

Termograafiline ülevaatus
Observatooriumi 5, Tõravere

Hoone soojustuse kontroll				
Mõõdistamise aeg	24.03.14	Ilmastik	Välistemperatuur	+2°C
Tööde algus	07.30		Tuul	0-5 m/s
Tööde lõpp	09.40		Pilvisus	Vahelduv
Info mõõdetava objekti kohta		Kuuekorruseline korterelamu		
Tellijä:	KÜ Observatooriumi 5, Andres Juur		Tel: 5560 0224	
Mõõdistas ja analüüsis	Tõnu Jõesaar		Tel: 5349 1182	
Vastutav spetsialist:	Tõnu Jõesaar		Tel: 5349 1182	

Mõõdistamisel on kasutatud firma FLIR infrapunakaamerat B335

TERMOPILT TARTU OÜ on registreeritud Majandustegevuse registris, tegevusaladel:

Energiaauditi tegemine Registreeringu number: EHA000064

Energiamärgise väljastamine Registreeringu number: EHM000120

Sisukord

Sissejuhatus.....	3
Dokumendis kasutatud tähiste seletused.....	3
Välimine ülevaatus.....	4
Sisemine ülevaatus.....	8
Korter 19	8
Korter 28	9
Korter 17	11
Katuslagi	13
Korter 6	14
Trepikoda	15
Kelder.....	19
Kokkuvõte.....	20
Kalkulatsioonid	20
Tähelepanekud	20
Järeldused.....	20

Sissejuhatus

Käesolevas töös on kontrollitud hoone konstruktsioonide soojuspidavust termograafilisel meetodil pinnatemperatuuride detailse mõõtmise teel. Mõõtmiste tulemused on töödeldud ja visualiseeritud firma FLIR spetsiaaltarkvara abil. Aruandesse on valitud vaid paremini situatsiooni iseloomustavad ülesvõtted. Hoone välispidisel termografeerimisel on termopiltidel suurema soojuslähivusega alad (külmasillad) eristatavad heledamate/kollaste toonide järgi ning seespidisel termografeerimisel tumedamate/sinakasmustade kohtade järgi. Objektide pinnatemperatuur on seostatud värvipaletiga piltide paremal äärel.

Välispiirete soojapidavus sõltub piirde konstruktsioonist, kasutatud materjalist ja tööde teostamise kvaliteedist. Lisaks välispiirete keskmisele soojuslähikandele mõjutavad maja soojapidavust puudulikult tihendatud piirkonnad välispiiretes, konstruktiivsed ja ehituslikud külmasillad ning uste ja akende ebatihedus.

Külmasildade suur soojuslähivus võib olla hoonele ja elanikele ohtlik seoses niiskuse kondenseerumise ja hallituse tekkimise võimalusega.

Hoonepiirete sisepinnatemperatuuride kriitilisust on võimalik hinnata temperatuuriindeksiga, f_{Rsi} , mis näitab sisetemperatuuri ja välistemperatuuri erinevuse ning sisepinnatemperatuuri ja välistemperatuuri erinevuse vahelist suhet. Vastavalt Tallinna Tehnikaülikooli ehitusteaduskonnas tehtud uuringutele võib lugeda külmasilla niiskustehniliselt turvaliseks temperatuuriindeksi järgmised piirväärtused:

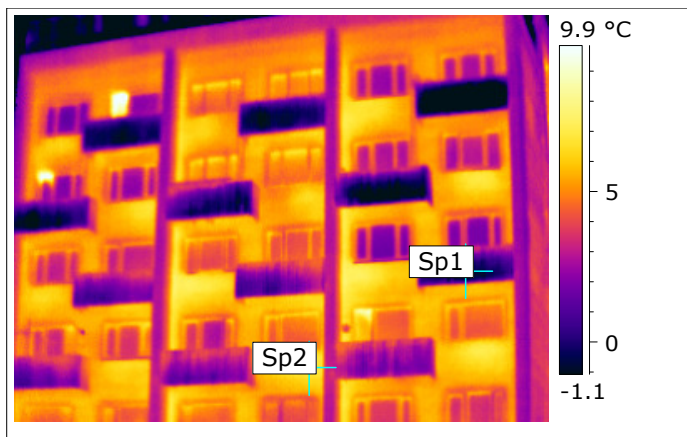
Niiskuskoormus	Temperatuuriindeksi piirväärtus f_{Rsi}	
	Hallituse vältimine	Kondensaadi vältimine
Madala asustusega ja hea ventilatsiooniga elamud	0,65	0,55
Suure asustusega ja halva ventilatsiooniga elamud	0,8	0,7

Külmasildadel, mille temperatuuriindeks on madalam eeltoodud piirväärtusest tekib ebasoodsatel tingimustel (kõrge niiskusekoormus, puudulik ventilatsioon) oht niiskuse kondenseerumiseks ja hallituse tekkimiseks. Puitkonstruktsioonide puhul toob liigniiskus kaasa seenkahjustuste tekkimise, mis võib viia hoone hävinemisele. Uusehitistel peaks välispiirete keskmine temperatuuriindeks olema suurem kui 0,9. Ülevaatus käigus avastatud külmasildade ja puuduliku soojapidavusega piirkondade temperatuuriindeksi väärtused on toodud vastavate termopiltide segitavas tekstis.

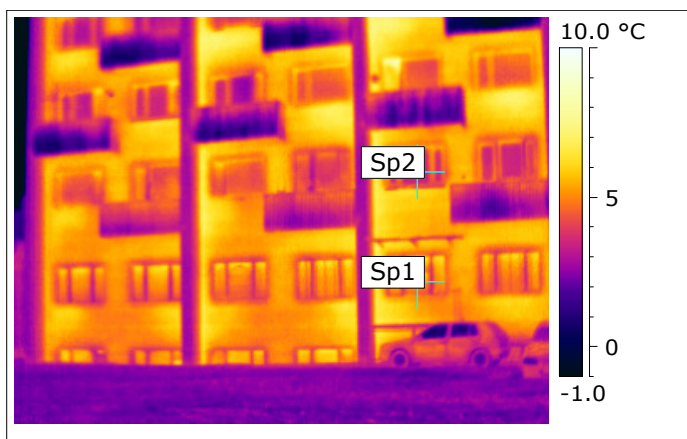
Dokumendis kasutatud tähiste seletused

Tähis	Seletus
Sp1	Pildil märgitud punkti (Sp) temperatuur
Ar1: Max	Pildil märgitud piirkonna (Ar) maksimaalne temperatuur
Ar1: Min	Pildil märgitud piirkonna minimaalne temperatuur
Ar1: Average	Pildil märgitud piirkonna keskmine temperatuur
Li1: Max	Pildil märgitud joone (Li) maksimaalne temperatuur
Li1: Min	Pildil märgitud joone minimaalne temperatuur

Välimine ülevaatus



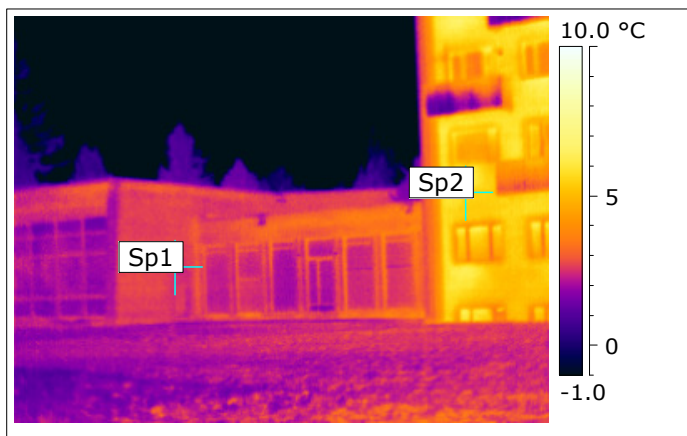
Filename	IR_4524.jpg
Sp1 Temperature	-0.9 °C
Sp2 Temperature	6.8 °C



Filename	IR_4526.jpg
Sp1 Temperature	5.4 °C
Sp2 Temperature	3.5 °C

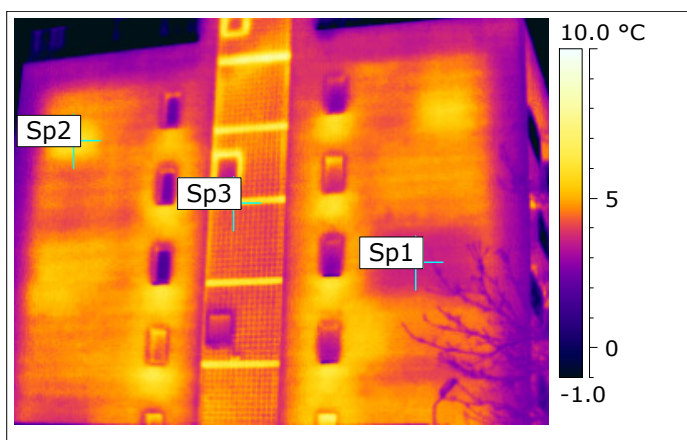
Sp1 ehitusaegne aken

Sp2 pakettklaasidega aken



Filename	IR_4528.jpg
Sp1 Temperature	2.6 °C
Sp2 Temperature	5.7 °C

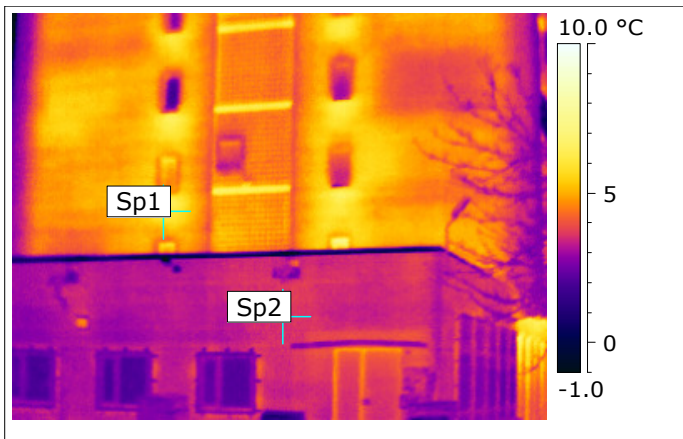
Tiibhoone ei ole köetud.



Filename	IR_4530.jpg
Sp1 Temperature	3.5 °C
Sp2 Temperature	6.2 °C
Sp3 Temperature	5.8 °C

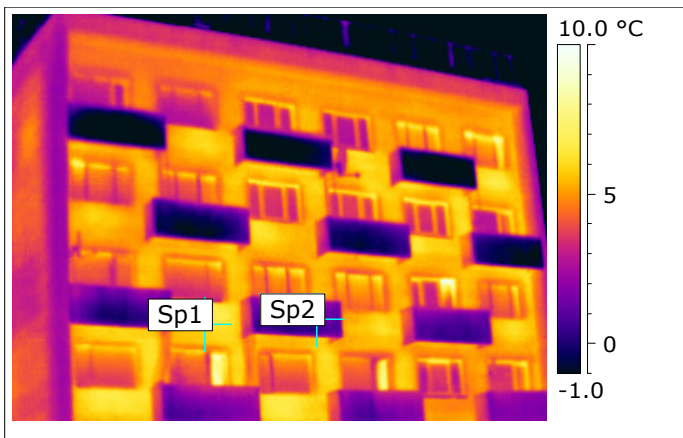
Mõnes korteris (Sp1) on otsaseina seestpoolt soojustatud.

Ülemisel korrusel on radiaatorid ka otsaseinas (Sp2).

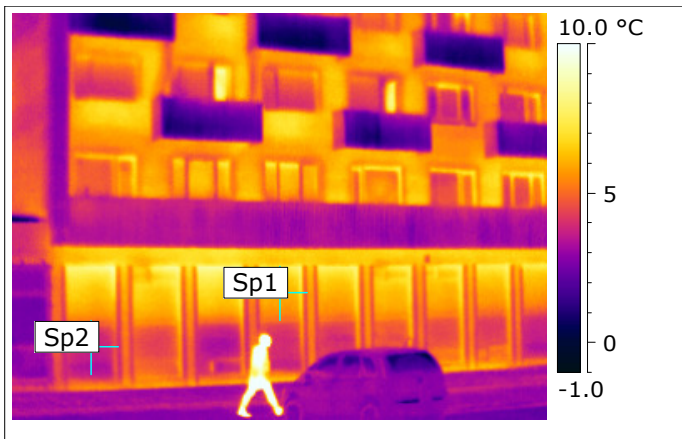


Filename	IR_4532.jpg
Sp1 Temperature	6.1 °C
Sp2 Temperature	3.5 °C

Tiibhoone ei ole k etud.

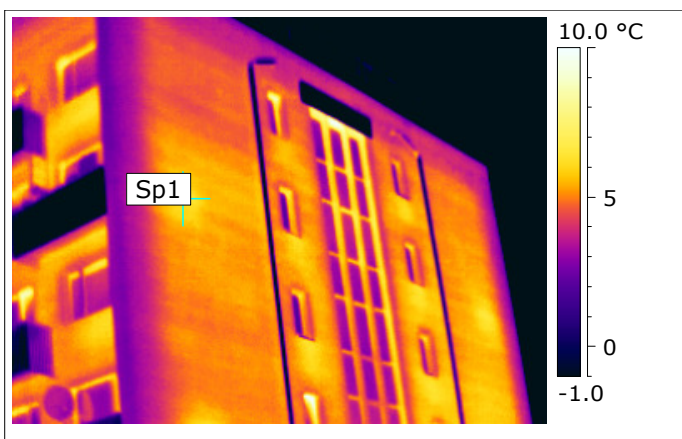


Filename	IR_4534.jpg
Sp1 Temperature	6.1 °C
Sp2 Temperature	0.8 °C



Filename	IR_4536.jpg
Sp1 Temperature	6.1 °C
Sp2 Temperature	3.7 °C

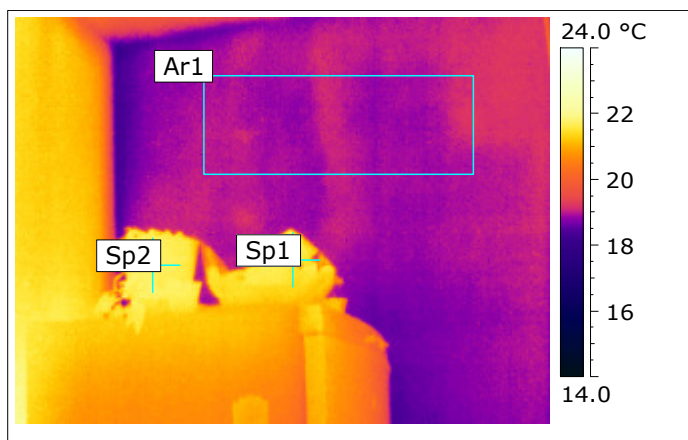
Alumise korruse aknad on alumises osas seestpoolt kinni kaetud ja soojustatud.



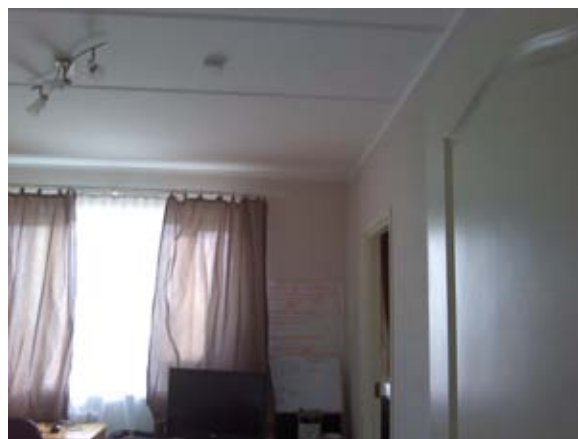
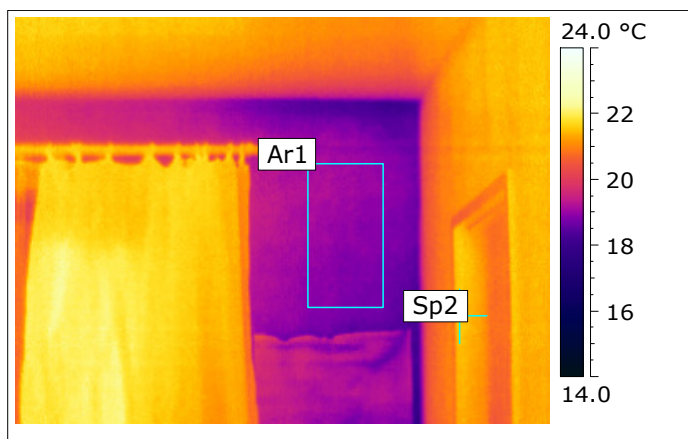
Filename	IR_4538.jpg
Sp1 Temperature	6.3 °C

Sisemine ülevaatus

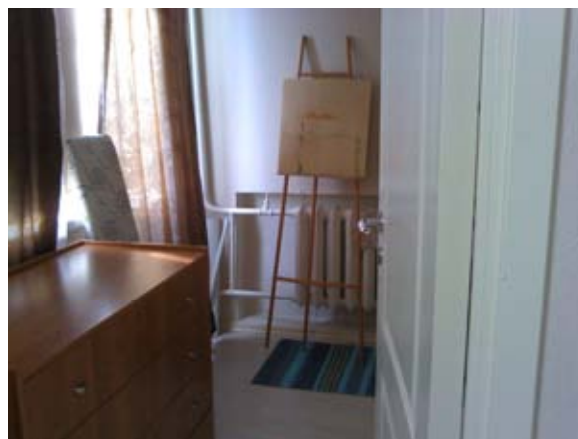
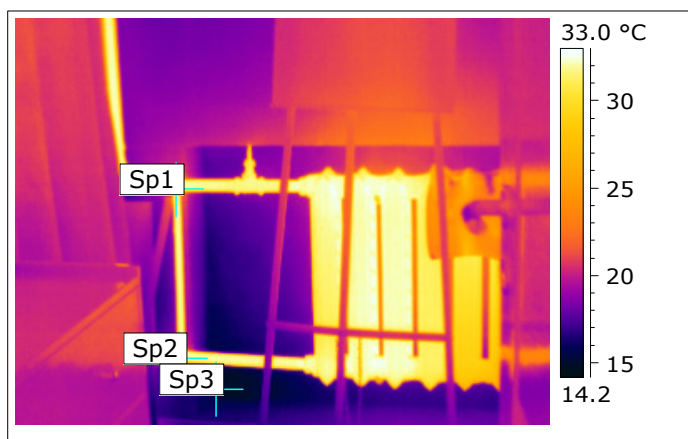
Korter 19



Filename	IR_4542.jpg
Sp1 Temperature	21.6 °C
Sp2 Temperature	21.7 °C
Ar1 Average Temperature	18.9 °C



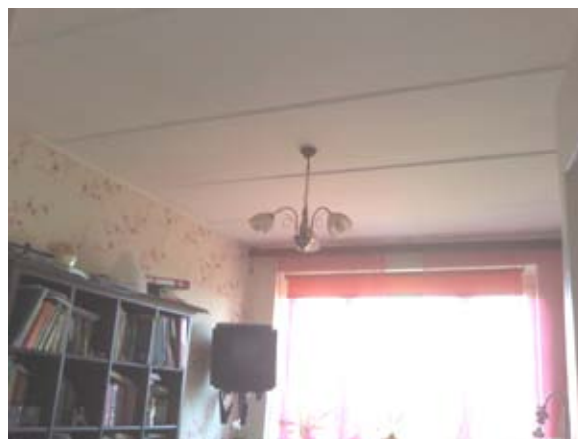
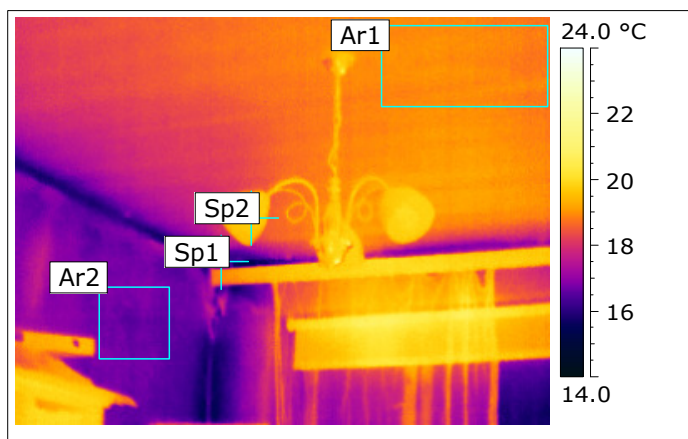
Filename	IR_4544.jpg
Sp2 Temperature	21.6 °C
Ar1 Average Temperature	18.9 °C



Filename	IR_4546.jpg
Sp1 Temperature	31.9 °C
Sp2 Temperature	30.6 °C
Sp3 Temperature	14.9 °C

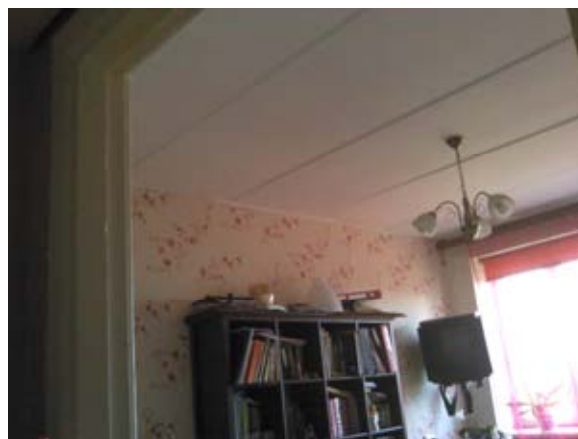
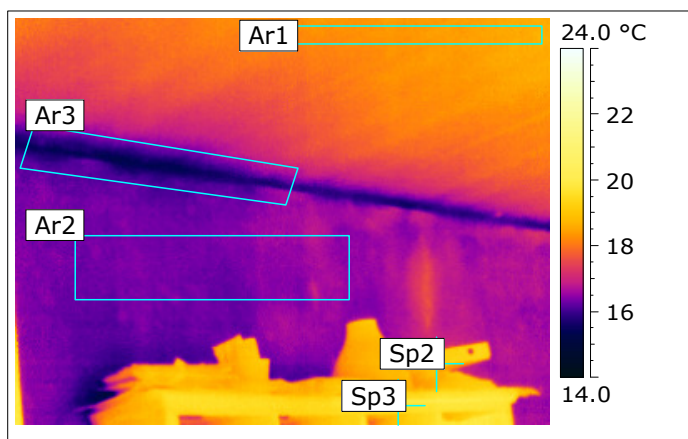
Radiaatori niššis on sein õhem ja seal on külmasild.

Korter 28

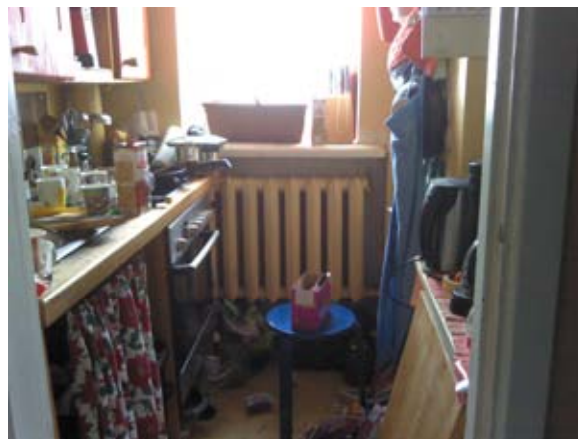
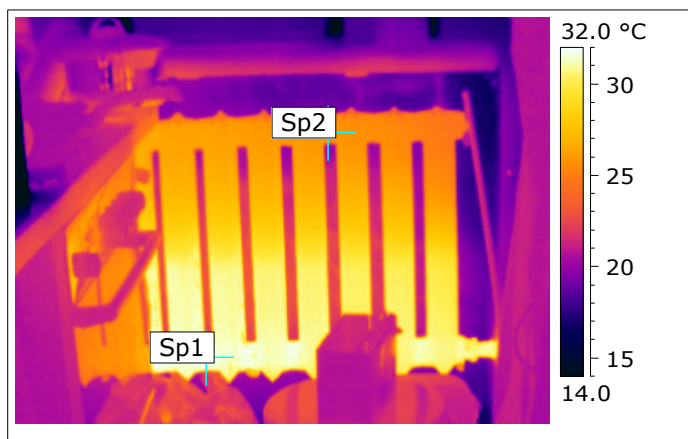


Filename	IR_4548.jpg
Sp1 Temperature	15.3 °C
Sp2 Temperature	19.7 °C
Ar1 Average Temperature	18.9 °C
Ar2 Average Temperature	16.7 °C

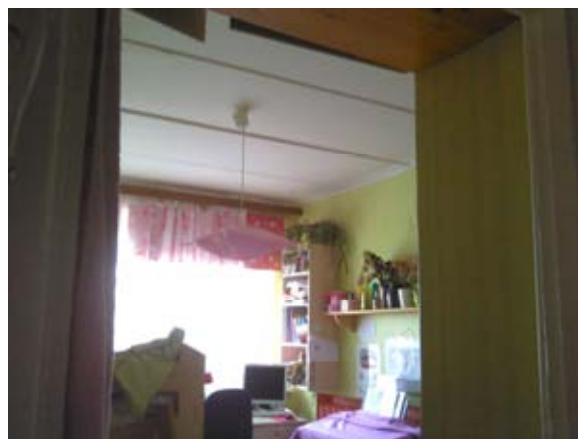
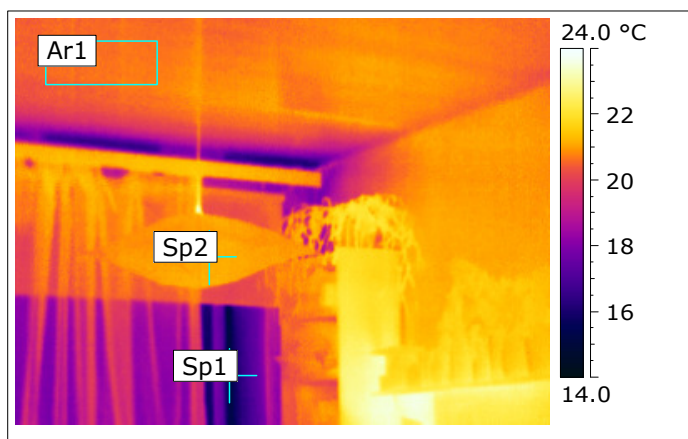
Sp1 - temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,75$. Hallituse tekkimise oht. Konstruktsioonide liites on külmasild.



Filename	IR_4550.jpg
Sp2 Temperature	19.1 °C
Sp3 Temperature	19.5 °C
Ar1 Average Temperature	18.4 °C
Ar2 Average Temperature	16.4 °C
Ar3 Min. Temperature	15.2 °C



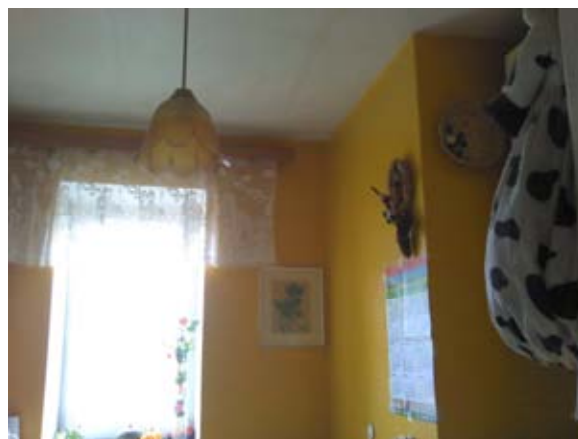
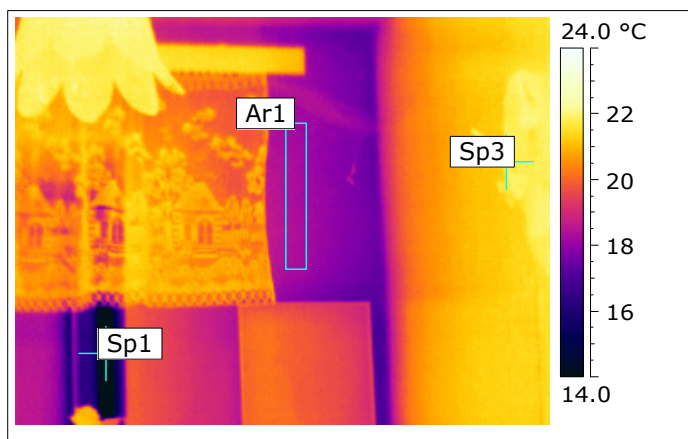
Filename	IR_4552.jpg
Sp1 Temperature	31.9 °C
Sp2 Temperature	25.9 °C



Filename	IR_4554.jpg
Sp1 Temperature	15.1 °C
Sp2 Temperature	21.0 °C
Ar1 Average Temperature	20.6 °C

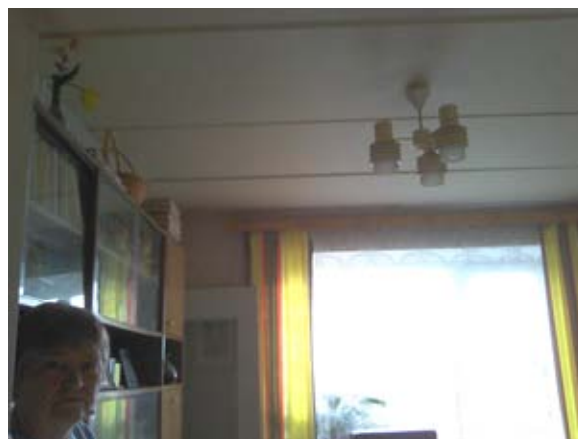
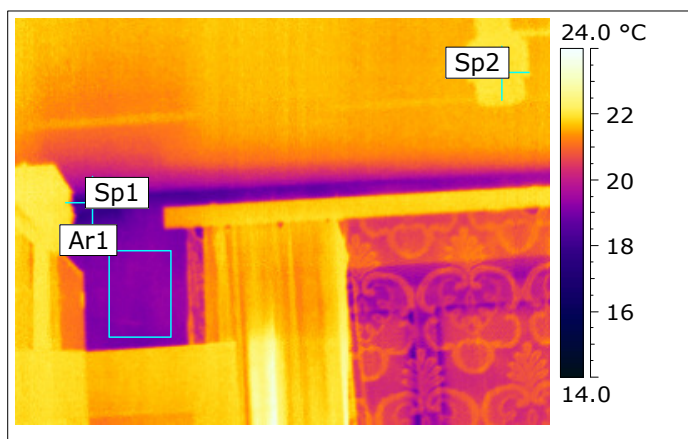
Sp1 - temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,68$. Hallituse tekkimise oht.
Akna ümbrus on puudulikult tihendatud. Aknapale on külm.

Korter 17

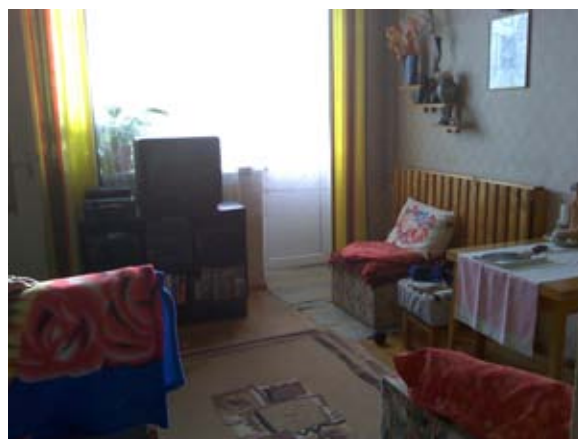
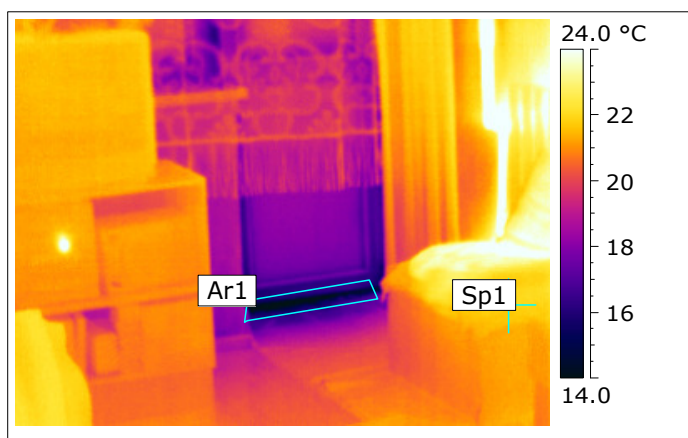


Filename	IR_4556.jpg
Sp1 Temperature	12.8 °C
Sp3 Temperature	21.7 °C
Ar1 Average Temperature	18.3 °C

Sp1 - temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,55$. Niiskuse kondenseerumise oht.
Akna ümbrus on puudulikult tihendatud.



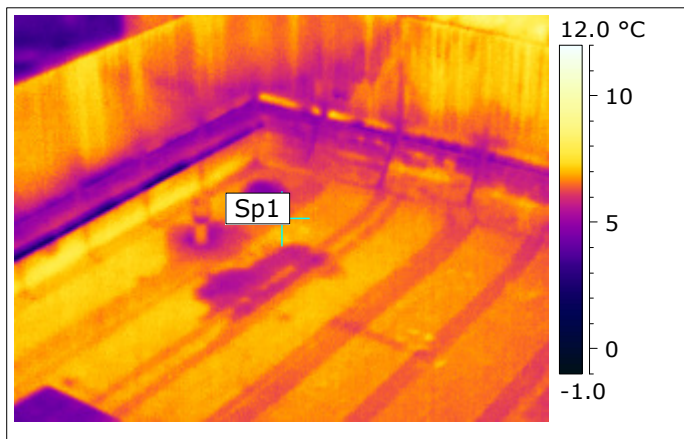
Filename	IR_4558.jpg
Sp1 Temperature	18.0 °C
Sp2 Temperature	21.9 °C
Ar1 Average Temperature	19.2 °C



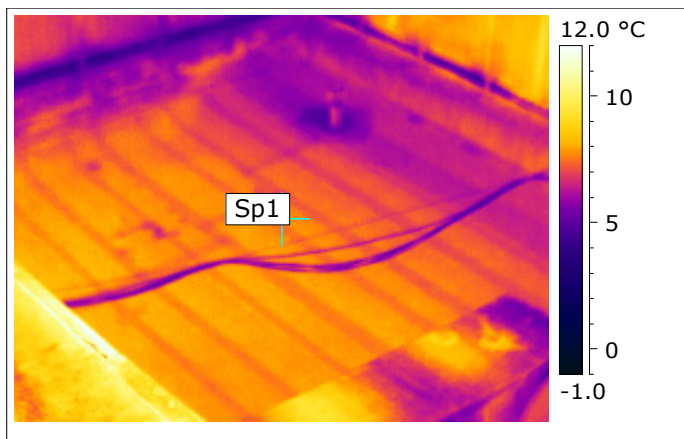
Filename	IR_4560.jpg
Sp1 Temperature	22.0 °C
Ar1 Min. Temperature	13.6 °C

Sp1 - temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,58$. Niiskuse kondenseerumise oht.
Rõduukse lävepakk on külmasillaks.

Katuslagi

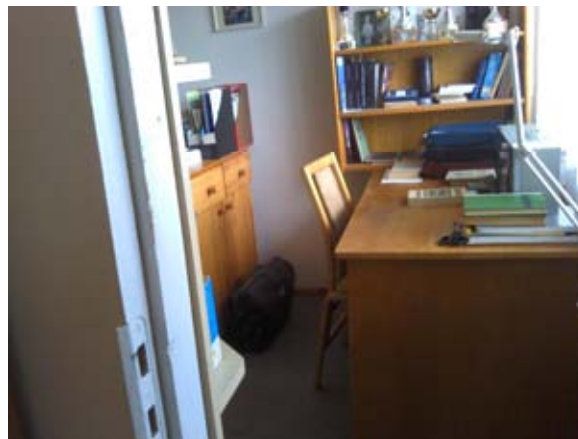
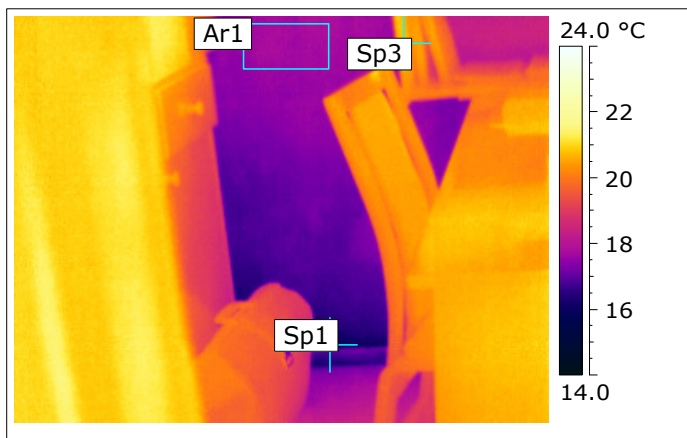


Filename	IR_4564.jpg
Sp1 Temperature	6.6 °C



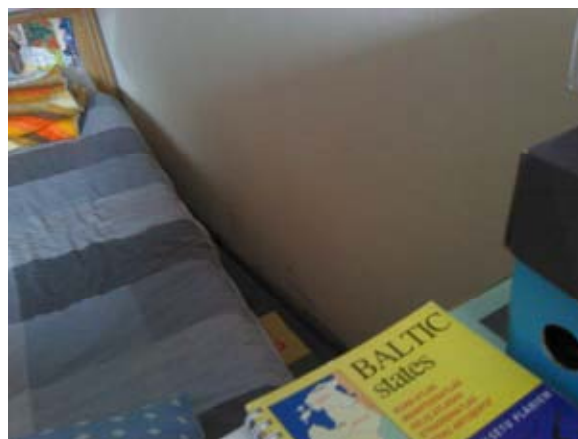
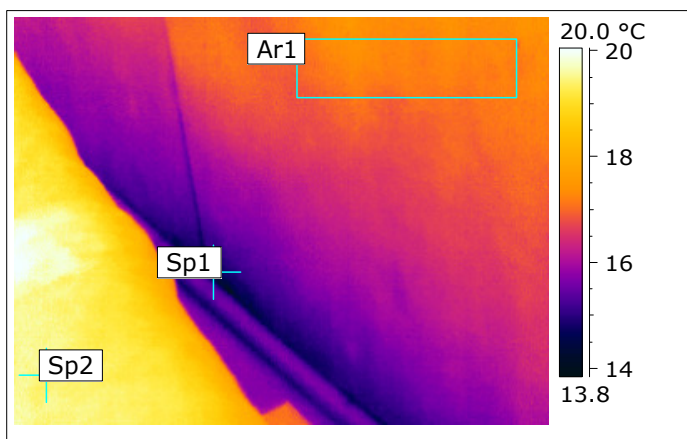
Filename	IR_4566.jpg
Sp1 Temperature	7.7 °C

Korter 6



Filename	IR_4568.jpg
Sp1 Temperature	15.9 °C
Sp3 Temperature	20.7 °C
Ar1 Average Temperature	17.7 °C

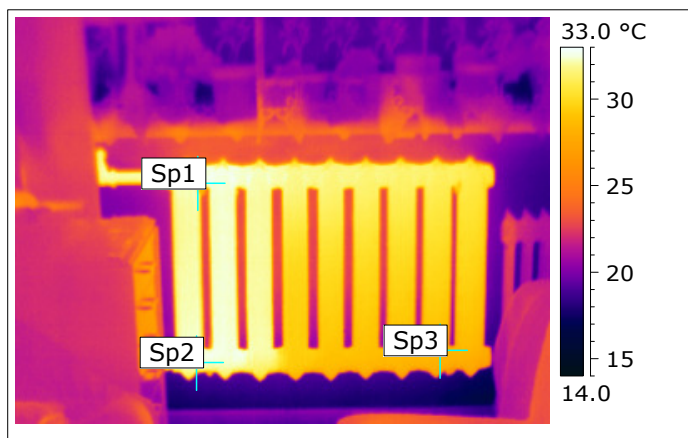
Vahelae-seina liites on külmasild.



Filename	IR_4570.jpg
Sp1 Temperature	14.3 °C
Sp2 Temperature	19.4 °C
Ar1 Average Temperature	17.2 °C

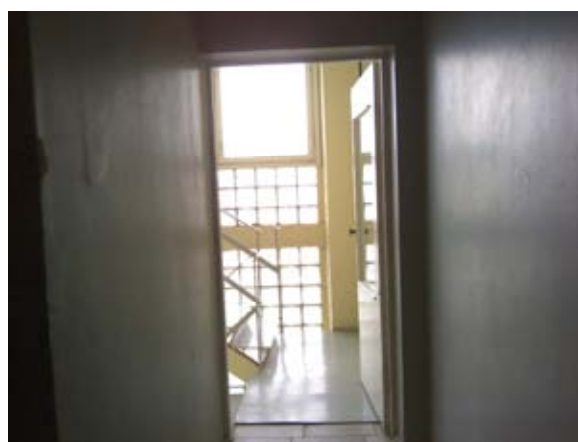
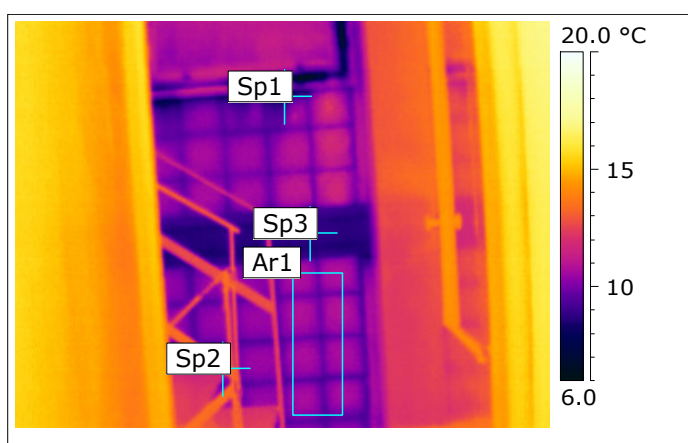
Sp1 - temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,71$. Hallituse tekkimise oht.

Külmasilla piirkonnas on soovitatav tagada õhuringlus. Et vältida niiskuse kondenseerumist.



Filename	IR_4572.jpg
Sp1 Temperature	32.0 °C
Sp2 Temperature	32.2 °C
Sp3 Temperature	28.5 °C

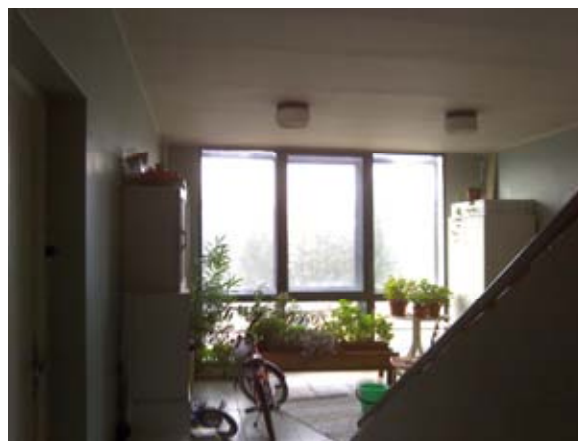
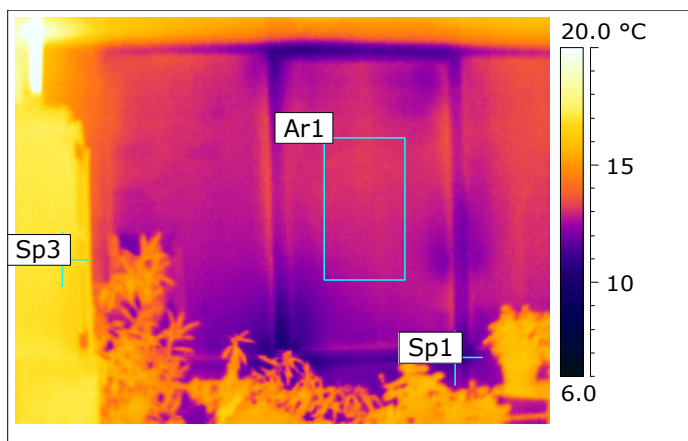
Trepikoda



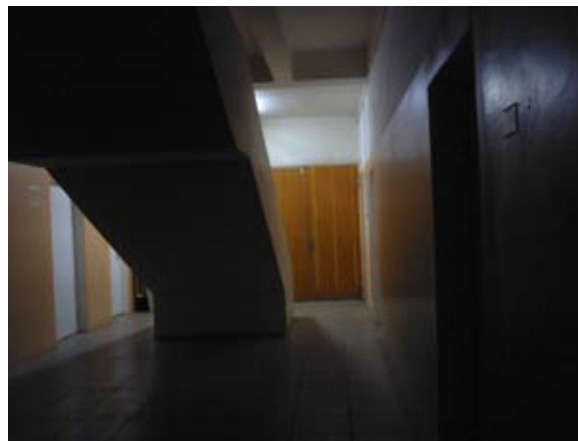
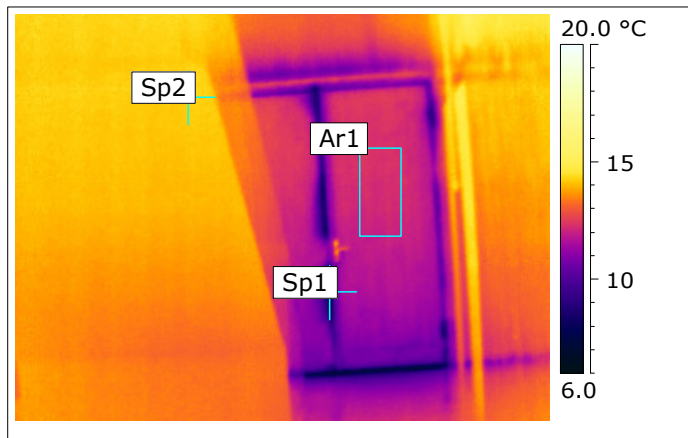
Filename	IR_4574.jpg
Sp1 Temperature	7.9 °C
Sp2 Temperature	13.2 °C
Sp3 Temperature	8.9 °C
Ar1 Average Temperature	10.3 °C

Sp1 – aken ei sulgu tihedalt.

Sp3 – klaasplokkide vaheline sillus on suure soojusläbivusega.

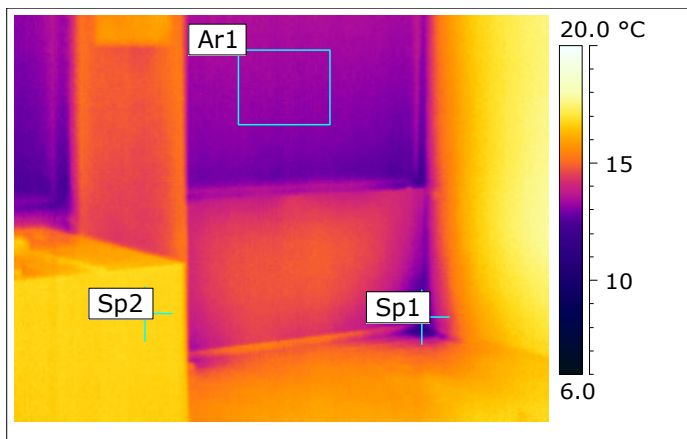


Filename	IR_4576.jpg
Sp1 Temperature	10.8 °C
Sp3 Temperature	16.8 °C
Ar1 Average Temperature	13.0 °C



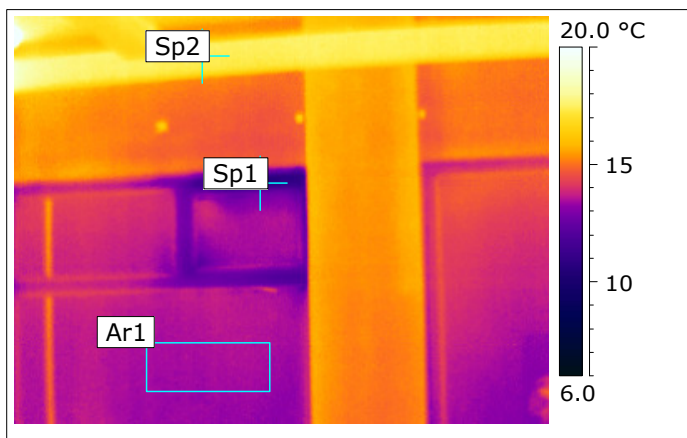
Filename	IR_4578.jpg
Sp1 Temperature	8.3 °C
Sp2 Temperature	14.2 °C
Ar1 Average Temperature	12.2 °C

Uks vastu kütmata tiibhoonet.



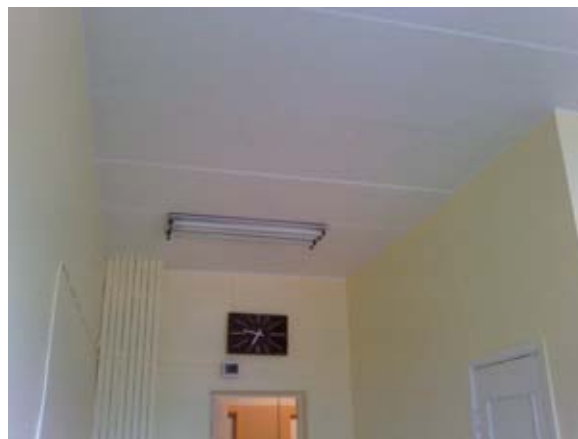
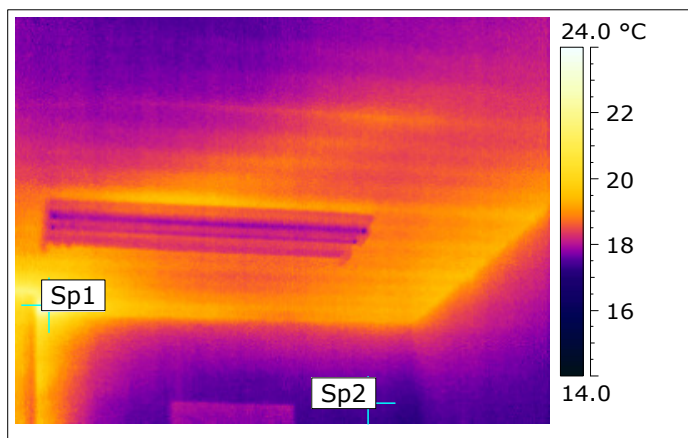
Filename	IR_4580.jpg
Sp1 Temperature	11.8 °C
Sp2 Temperature	16.7 °C
Ar1 Average Temperature	13.3 °C

Sp1 - temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,67$. Hallituse tekkimise oht.



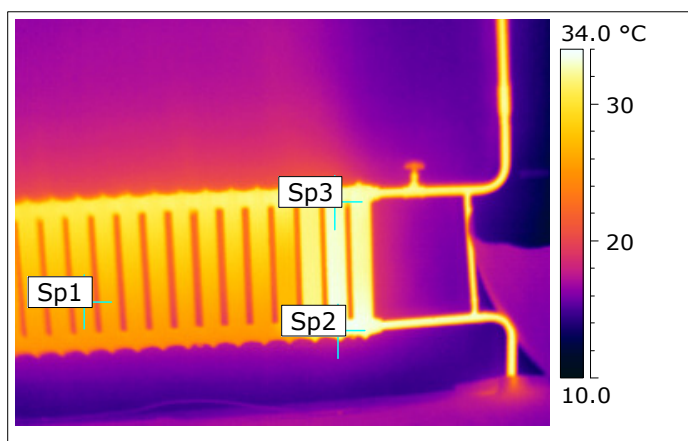
Filename	IR_4582.jpg
Sp1 Temperature	10.9 °C
Sp2 Temperature	17.5 °C
Ar1 Average Temperature	13.4 °C

Sp1 – õhuaken ei sulgu tihedalt.



Filename	IR_4584.jpg
Sp1 Temperature	21.9 °C
Sp2 Temperature	17.4 °C

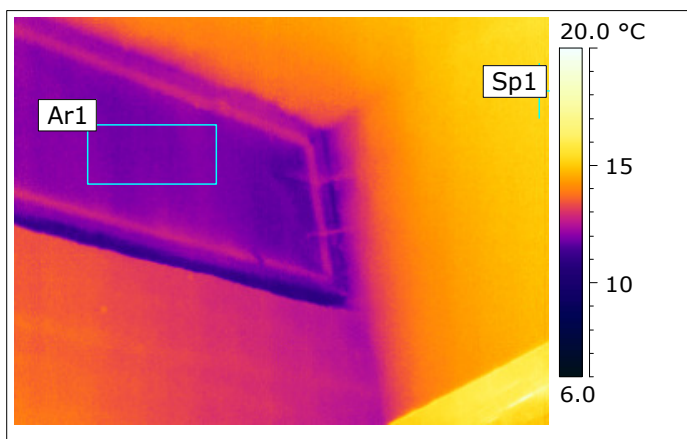
Ülemise korruse põrandal on elekterküte.



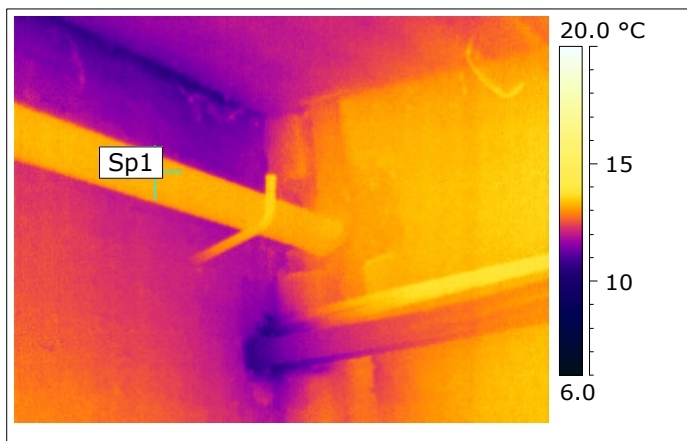
Filename	IR_4586.jpg
Sp1 Temperature	26.5 °C
Sp2 Temperature	33.1 °C
Sp3 Temperature	32.8 °C

Radiaator alt üles voolava kütteeve püstiku peal. Suur osa radiaatorist on jahe.

Kelder



Filename	IR_4588.jpg
Sp1 Temperature	15.2 °C
Ar1 Average Temperature	11.9 °C



Filename	IR_4590.jpg
Sp1 Temperature	13.3 °C

Kokkuvõte

Kalkulatsioonid

Antud termograafilise ülevaatus eesmärk oli hinnata hoone soojapidavuse olukorda renoveerimise eesmärgil. Kontrollimaks hoone põhikonstruktsioonide üldist soojuspidavust, on teostatud temperatuuridel põhinev, kaudne soojuslähivuse arvutus.

Välispiirete keskmist soojuslähivust iseloomustavad väärtused on järgmised:

- ✓ Välissein $U \sim 1,0-1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- ✓ Trepikoja klaassein $U \sim 2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- ✓ Koridori aknad $U \sim 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- ✓ Katuslagi $U \sim 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Nimetatud konstruktsioonide soojuslähivuse väärtused ei vasta Eestis kehtivatele nõuetele (vt tabel allpool) ja majavälispiirded vajavad soojustamist.

Energiatõhususe miinimumnõuded, VV määrus nr 68, 30.08.2012., §12. Nõuded välispiiretele	
Konstruktsioon	Soojuslähivuse väärtus, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Välisseinad	0,12 – 0,22
Katused ja põrandad	0,1 – 0,15
Aknad ja ukse	0,6 – 1,1

Välisnurkades, kus on külmasildade temperatuurindeksi väärtus alla 0,8, on soodsad tingimused hallituse tekkimiseks, kui suhtelise õhuniiskuse tase püsib üle soovitatava piiri 45%. Mitmes korteris on probleemid hallitusega.

Tähelepanekud

- Maja välisseinad on laotud silikaattellistest müüritisena, milles on näha horisontaalsed sideread ja akendealused õhemad piirkonnad, kus asetsevad radiaatorid
- Välisseinte soojuslähivus on väga ebahütlane. Kiviridade vahele paigaldatud klaasvatist soojustus on aja jooksul ära vajunud või on paigaldamise kvaliteet kõikuv.
- Akende/uste sillused on suurema soojuslähivusega kui sein
- Vahelae paneelide liited on seina sees puudulikult isoleeritud ja moodustavad külmasillad
- Lae ja põranda servades ning seinte nurkades on külmad tsoonid, mis viitavad kehvemale soojapidavusele laepaneelide liitekohtades.
- Vaheseinte liited välisseintega moodustavad külmad nurgad, kuna konstruktsioonide liitekohtades on soojustus puudulik.
- Uute akende paigaldamisel on kasutatud montaaživahtu, mis ei täida ühtlaselt aknalengi ja seina vahelist pilu. Eriti on seeda probleemi nurkades. Aknapõsed on seestpoolt kohati külmad.
- Ehituslikud vead ja konstruktiivsed külmasillad likvideerib välisseinte terviklik soojustamine.

Järeldused

Observatooriumi 5 eluhoone välispiirete keskmine soojuslähivus ei vasta Eestis kehtivatele normidele. Ülevaatus käigus avastatud soojustusdefektide asukohad ja iseloom on märgitud vastavate termopiltide juures. Piirete soojuspidavused on täpsemalt läbi analüüsitud energiaauditi osas.

Täna, et valisite meid oma partneriks,
 OÜ TERMOPILT TARTU nimel
 Tõnu Jõesaar