

Termograafiline ülevaatus
Hariduse 1, Nõo

Hoone soojustuse kontroll				
Möödistamise aeg		Ilmastik	Välistemperatuur	-5°C
19.01.12		Tuul 0-5 m/s	Sisetemperatuur	20°C
Tööde algus	17.20	Ühtlane pilvisus		
Tööde lõpp	18.45			
Info mõõdetava objekti kohta		Kahekorruseline korterelamu		
Tellij:	KÜ Hariduse 1, Liina Karlson	Tel: 5557 5716		
Möödistas ja analüüsis	Tõnu Jõesaar	Tel: 5349 1182		
Vastutav spetsialist:	Tõnu Jõesaar	Tel: 5349 1182		

Möödistamisel on kasutatud firma FLIR infrapunakaamerat B335

TERMOPIILT TARTU OÜ on registreeritud Majandustegevuse registris, tegevusaladel:

Energiaauditi tegemine Registreeringu number: EHA000064

Energiamärgise väljastamine Registreeringu number: EHM000120

Sisukord

Sisukord	2
Sissejuhatus.....	3
Dokumendis kasutatud tähiste seletused.....	3
Sisemine ülevaatus.....	4
Korter 5	4
Korter 6	5
Korter 8	6
Korter7	8
Korter 1	9
Korter 2	11
Korter 3	12
Trepikoda	14
Kelder.....	15
Pööning	17
Välimine ülevaatus.....	18
Kokkuvõte.....	22
Kalkulatsioonid	22
Tähelepanekud	22
Järeldused.....	22

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 soojusjuhtivusega alad (külmasillad) eristatavad heledamate/kollaste toonide järgi ning seespidisel termografeerimisel tumedamate/sinakasmustade kohtade järgi. Objektide pinnatemperatuur on seostatud värvipaletiga piltide paremal äärel.

Välispiirete soojusjuhtivuse arvutused baseeruvad ümbritseva keskkonna ja piirete sisepindade temperatuurierinevustel ning tulemused on indikatiivse iseloomuga. Aruandes on esitatud välispiirete soojusjuhtivuse orienteeruvad väärtused, mis on saadud erinevates ruumides mõõdetud analoogiliste konstruktsioonide soojusjuhtivuste keskmistamise kaudu.

Peale välispiirete keskmise soojusjuhtivuse mõjutavad maja soojapidavust puudulikult tihendatud piirkonnad välispiiretes, konstruktiivsed ja ehituslikud külmasillad ning uste ja akende ebatihedus. Külmasildade suur soojusjuhtivus võib olla hoonele ja elanikele ka 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. Termograafilise mõõdistamise kaudu on võimalik need temperatuurid ära mõõta. Eestis puuduvad temperatuuriindeksiga seotud ehituslikud normid, kuid vastavalt Tallinna Tehnikaülikooli ehitusteaduskonnas tehtud uuringutele võib lugeda külmasilla niiskustehniliselt turvaliseks temperatuuriindeksi järgmised piirväärtused:

Niiskukoormus	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.

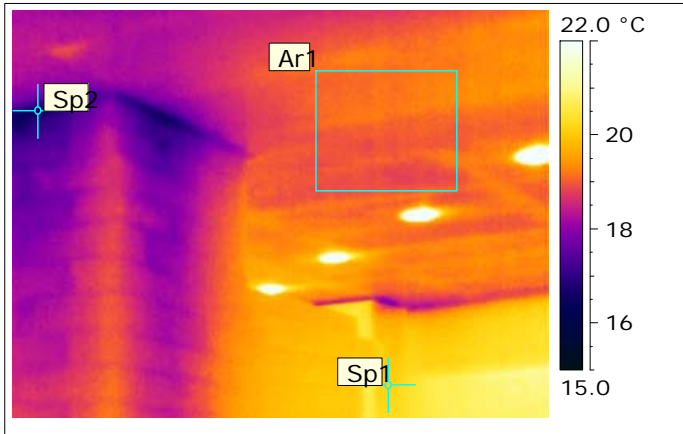
Ülevaatus käigus avastatud külmasildade ja puuduliku soojapidavusega piirkondade temperatuuriindeksi väärtused on toodud vastavate termopiltide selgitavas tekstis

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

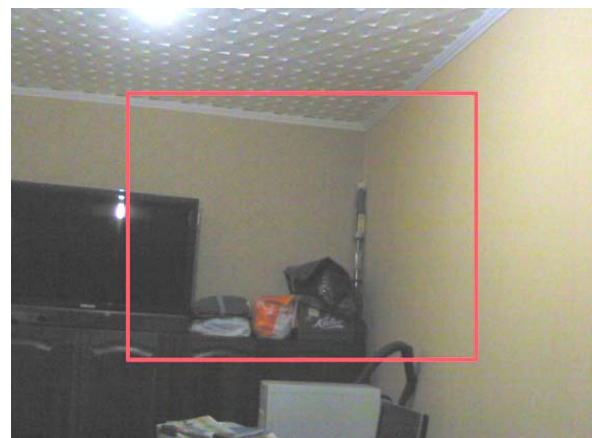
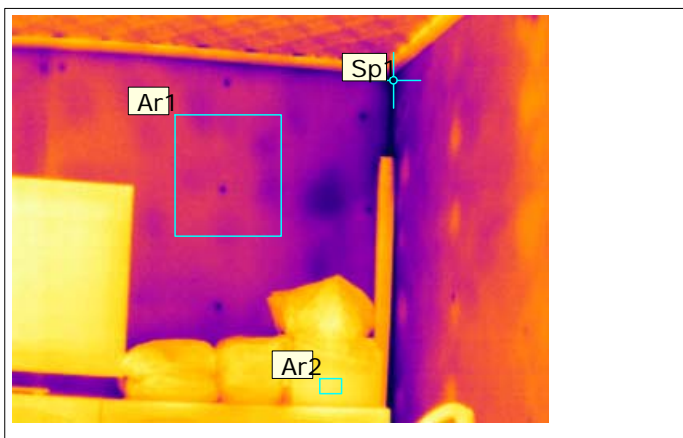
Sisemine ülevaatus

Korter 5



Filename	IR_8341.jpg
Sp1 Temperature	20.2 °C
Sp2 Temperature	16.6 °C
Ar1 Average Temperature	19.1 °C

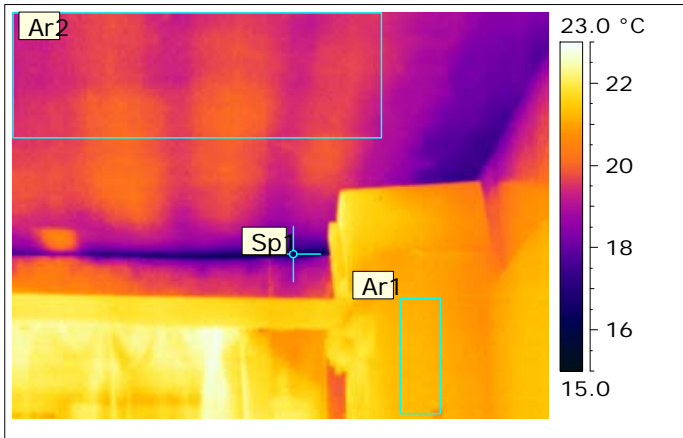
Korstna ümbruses on soojustus puudulik või liigub välisõhk mööda lõõri alla.



Filename	IR_8345.jpg
Sp1 Temperature	14.9 °C
Ar1 Average Temperature	17.5 °C
Ar2 Average Temperature	20.6 °C

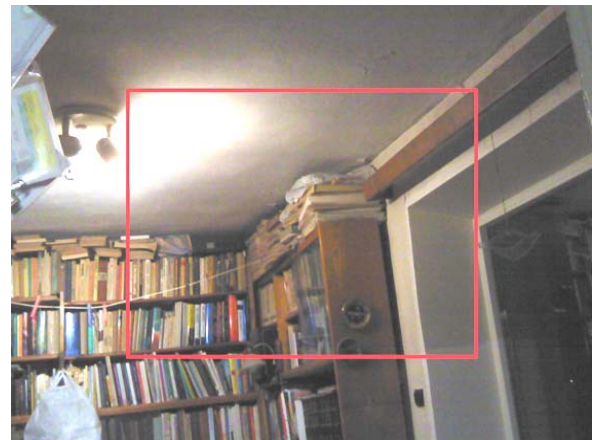
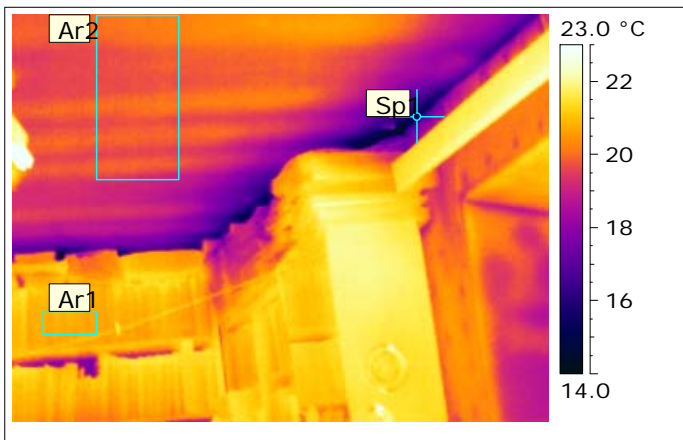
Sp1 – temperatuuriindeks $f_{Rsi} = 0,71$

Korter 6

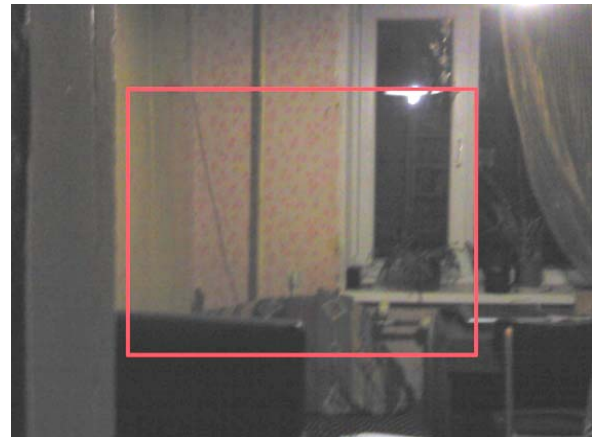
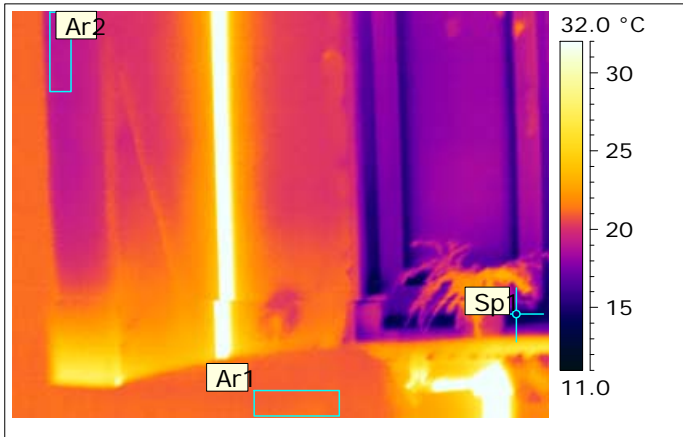


Filename	IR_8347.jpg
Sp1 Temperature	16.6 °C
Ar1 Average Temperature	21.1 °C
Ar2 Average Temperature	19.6 °C

Seina-lae liite piirkond on puudulikult isoleeritud ja külm pääseb laepaneeli sisse.



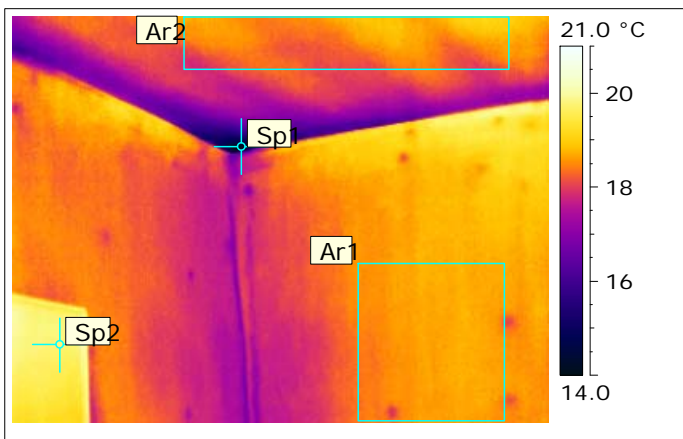
Filename	IR_8349.jpg
Sp1 Temperature	15.4 °C
Ar1 Average Temperature	20.7 °C
Ar2 Average Temperature	19.8 °C



Filename	IR_8353.jpg
Sp1 Temperature	13.8 °C
Ar1 Average Temperature	21.1 °C
Ar2 Average Temperature	19.0 °C

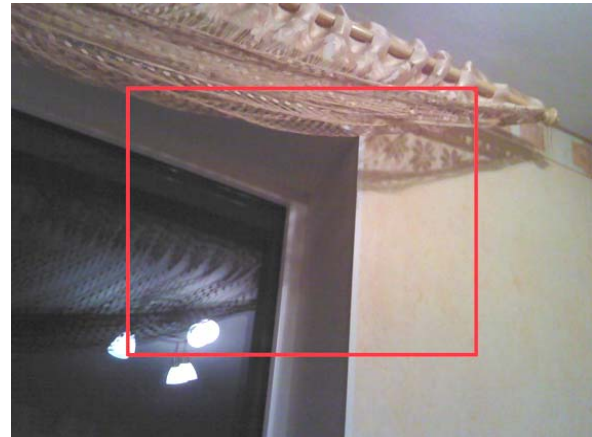
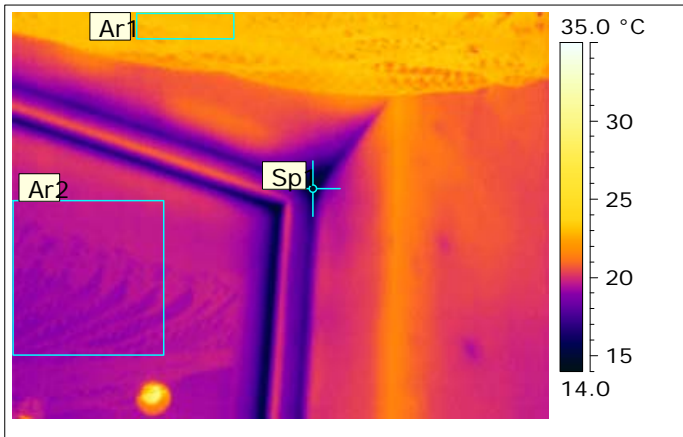
Sp1 – temperatuuriindeks $f_{Rsi} = 0,61$
 Akna alumina äär muutub külmal ajal märjaks
 Radiaatoril on termostattventiil

Korter 8



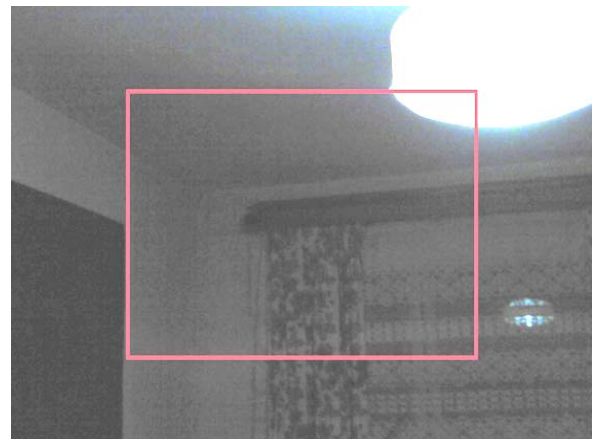
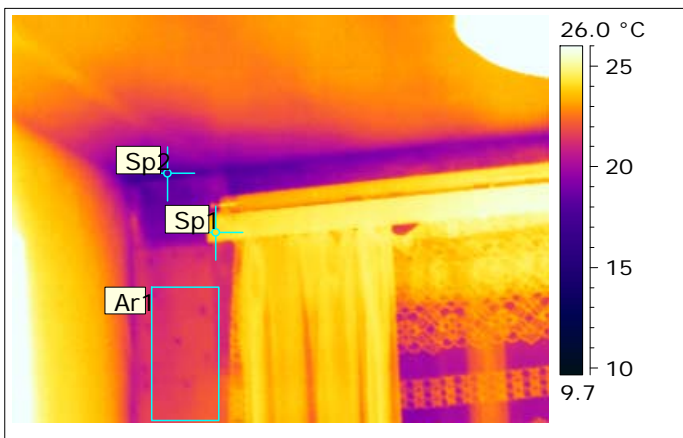
Filename	IR_8355.jpg
Sp1 Temperature	13.9 °C
Sp2 Temperature	19.7 °C
Ar1 Average Temperature	18.6 °C
Ar2 Average Temperature	18.5 °C

Sp1 – temperatuuriindeks $f_{Rsi} = 0,69$, niiskuse kondenseerumise oht.



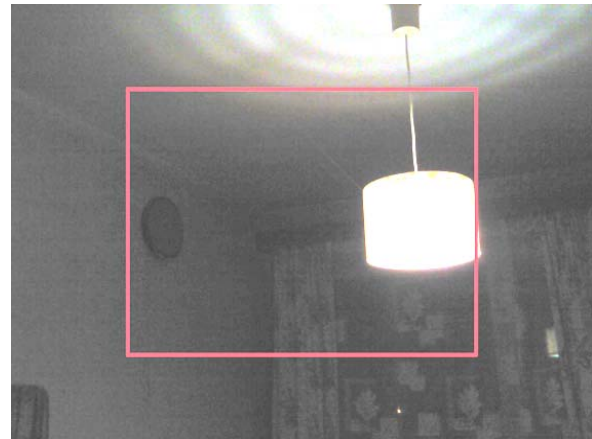
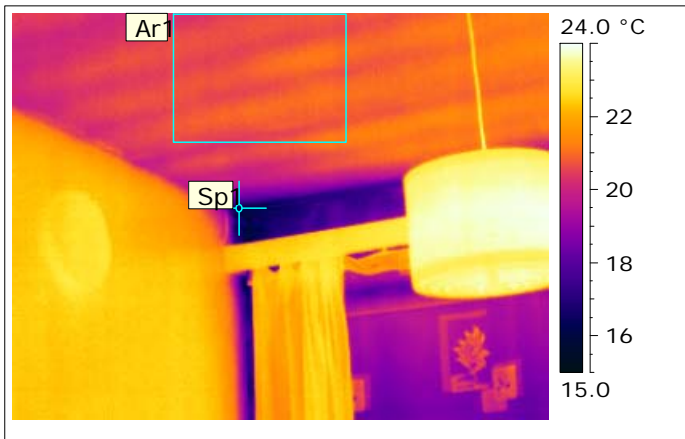
Filename	IR_8357.jpg
Sp1 Temperature	14.4 °C
Ar1 Average Temperature	23.0 °C
Ar2 Average Temperature	19.4 °C

Sp1 – temperatuuriindeks $f_{Rsi} = 0,61$, niiskuse kondenseerumise oht.
Akna nurk on puudulikult tihendatud



Filename	IR_8363.jpg
Sp1 Temperature	24.1 °C
Sp2 Temperature	17.3 °C
Ar1 Average Temperature	21.6 °C

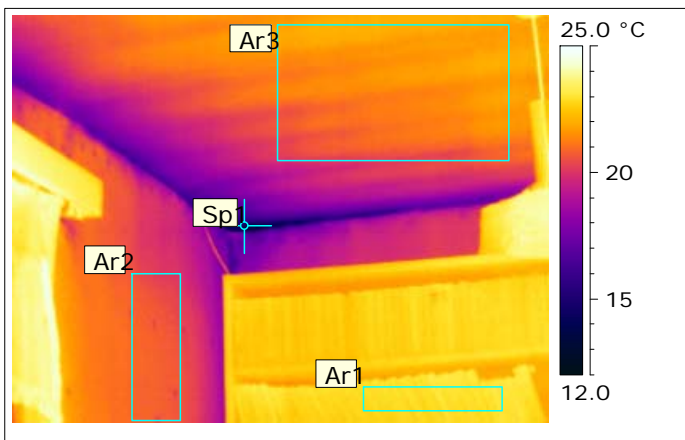
Akna sillus on suurema soojusjuhtivusega kui sein.



Filename	IR_8365.jpg
Sp1 Temperature	15.5 °C
Ar1 Average Temperature	20.8 °C

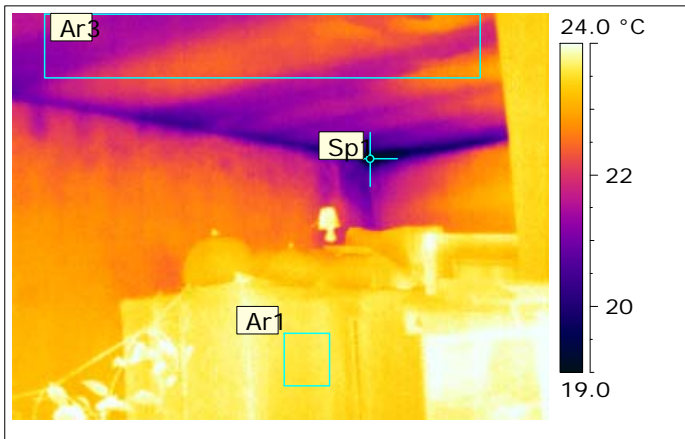
Sp1 – temperatuuriindeks $f_{Rsi} = 0,68$, niiskuse kondenseerumise oht

Korter7



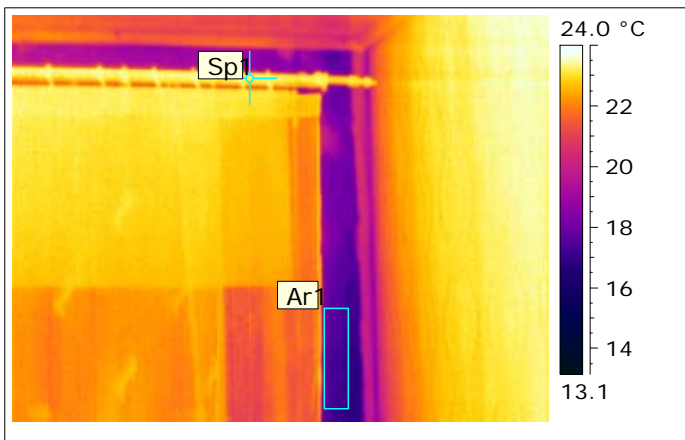
Filename	IR_8367.jpg
Sp1 Temperature	13.8 °C
Ar1 Average Temperature	22.9 °C
Ar2 Average Temperature	20.7 °C
Ar3 Average Temperature	21.3 °C

Sp1 – temperatuuriindeks $f_{Rsi} = 0,59$, niiskuse kondenseerumise oht
 Raamatriiuli kohal on õhu liikumine piiratud ja seal on külmasilla mõju tugevam



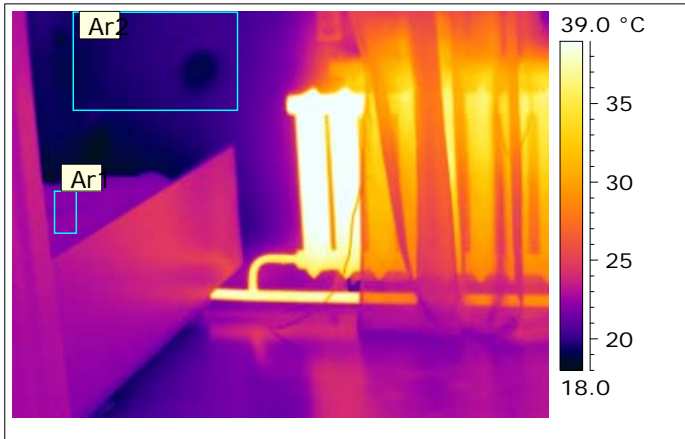
Filename	IR_8369.jpg
Sp1 Temperature	18.9 °C
Ar1 Average Temperature	23.6 °C
Ar3 Average Temperature	22.0 °C

Korter 1

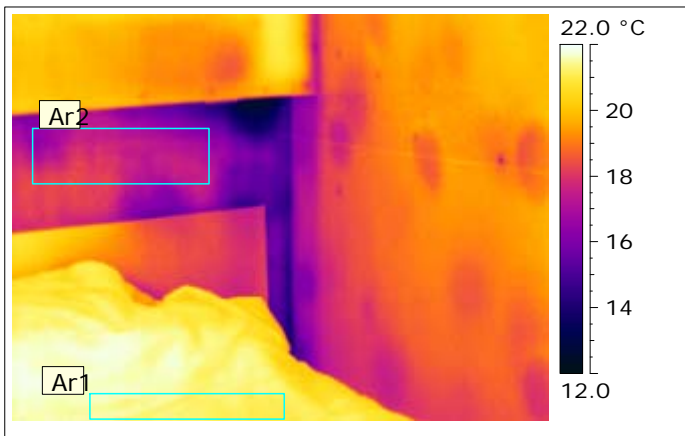


Filename	IR_8371.jpg
Sp1 Temperature	23.2 °C
Ar1 Average Temperature	17.4 °C

Akna kõrval on külm sein

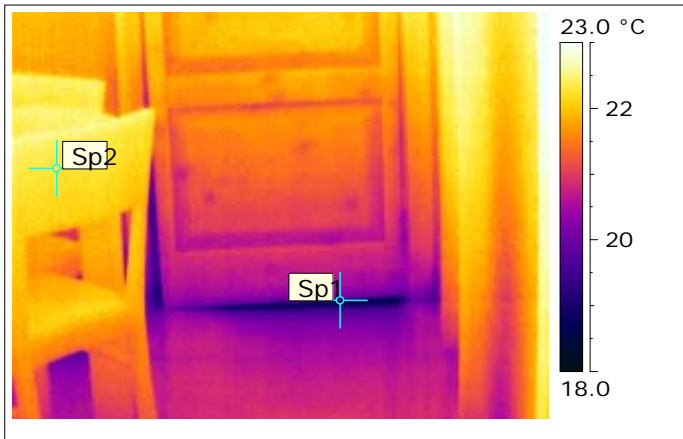


Filename	IR_8373.jpg
Ar1 Average Temperature	22.2 °C
Ar2 Average Temperature	19.8 °C



Filename	IR_8375.jpg
Ar1 Average Temperature	21.3 °C
Ar2 Average Temperature	17.5 °C

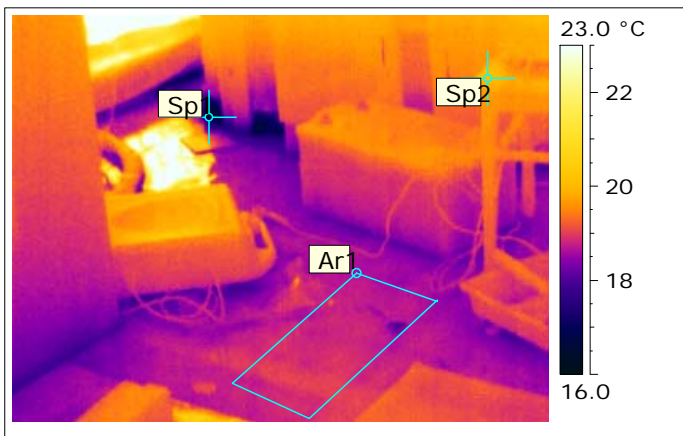
Sp1 – temperatuuriindeks $f_{Rsi} = 0,60$, niiskuse kondenseerumise oht
 Seinas on suure soojusjuhtivusega ala.



Location:

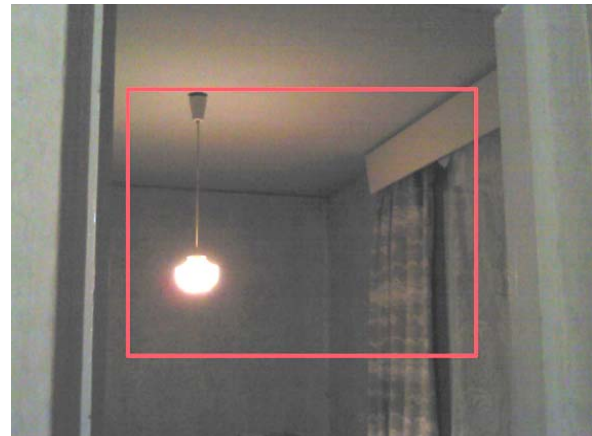
Filename	IR_8377.jpg
Sp1 Temperature	18.5 °C
Sp2 Temperature	22.2 °C

Korter 2



Filename	IR_8381.jpg
Sp1 Temperature	16.5 °C
Sp2 Temperature	20.1 °C
Ar1 Average Temperature	18.8 °C

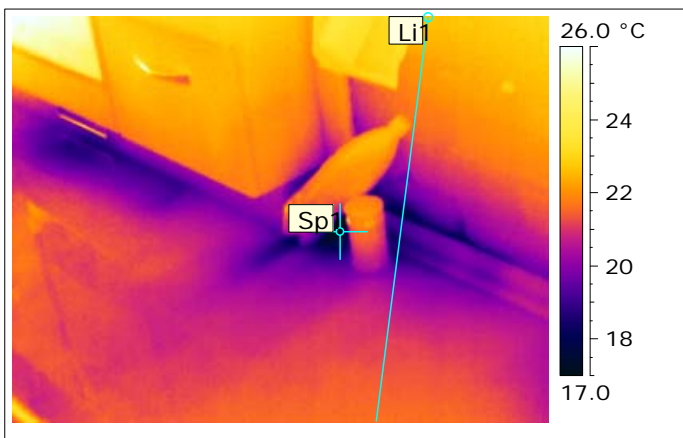
Alumise korruse põrand on jahe, põrandaääred on külmad.



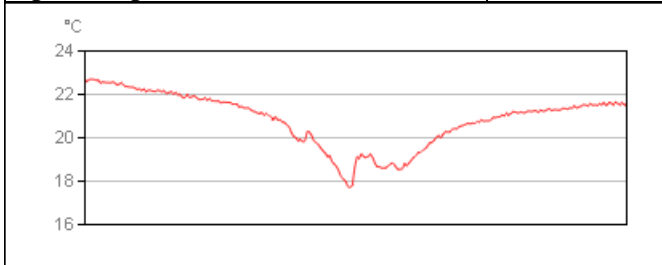
Filename	IR_8383.jpg
Sp1 Temperature	14.8 °C
Ar1 Average Temperature	19.4 °C

Sp1 – temperatuuriindeks $f_{Rsi} = 0,66$, niiskuse kondenseerumise oht
 Seina-lae liites on külmasild, laepaneel on seina sees puudulikult isoleeritud

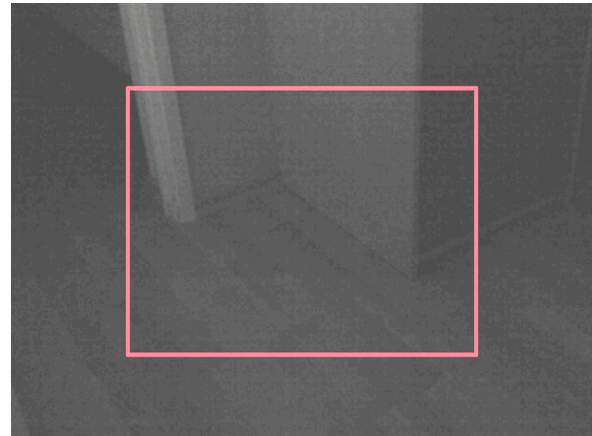
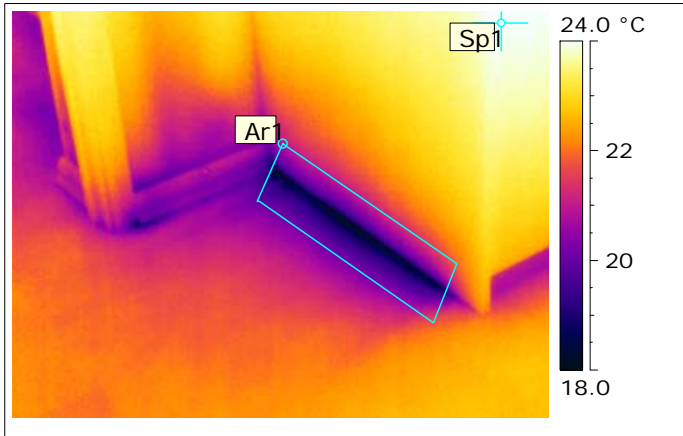
Korter 3



Filename	IR_8385.jpg
Sp1 Temperature	17.3 °C



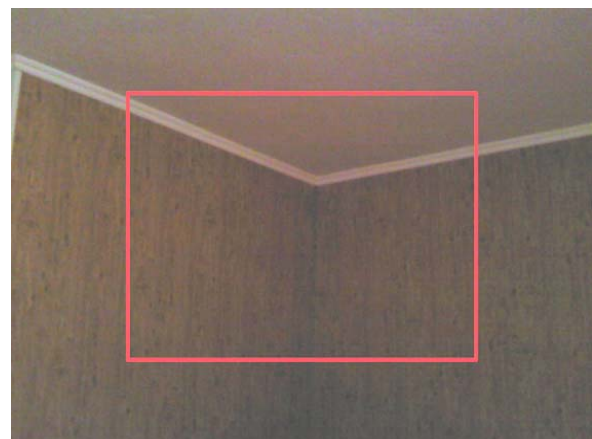
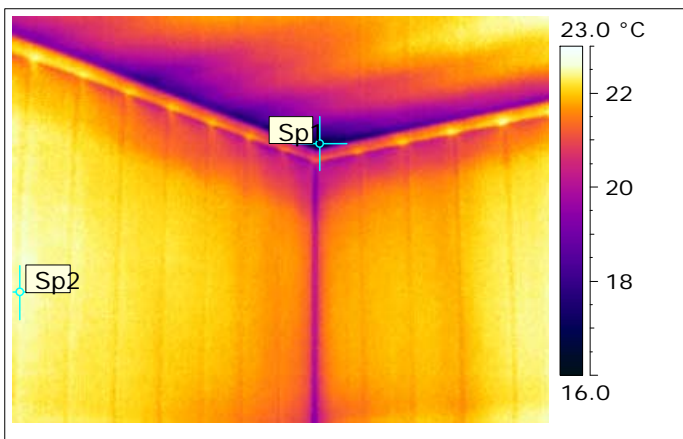
Pinnatemperatuuri profiil üle seina-põranda liite.



Location:

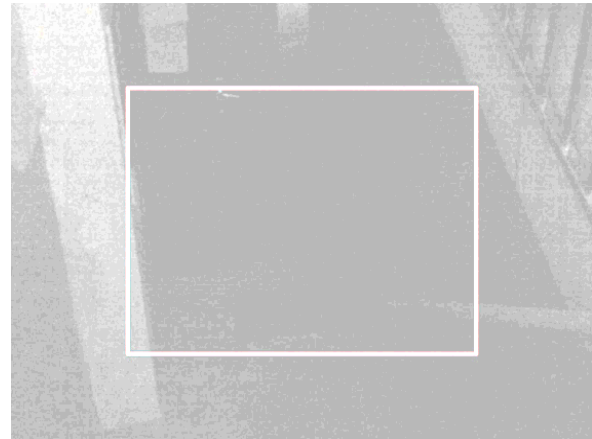
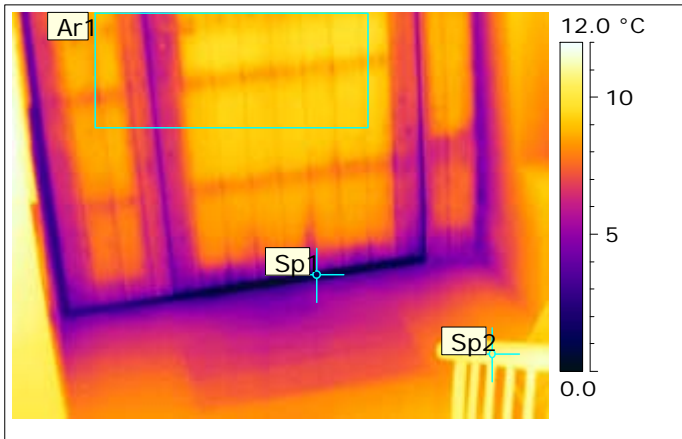
Filename	IR_8389.jpg
Sp1 Temperature	23.9 °C
Ar1 Min. Temperature	17.7 °C

Vahesein jahtub läbi külma keldri



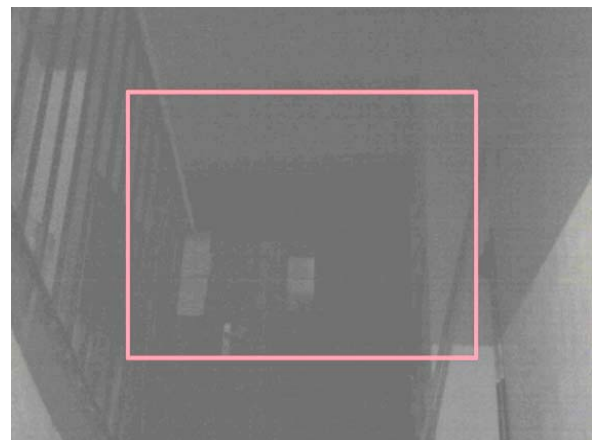
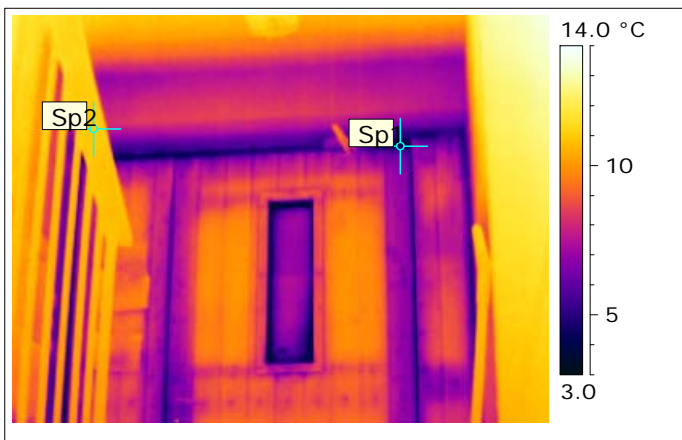
Filename	IR_8391.jpg
Sp1 Temperature	16.2 °C
Sp2 Temperature	22.5 °C

Trepikoda



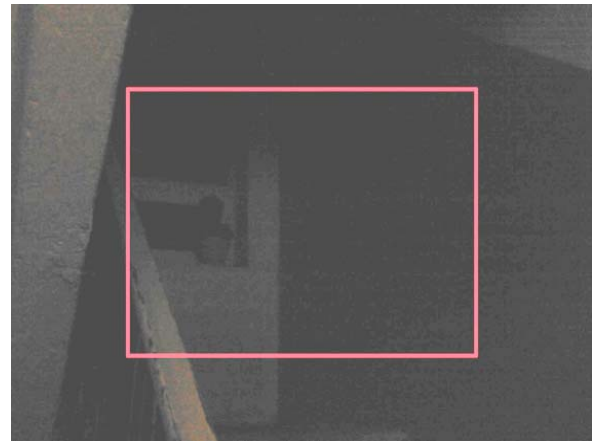
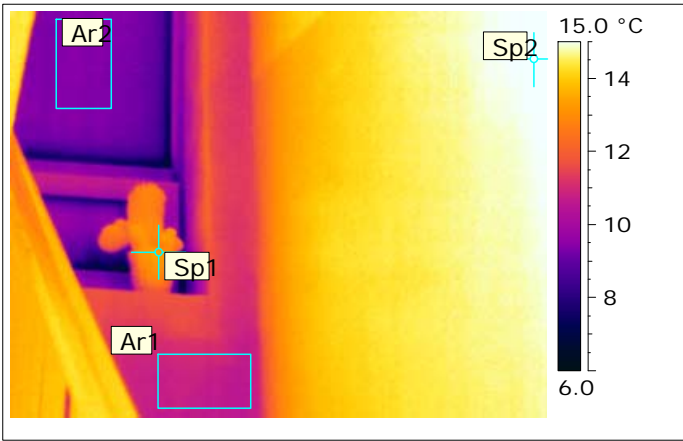
Filename	IR_8393.jpg
Sp1 Temperature	0.6 °C
Sp2 Temperature	11.0 °C
Ar1 Average Temperature	8.6 °C

Trepikoja välisuks laseb külma läbi



Location:

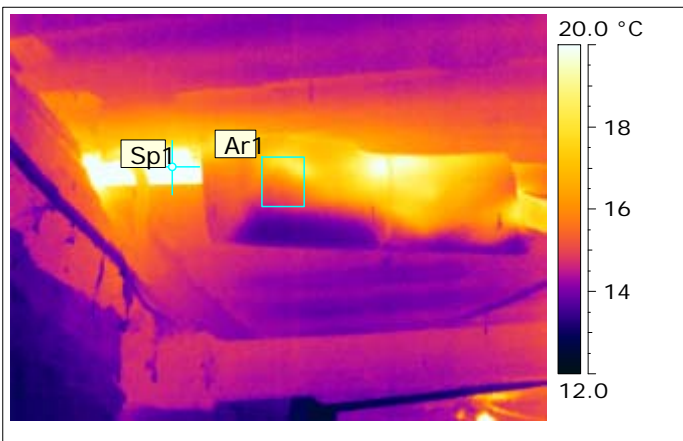
Filename	IR_8409.jpg
Sp1 Temperature	4.3 °C
Sp2 Temperature	10.9 °C



Filename	IR_8395.jpg
Sp1 Temperature	13.4 °C
Sp2 Temperature	15.3 °C
Ar1 Average Temperature	10.7 °C
Ar2 Average Temperature	9.4 °C

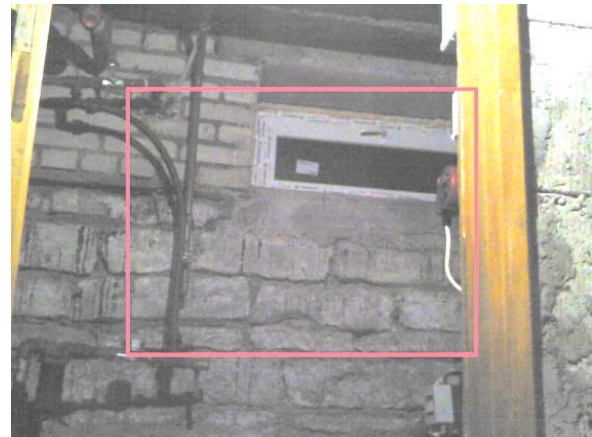
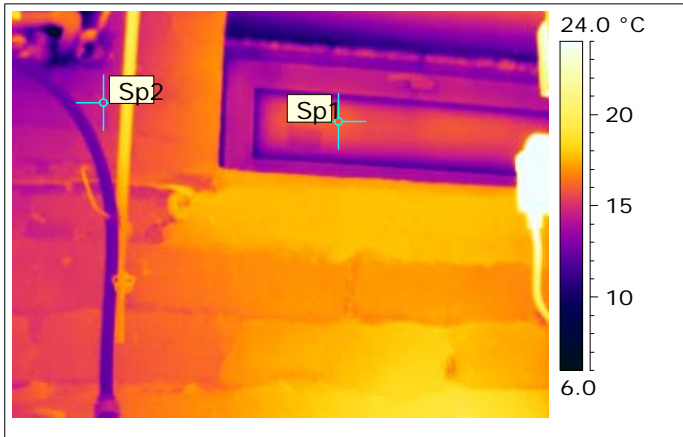
Korterite vaheseinad kütavad trepikoda
 Uus aken on vähese soojapidavusega

Kelder



Filename	IR_8399.jpg
Sp1 Temperature	24.0 °C
Ar1 Average Temperature	16.3 °C

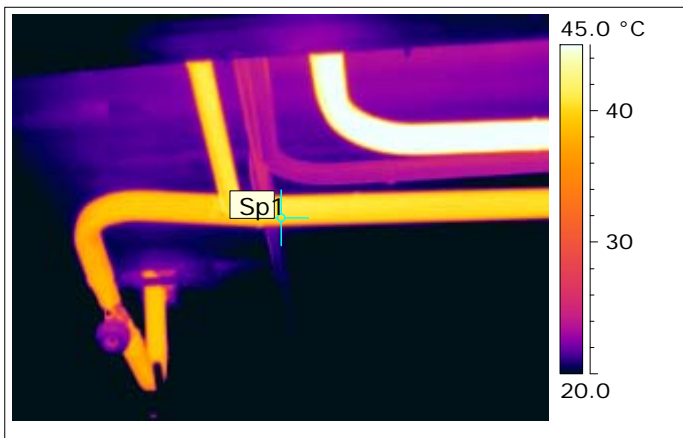
Küttetorud on puudulikult isoleeritud



Filename	IR_8405.jpg
Sp1 Temperature	16.0 °C
Sp2 Temperature	14.8 °C

Keldri uus aken on parema soojapidavusega kui sein

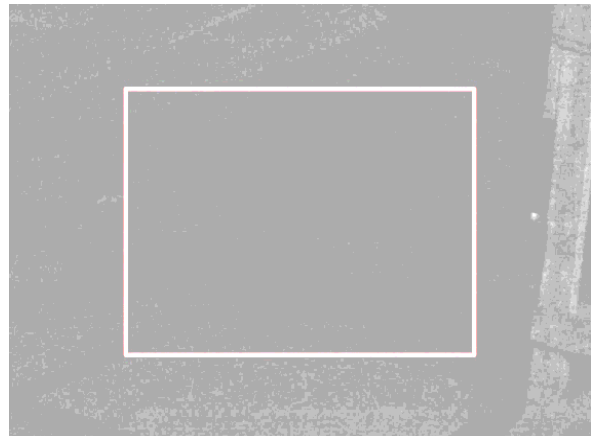
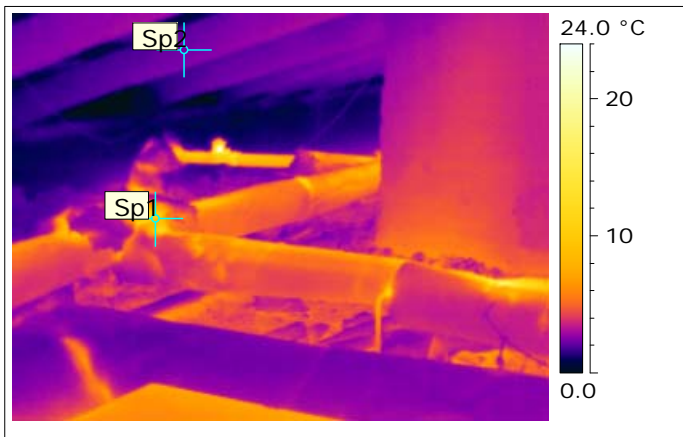
Location:



Filename	IR_8407.jpg
Sp1 Temperature	40.0 °C

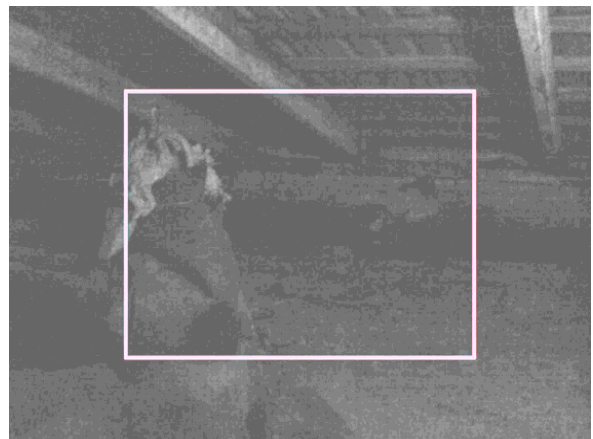
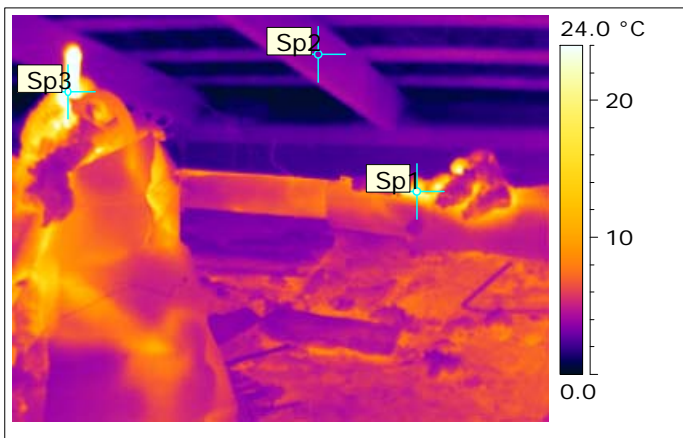
Küttetorud on ilma isolatsioonita

Pööning



Filename	IR_8411.jpg
Sp1 Temperature	9.3 °C
Sp2 Temperature	2.3 °C

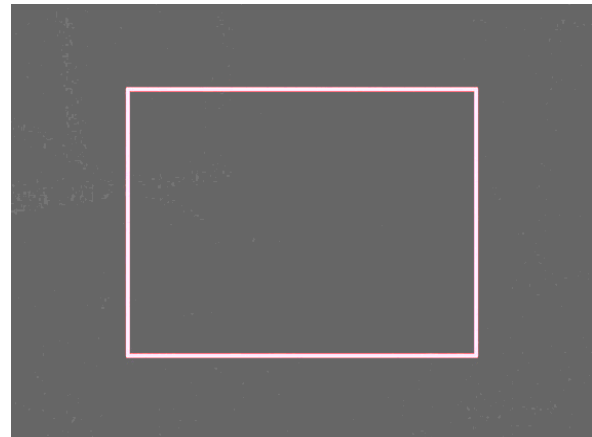
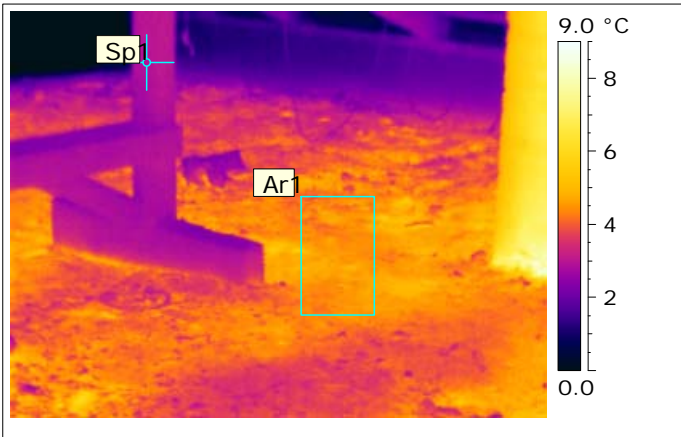
Pööningul on kütte magistraalitorud.
Torude isolatsioon on ehitusaegne ja korrast ära.



Filename	IR_8413.jpg
Sp1 Temperature	27.9 °C
Sp2 Temperature	3.6 °C
Sp3 Temperature	35.0 °C

Location:

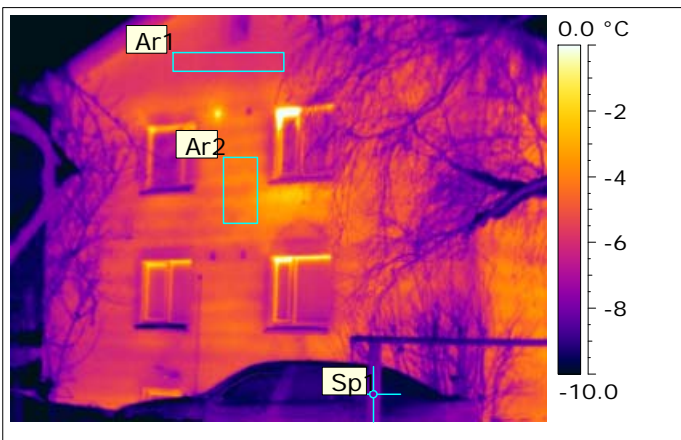
Õhutusventiil lekib ja isolatsioon on märg



Filename	IR_8415.jpg
Sp1 Temperature	3.0 °C
Ar1 Average Temperature	4.5 °C

Pööningu põrandal on ebaühtlane soojustus

Välimine ülevaatus



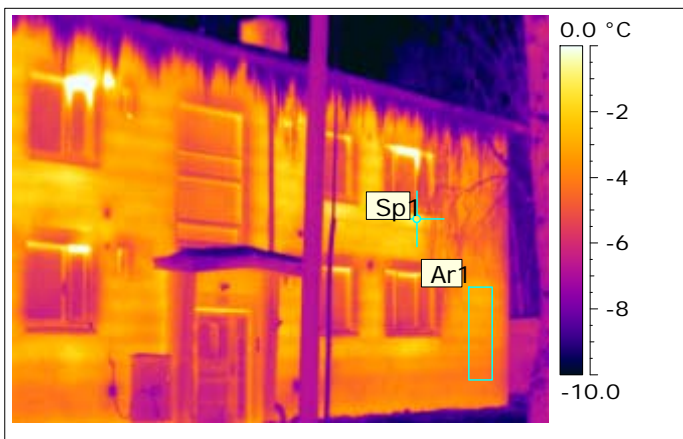
Filename	IR_8463.jpg
Sp1 Temperature	-7.8 °C
Ar1 Average Temperature	-5.7 °C
Ar2 Average Temperature	-4.1 °C



Location:

Filename	IR_8467.jpg
Sp1 Temperature	-4.3 °C
Ar1 Average Temperature	-2.3 °C

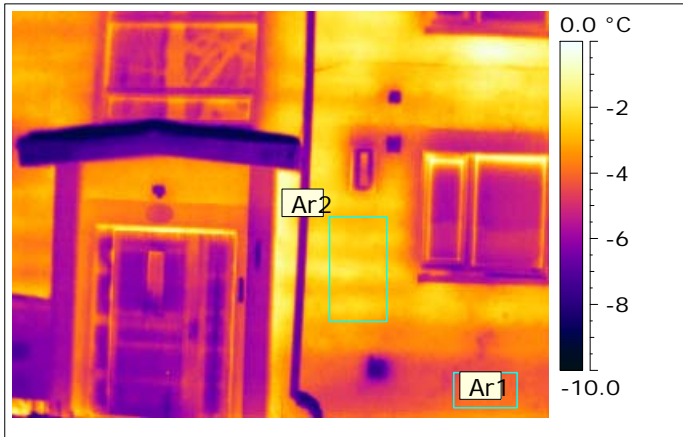
Seinas on näha suurema soojusjuhtivusega müüritise sideread (heledad ribad).



Filename	IR_8469.jpg
Sp1 Temperature	-1.1 °C
Ar1 Average Temperature	-3.6 °C

Akende all radiaatorite kohal on sein õhem ja seal on soojakadu suurem.

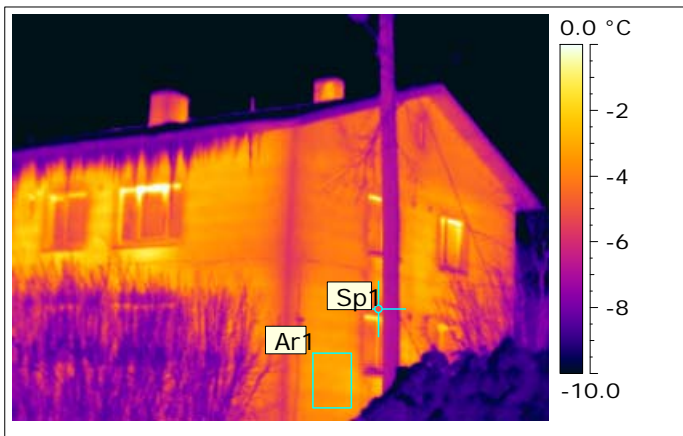
Pööningul asuvad kütetorud soojendavad katusealust ja selle tulemusena tekivad räästasse jääpurikad. Katusealuse tuulutus on nõrk



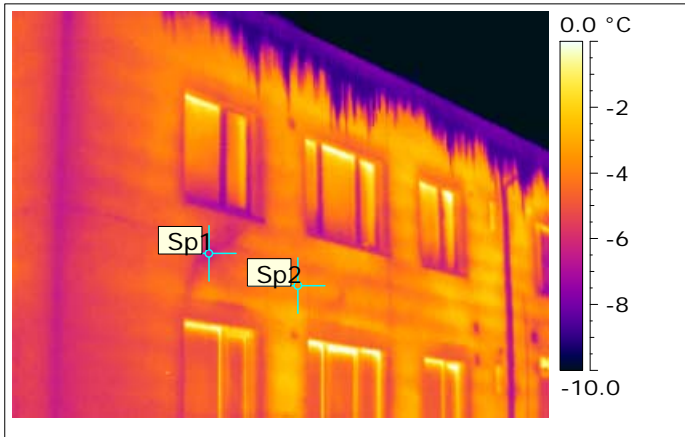
Location:

Filename	IR_8471.jpg
Ar1 Average Temperature	-4.0 °C
Ar2 Average Temperature	-2.6 °C

Seintes on ventilatsiooniavad, kuid paljudes korterites on need suletud.

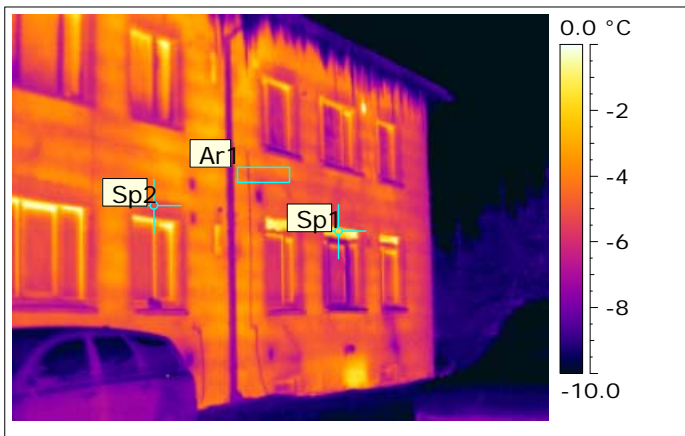


Filename	IR_8473.jpg
Sp1 Temperature	-4.9 °C
Ar1 Average Temperature	-3.2 °C



Location:

Filename	IR_8475.jpg
Sp1 Temperature	-6.5 °C
Sp2 Temperature	-3.6 °C



Filename	IR_8477.jpg
Sp1 Temperature	-1.7 °C
Sp2 Temperature	-5.1 °C
Ar1 Average Temperature	-4.5 °C

Akende sillused on alla langenud ja seal on soojakadu suur.

Kokkuvõte

Kalkulatsioonid

Antud termograafilise ülevaatus eesmärk oli hinnata hoone soojustuse olukorda renoveerimise eesmärgil. Kontrollimaks hoone põhikonstruktsiooni üldist soojuspidavust, on teostatud temperatuuridel põhinev, kaudne soojuspidavuse arvutus.

Piirete keskmised soojajuhtivusväärtused on järgmised:

Sokkel $U \sim 2,0 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Lagi $U \sim 0,5 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Sein $U \sim 0,9 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Nimetatud konstruktsioonide soojajuhtivused ei vasta Eestis soovitatavatele normväärtustele ja maja soojustus vajab renoveerimist.

Tähelepanekud

- Maja välisseinad on laotud silikaattelistest müüritisena, milles on näha horisontaalsed sideread ja akendealused õhemad piirkonnad, kus asetsevad radiaatorid
- Välisseinte soojusjuhtivus on väga ebahütlane. Kiviridade vahele paigaldatud klaasvatist soojustus on aja jooksul ära vajunud või on paigaldamise kvaliteet kõikuv.
- Akende/uste sillused on suurema soojusjuhtivusega kui sein
- Maja välisel ülevaatusel on näha, et vundament on välispiiretest kõige soojem ala. Külma ja hästi sooja juhtiv vundament (väljast soojustamata betoon) jahutab suure soojakao tõttu maha temaga kontaktis oleva põranda- sein osa, mille tõttu on seal tunduvalt madalam temperatuur, kui ümbritsevas ruumis.
- Vahelae paneelide liited on seinas puudulikult isoleeritud ja moodustavad külmasillad
- Vaheseinte liited välisseintega moodustavad külma nurgad, kuna konstruktsioonide liitekohtades on soojustus puudulik.
- Uute akende paigaldamisel on kasutatud montaaživahtu, mis ei täida ühtlaselt aknalengi ja sein vahelist pilu. Eriti on seda probleemi nurkades. Aknapõsed on seestpoolt kohati külmad.

Järeldused

Hariduse 1 eluhoone välispiirete keskmine soojusjuhtivus 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. Eestis soovituslikud välispiirete soojusjuhtivuse piirnormid on toodud tabelis allpool.

Piirde soojusjuhtivus, MKM määrus nr 52	$U, \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Välisseinad	0,22
Katuslagi	0,15
Mittekõetava pööningu põrand	0,15
Klaasitud avatäide komplekselt	1,1

Täna, et valisite meid oma partneriks,

OÜ TERMOPILT TARTU nimel

Tõnu Jõesaar