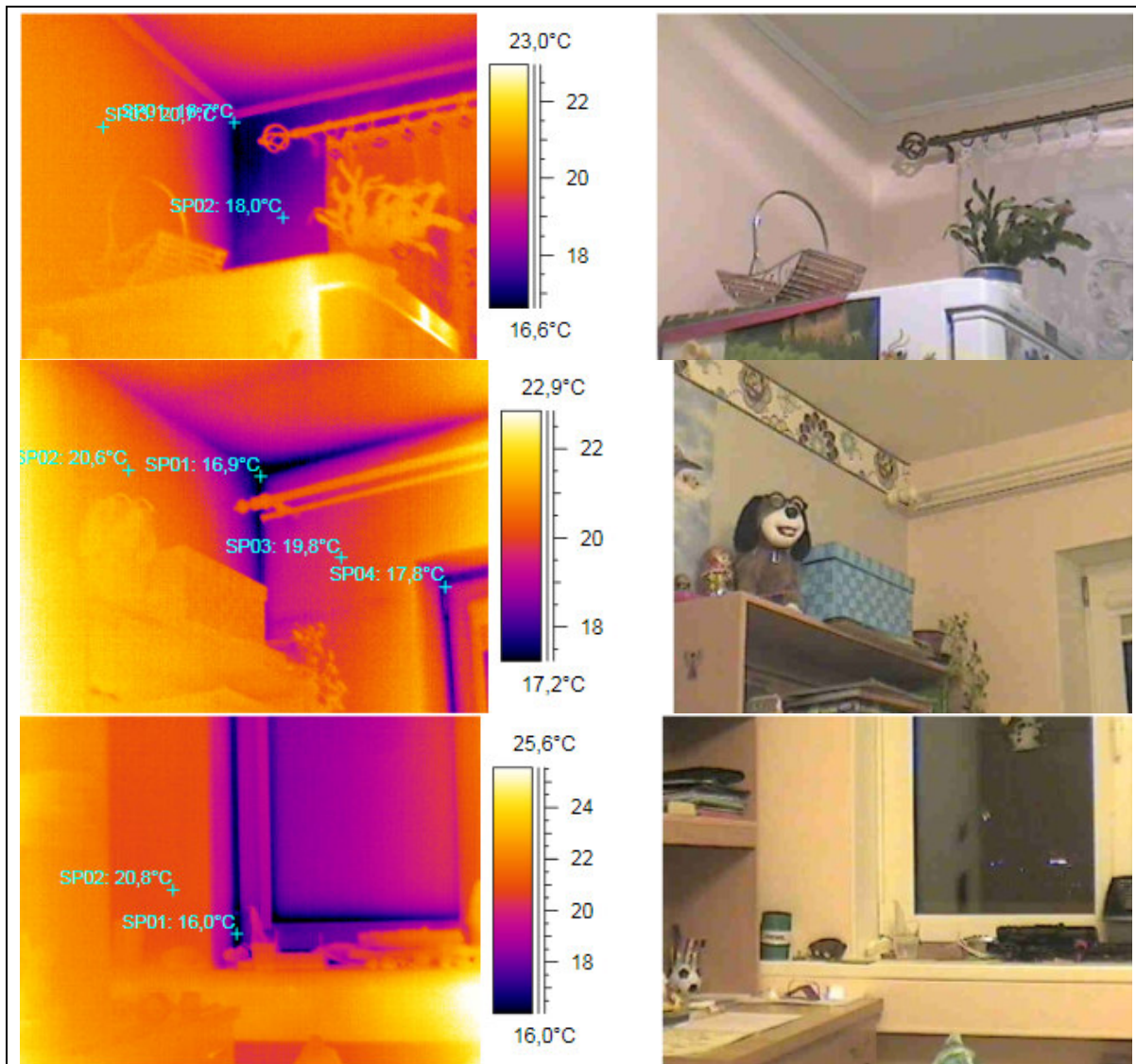
Korter 31

Soojaleke asub katuslae ja seina nurgas ning seina ja vahelae nurgas, kus külmasilla tõttu on tegemist temperatuuri erinevusega (seinapinna temperatuur nurgas on tunduvalt madalam üldisest seinapinna temperatuurist). Külmasilla juures on sisepinna temperatuur madalam, mistõttu on seal suhteline niiskus kõrgem. Kõrgem suhteline niiskus võib põhjustada mikroorganismide kasvu.



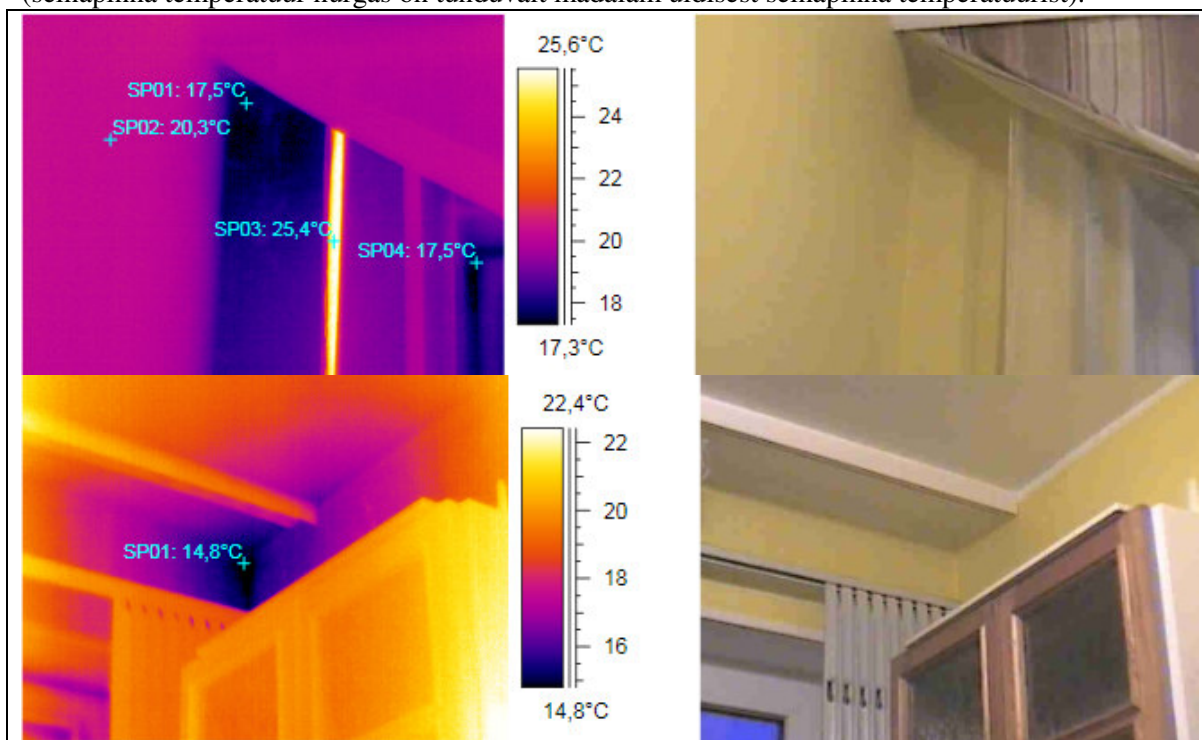
Korter 141

Soojaleke asub katuslae ja sein nurgas, kus külmasilla tõttu on tegemist temperatuuri erinevusega (seinapinna temperatuur nurgas on tunduvalt madalam üldisest seinapinna temperatuurist). Uute akende palede ümbruses oli näha termokaameraga samuti soojalekete kohti, mis võib olla tingitud puudulikust akende paigaldusest.

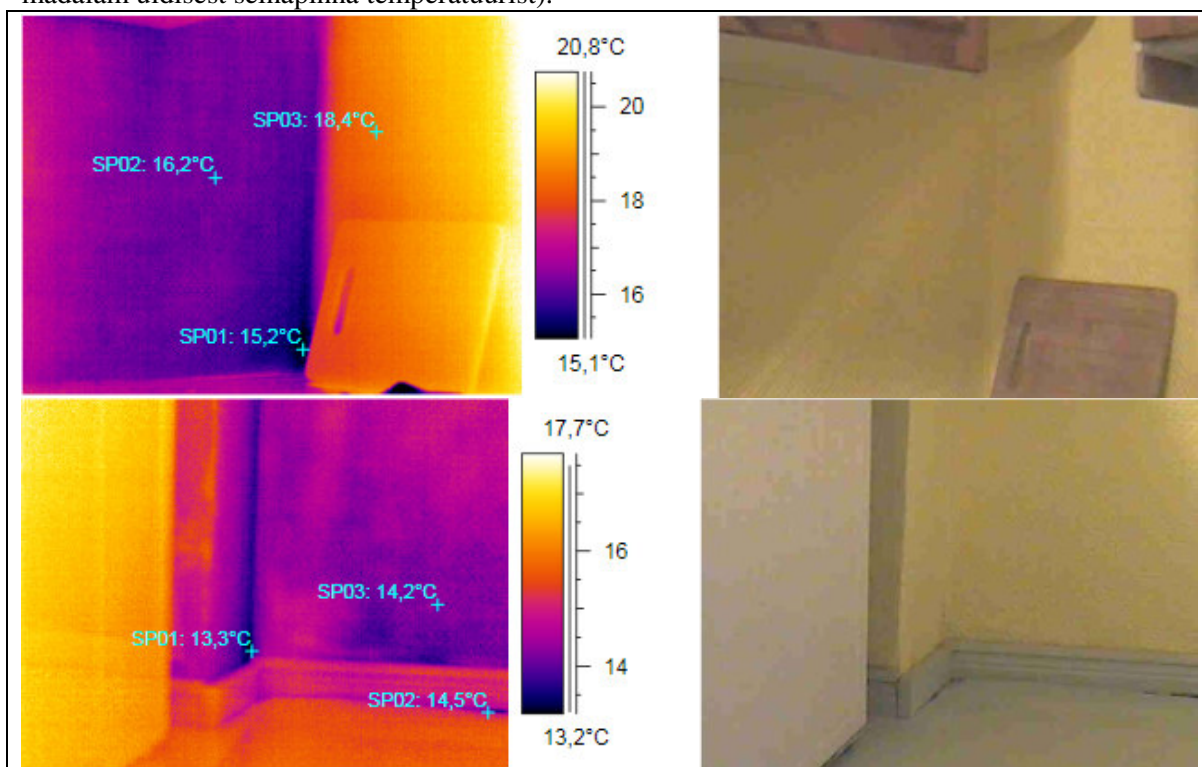


Korter 145

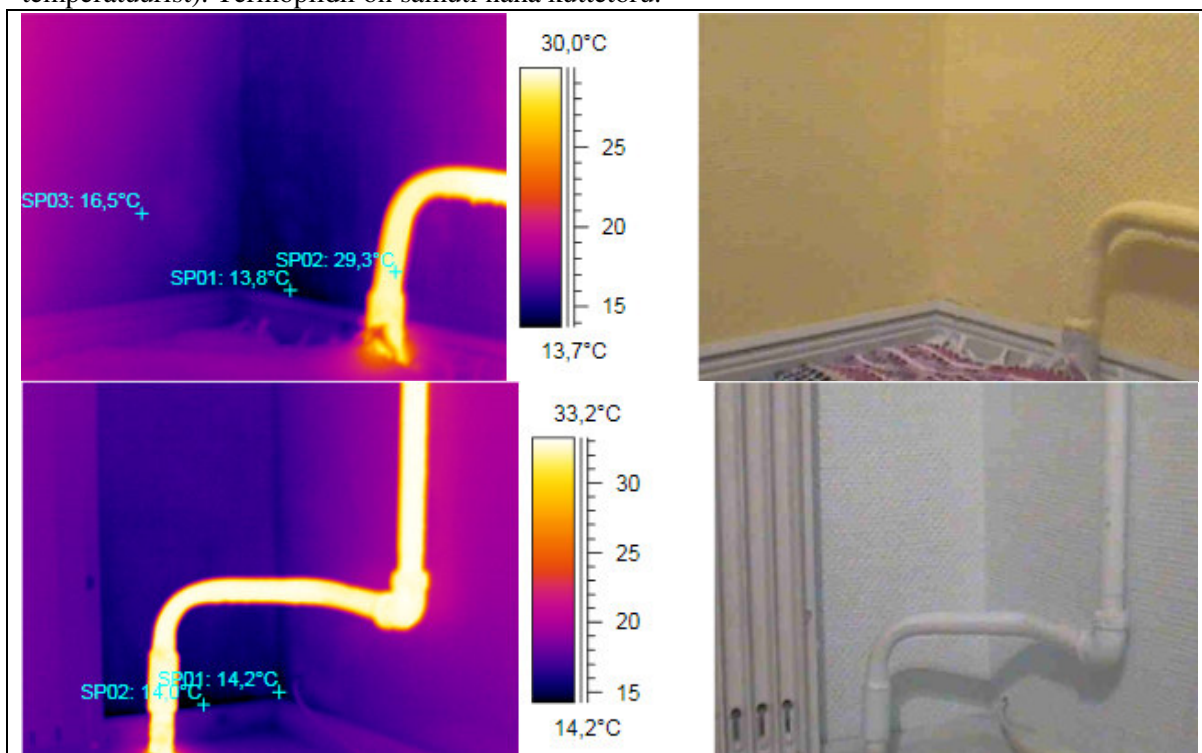
Soojaleke asub välisseinte nurkades, kus külmasilla tõttu on tegemist temperatuuri erinevusega (seinapinna temperatuur nurgas on tunduvalt madalam üldisest seinapinna temperatuurist).



Soojaleke asub trepikoja ja korteri seina nurkades ning keldrilae/korteripõranda liitekohas, kus külmasilla tõttu on tegemist temperatuuri erinevusega (seinapinna temperatuur nurgas on tunduvalt madalam üldisest seinapinna temperatuurist).



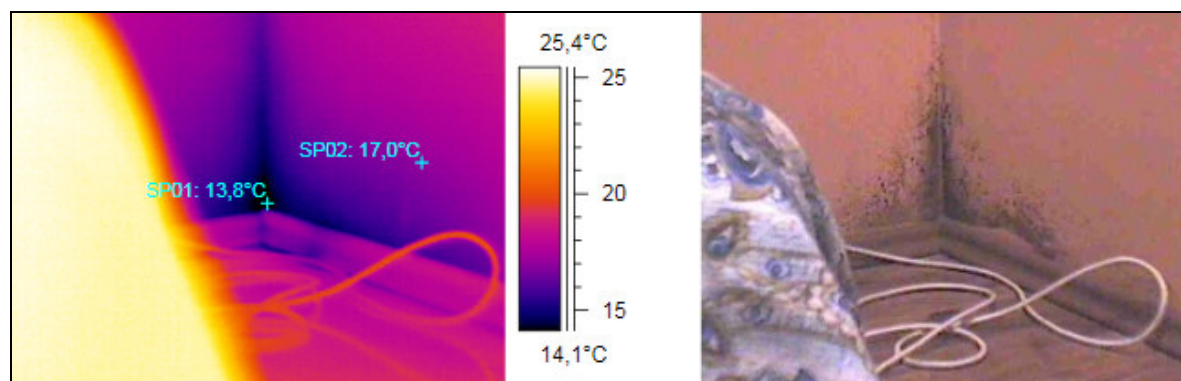
Soojaleke asub keldrilae/korteripõranda liitekohas, kus külmasilla tõttu on tegemist temperatuuri erinevusega (seinapinna temperatuur nurgas on tunduvalt madalam üldisest seinapinna temperatuurist). Termopildil on samuti näha kütetoru.

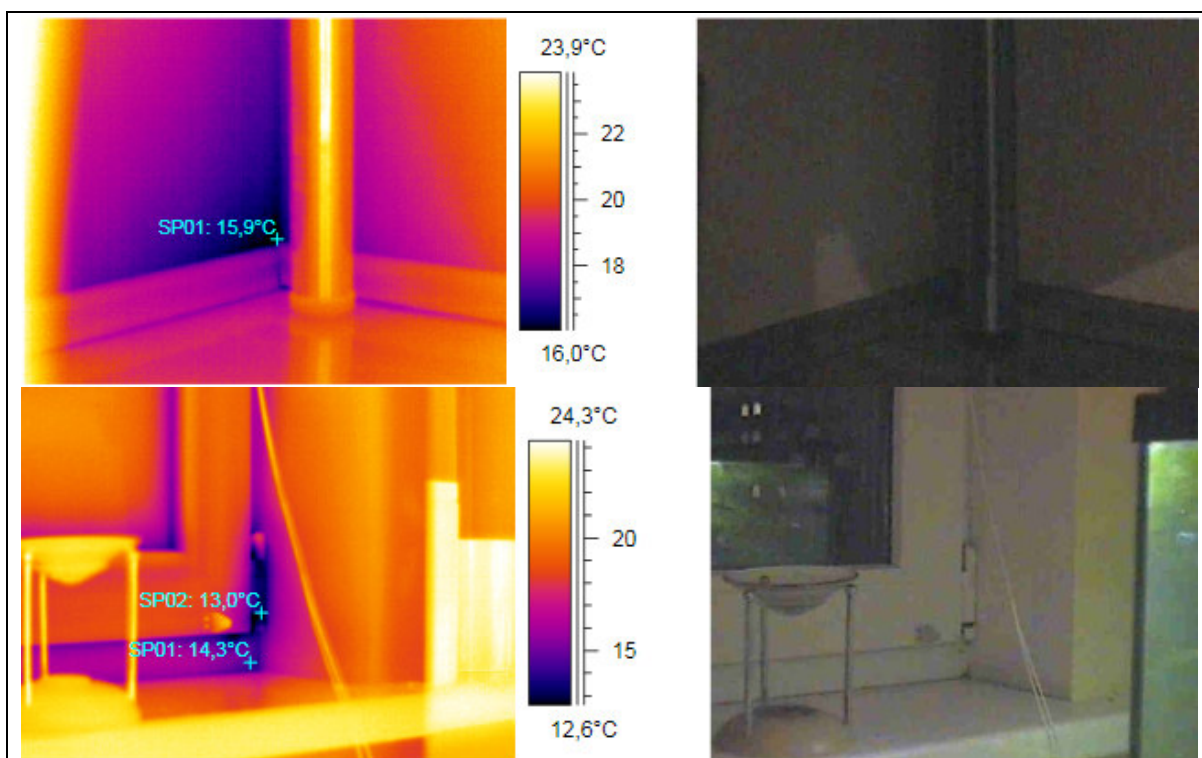


Korter 199

Soojaleke asub välisseinte nurgas, kus külmasilla tõttu on tegemist temperatuuri erinevusega (seinapinna temperatuur nurgas on tunduvalt madalam üldisest seinapinna temperatuurist).

Nurk hallitab. Hallitus saab tekkida, kui seinapinna temperatuur on piisavalt madal, et siseõhus olev niiskus sinna kondenseerub või pääseb niiskus konstruktsiooni. Uute akende palede ümbruses oli näha termokaameraga samuti soojalekete kohti, mis võib olla tingitud puudulikust akende paigaldusest.

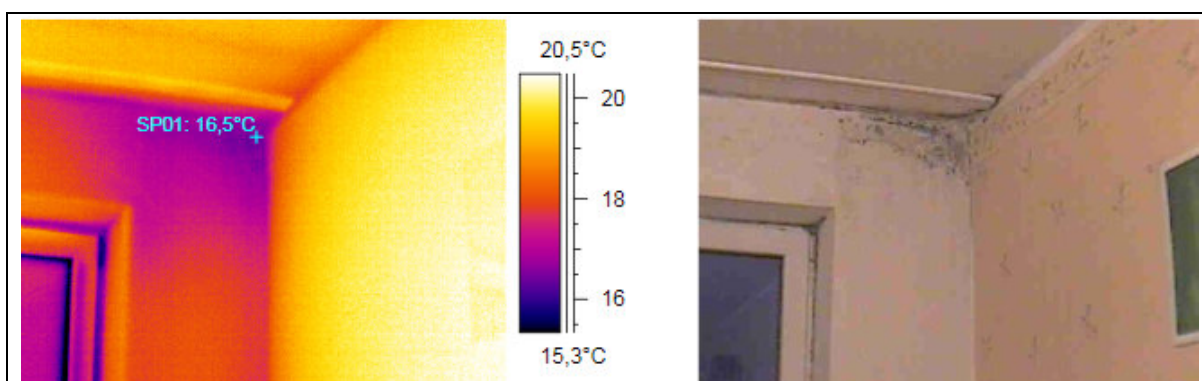


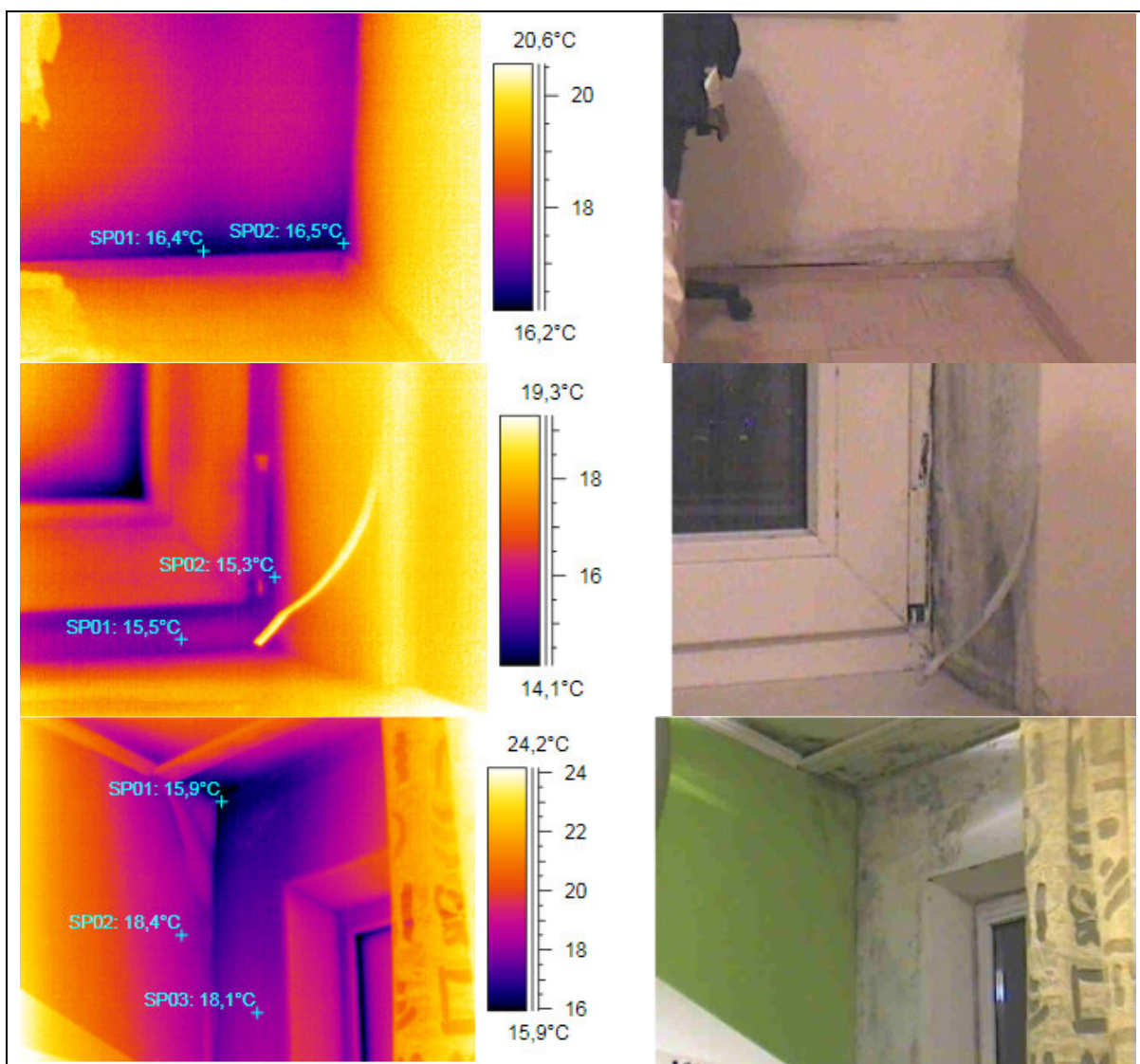


Korter 216

Soojaleke asub katuslae ja välisseina nurgas ning välisseina ja vahelae nurgas, kus külmasilla tõttu on tegemist temperatuuri erinevusega (seinapinna temperatuur nurgas on tunduvalt madalam üldisest seinapinna temperatuurist).

Liitekohad kõik hallitavad. Hallitus saab tekkida, kui seinapinna temperatuur on piisavalt madal, et siseõhus olev niiskus sinna kondenseerub või pääseb niiskus konstruktsiooni. Uute akende palede ümbruses oli näha termokaameraga samuti soojalekete kohti, mis võib olla tingitud puudulikust akende paigaldusest.





Kokkuvõte:

Termopiltide põhjal võib järeldada, et korterite välispiiretes ja avade ümbruses on tegemist soojaleketega. Uute akende palede ümbruses oli näha termokaameraga samuti soojalekete kohti, mis võib olla tingitud puudulikust akende paigaldusest.

Tüüpsed külmasilla kohad asusid välisseinte ja katuslae nurkades ning välisseinte liitekohtades, kus sisepinna temperatuur oli madalam, mistõttu on ka suhteline niiskus seal kõrgem. Kõrgem suhteline niiskus võib põhjustada mikroorganismide kasvu (soodustab hallituse teket).

Korterelamu esi- ja tagafassaad on samuti soovitatav soojustada nagu otsaseinad. Tähelepanu tuleb kindlasti pöörata ka korterelamu ventilatsiooni toimimisele.