



Termograafiline ülevaatus
Pala tee 12, Ardu alevik, Kose vald, Harjumaa

Hoone soojustuse kontroll			
Mõõdistamise aeg		Ilmastik	Välistemperatuur
12.12.2016		Tuul 0-5 m/s	-3°C
Tööde algus	14.00	Pilves ilm	
Tööde lõpp	16.00		
Info mõõdetava objekti kohta		Seinapaneelidest ehitatud korterelamu. Hoonel on täiskelder ning lamekatus.	
Tellija:	KÜ Pala 12 Jaanus Tänav		Tel: 55 657 969
Mõõdistas:	T. Tiit		Tel: 56 643 115
Analüüsis:	T. Tiit		Tel: 56 643 115
Vastutav spetsialist:	T. Rähmonen		Tel: 53 48 99 59

Mõõdistamisel kasutatud firma FLIR infrapunakaamerat ThermoCam E300
firma FLUKE sisekliimatester 975V Airmeter

Sisukord

Eessõna.....	3
Dokumendis kasutatud tähiste seletused	3
Väline ülevaatus	4
Siseülevaatus	8
V korrus krt 15	8
IV korrus krt 12	14
Trepikoda	17
I korrus krt 3	18
II korrus krt 21.....	24
Kelder	27
Kokkuvõte	31
Kalkulatsioonid	31
Tähelepanekud	31
Järeldused	31

Eessõna

Käesolevas töös on kontrollitud hoone konstruktsioonide soojusjuhtivust 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.

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:

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.

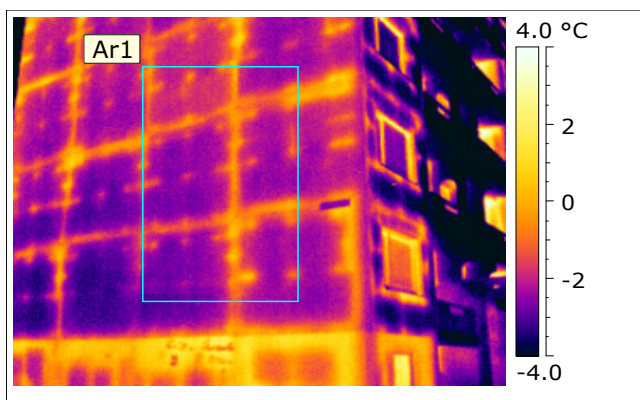
Ülevaatus käigus avastatud külmasildade ja puuduliku soojapidavusega piirkondade temperatuuriindeksi väärtused on toodud vastavate termopiltide selgitavas tekstis.

Dokumendis kasutatud tähiste seletused

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

Väline ülevaatus

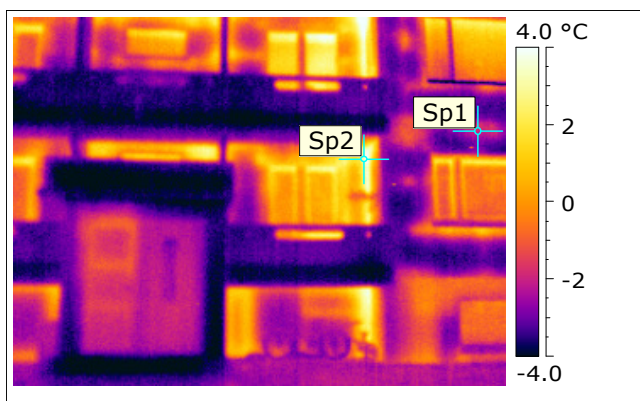
välissein



File name	IR_4309.jpg
Ar1 Max. Temperature	0.6 °C
Ar1 Min. Temperature	-3.4 °C
Ar1 Average Temperature	-1.9 °C

Ar1 välisseina pinnatemperatuurid varieeruvad

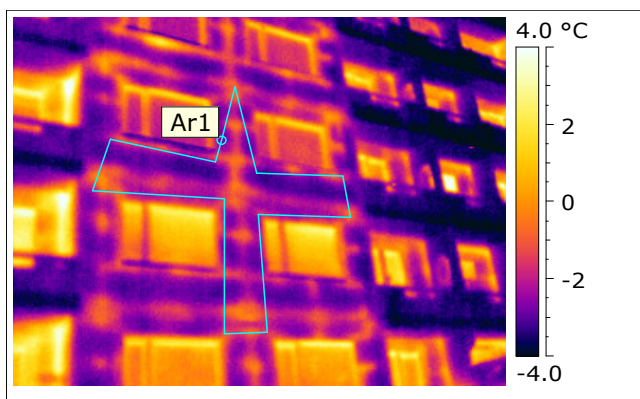
välissein



File name	IR_4310.jpg
Sp1 Temperature	-2.0 °C
Sp2 Temperature	3.7 °C

Sp1, Sp2 välisseina pinnatemperatuurid varieeruvad

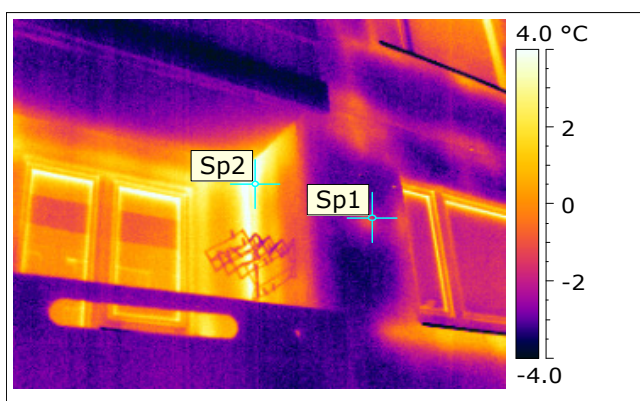
välissein



File name	IR_4311.jpg
Ar1 Max. Temperature	0.1 °C
Ar1 Min. Temperature	-3.6 °C
Ar1 Average Temperature	-2.1 °C

Ar1 välisseina pinnatemperatuurid varieeruvad

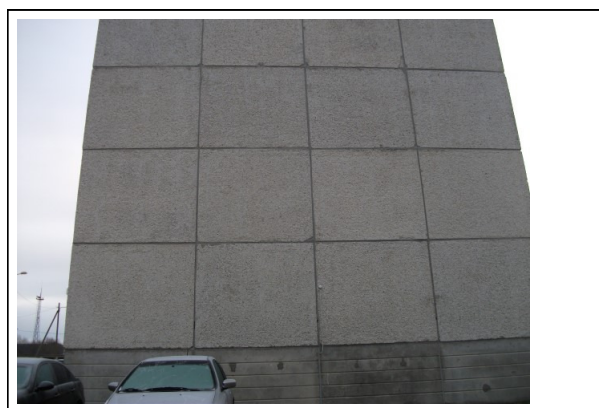
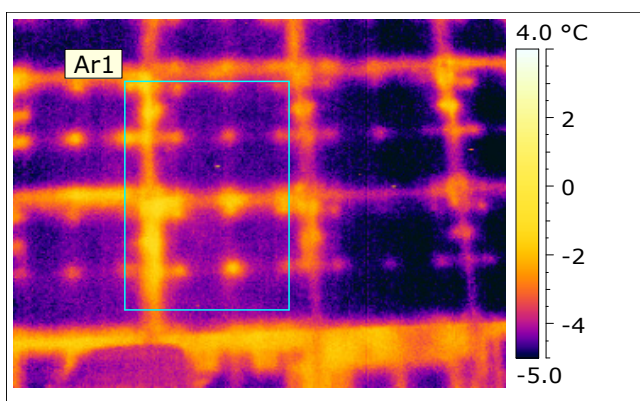
välissein



File name	IR_4312.jpg
Sp1 Temperature	-1.8 °C
Sp2 Temperature	3.8 °C

Sp2 soojaleke piirdeosade liitekohas

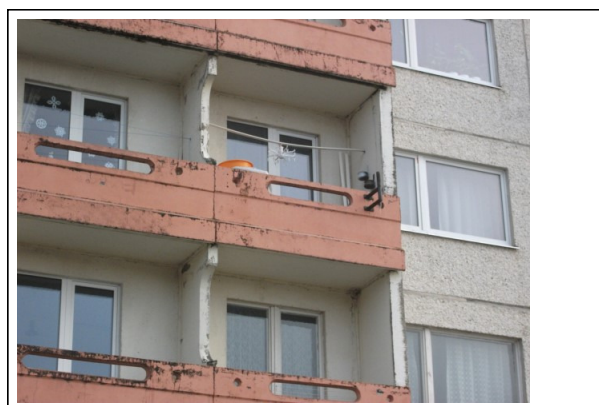
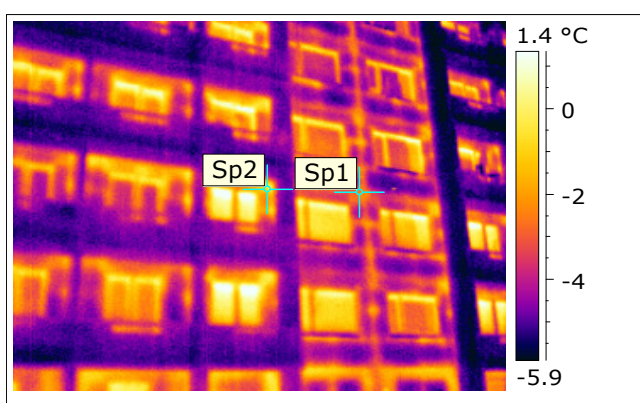
välissein



File name	IR_4313.jpg
Ar1 Max. Temperature	0.7 °C
Ar1 Min. Temperature	-5.1 °C
Ar1 Average Temperature	-3.7 °C

Ar1 välisseina pinnatemperatuurid varieeruvad

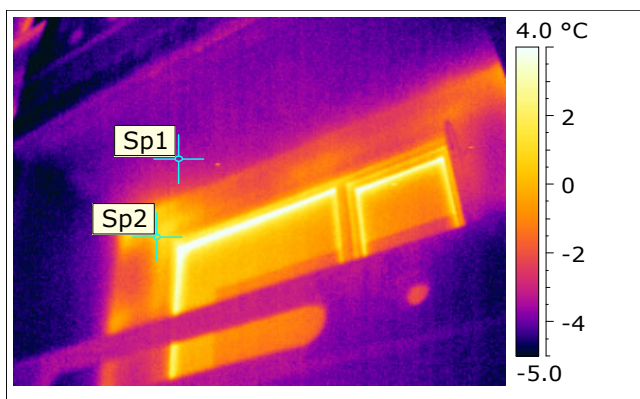
välissein



File name	IR_4314.jpg
Sp1 Temperature	-2.3 °C
Sp2 Temperature	-0.5 °C

Sp1, Sp2 välisseina pinnatemperatuurid varieeruvad

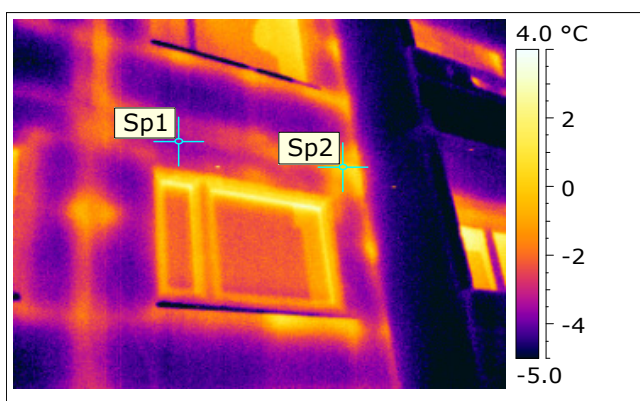
välissein



File name	IR_4315.jpg
Sp1 Temperature	-3.4 °C
Sp2 Temperature	0.5 °C

Sp2 soojaleke piirdeosade liitekohas

välissein



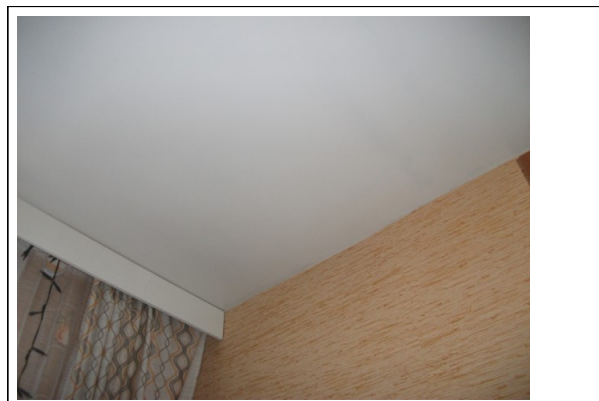
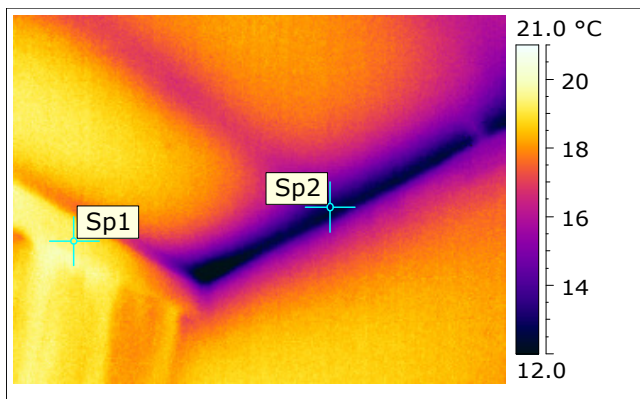
File name	IR_4316.jpg
Sp1 Temperature	-3.5 °C
Sp2 Temperature	0.2 °C

Sp2 seinapaneelide liitekohas soojaleke

Siseülevaatus

V korrus krt 15

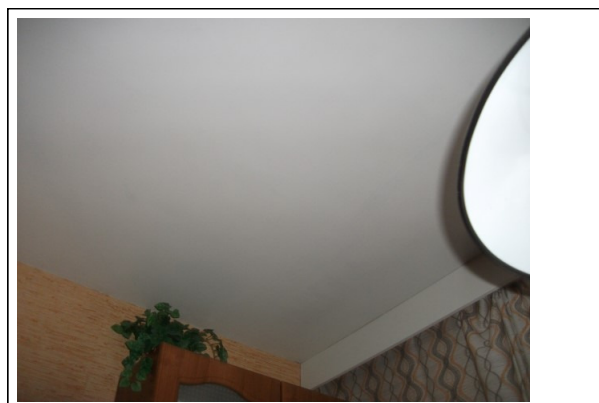
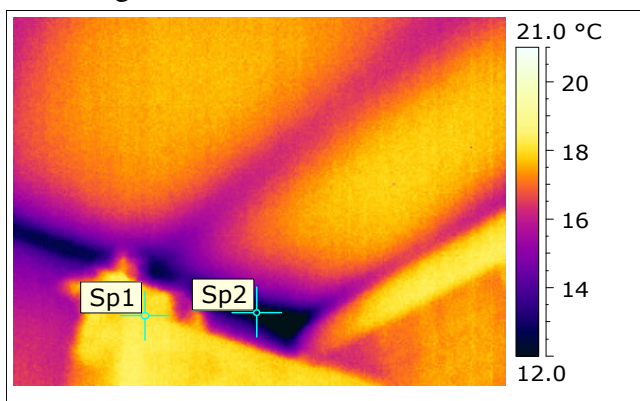
Köök lagi



File name	IR_4317.jpg
Sp1 Temperature	19.2 °C
Sp2 Temperature	12.4 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,71$, hallituse tekkeoht

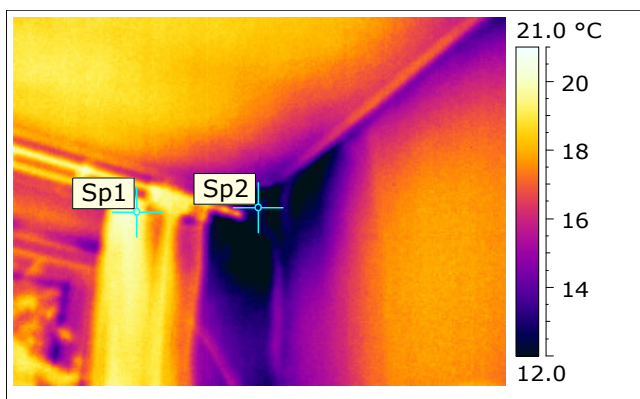
Köök lagi



File name	IR_4318.jpg
Sp1 Temperature	18.1 °C
Sp2 Temperature	11.8 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,71$, hallituse tekkeoht

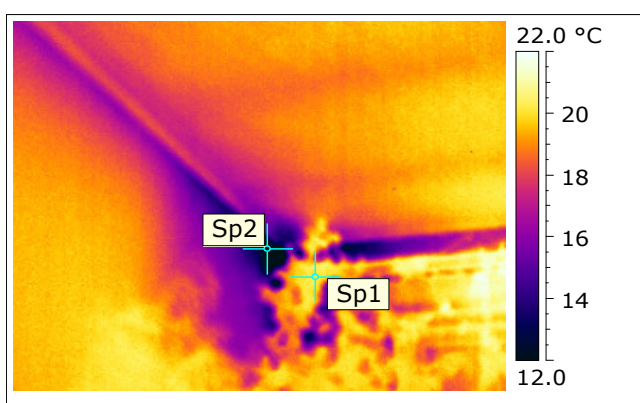
Tuba 1 välissein



File name	IR_4319.jpg
Sp1 Temperature	19.9 °C
Sp2 Temperature	12.7 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,70$, hallituse tekkeoht

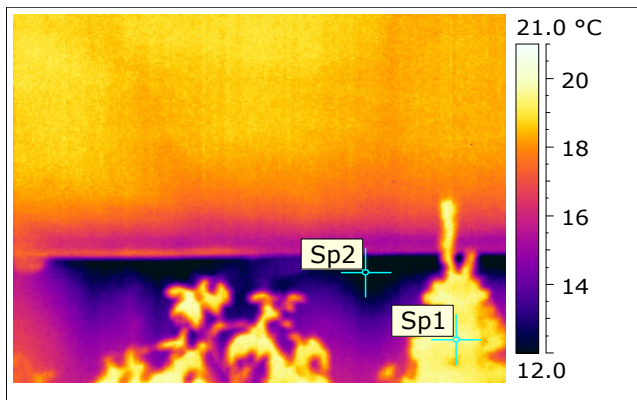
Tuba 1 välissein



File name	IR_4320.jpg
Sp1 Temperature	20.0 °C
Sp2 Temperature	11.3 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,64$, kondensaadi tekkeoht

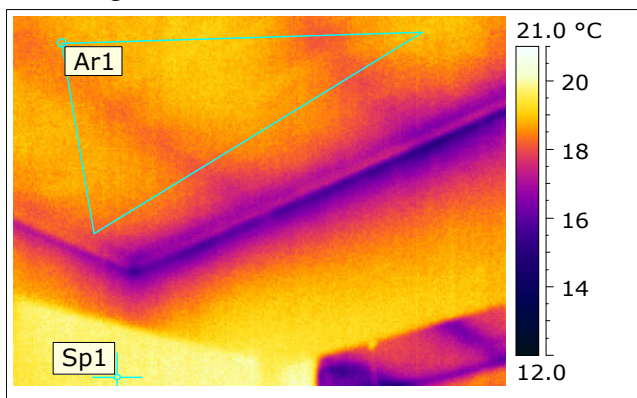
Tuba 1 välissein



File name	IR_4321.jpg
Sp1 Temperature	19.6 °C
Sp2 Temperature	11.5 °C

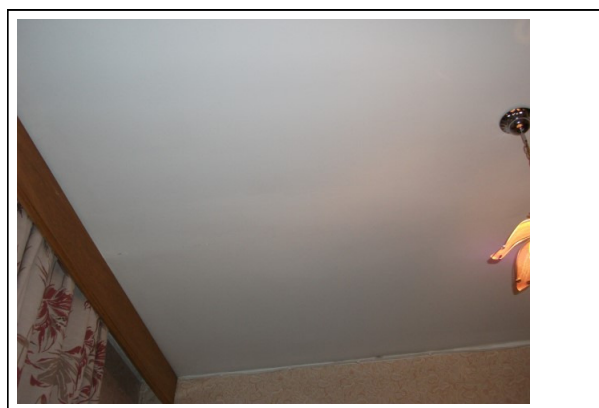
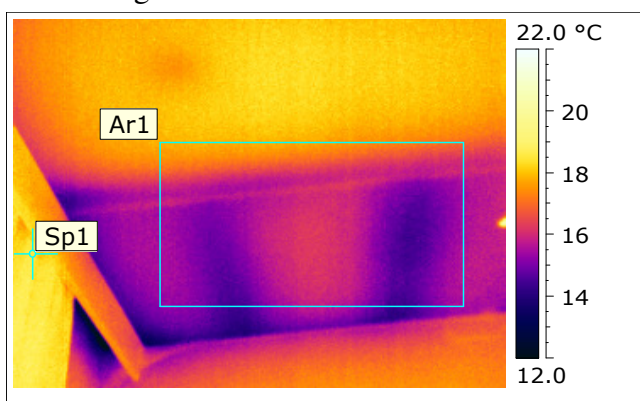
*Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,66$,
kondensaadi tekkeoht*

Esik lagi



File name	IR_4322.jpg
Ar1 Max. Temperature	19.3 °C
Ar1 Min. Temperature	17.9 °C
Ar1 Average Temperature	18.6 °C
Sp1 Temperature	19.7 °C

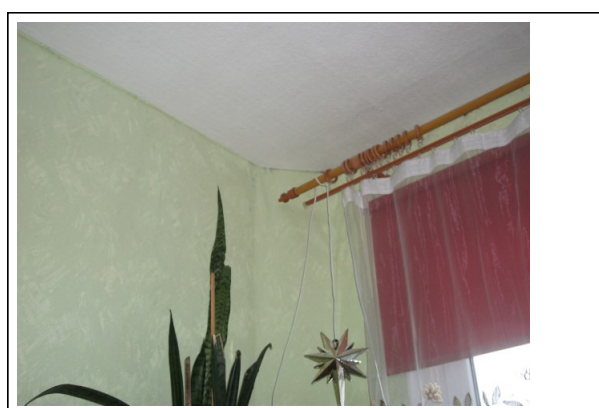
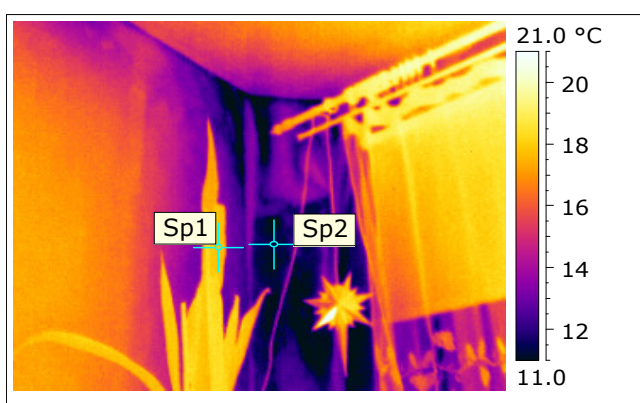
Tuba 2 lagi



File name	IR_4323.jpg
Ar1 Max. Temperature	18.0 °C
Ar1 Min. Temperature	14.2 °C
Ar1 Average Temperature	15.7 °C
Sp1 Temperature	18.5 °C

Ar1 lae soojuspidavus ebahühtlane

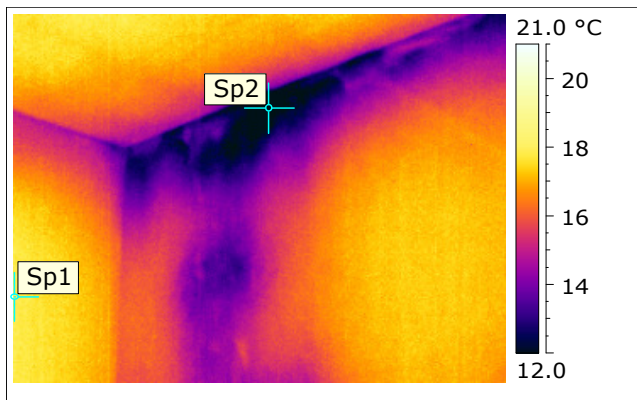
Tuba 2 välissein



File name	IR_4324.jpg
Sp1 Temperature	17.9 °C
Sp2 Temperature	11.3 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,70$ hallituse tekeht

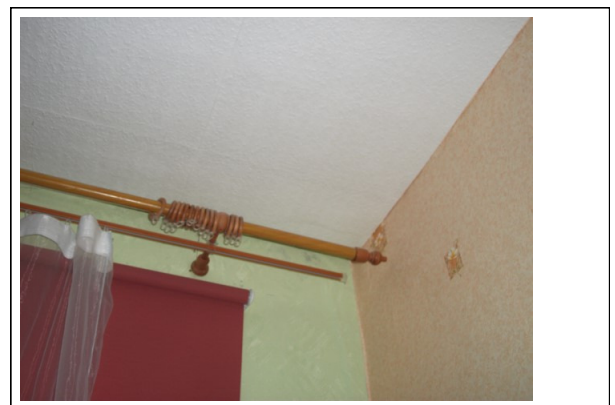
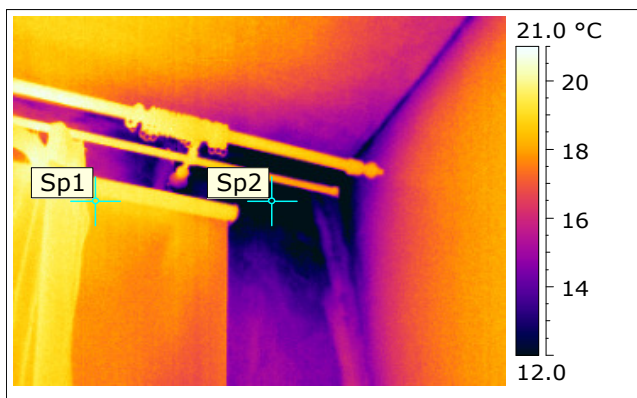
Tuba 2 välissein



File name	IR_4325.jpg
Sp1 Temperature	17.8 °C
Sp2 Temperature	11.2 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,69$, hallituse tekkeoht

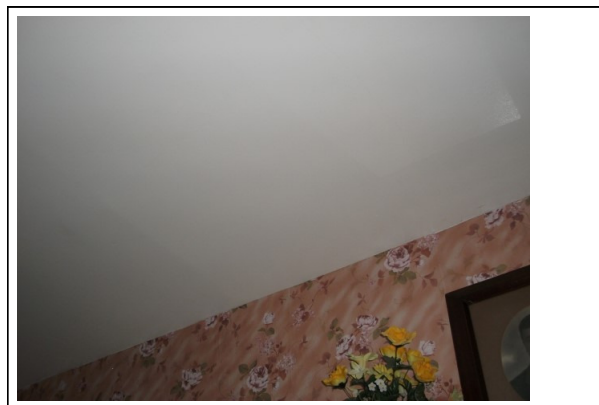
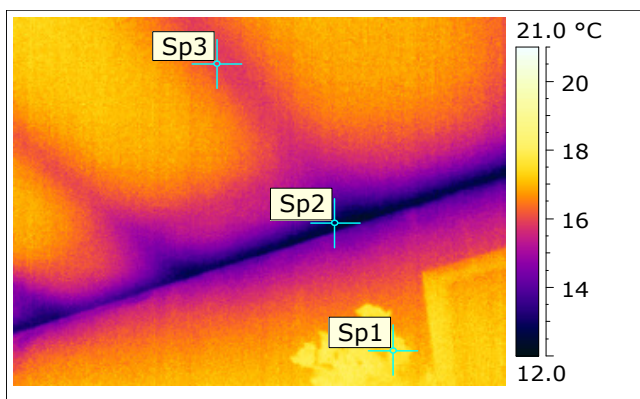
Tuba 2 välissein



File name	IR_4326.jpg
Sp1 Temperature	18.9 °C
Sp2 Temperature	10.6 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,63$, kondensaadi tekkeoht

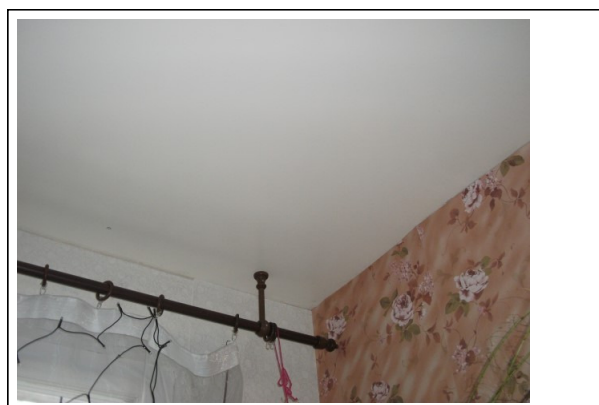
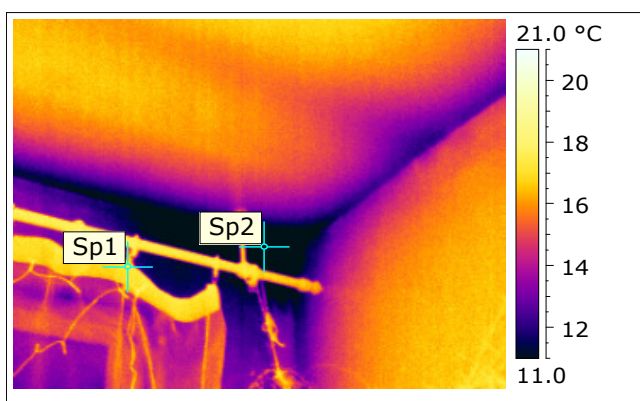
Tuba 3 välissein



File name	IR_4327.jpg
Sp1 Temperature	17.4 °C
Sp2 Temperature	12.5 °C
Sp3 Temperature	15.7 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,77$

Tuba 3 välissein

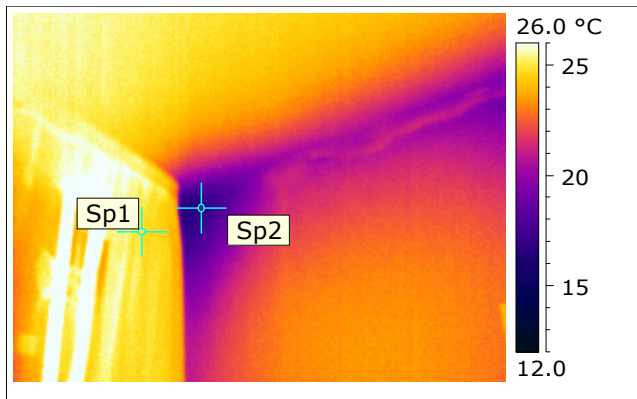


File name	IR_4328.jpg
Sp1 Temperature	17.1 °C
Sp2 Temperature	9.4 °C

*Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,64$,
kondensaadi tekkeoht*

IV korrus krt 12

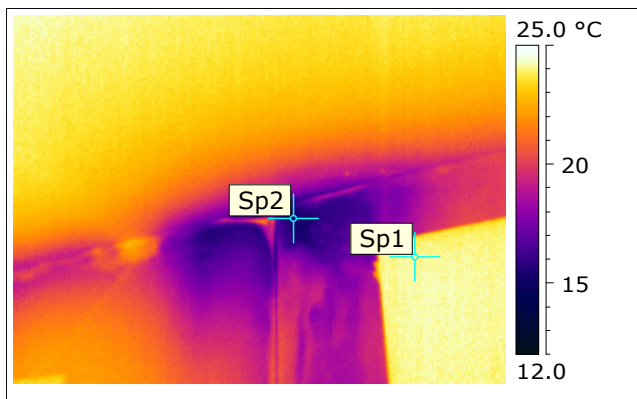
Tuba 1 välissein



File name	IR_4329.jpg
Sp1 Temperature	24.8 °C
Sp2 Temperature	16.8 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,72$

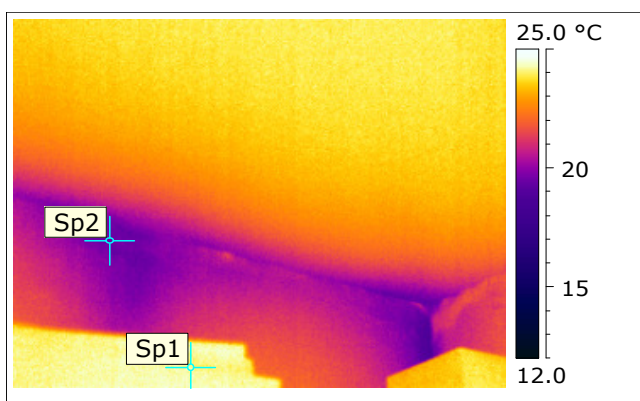
välissein



File name	IR_4330.jpg
Sp1 Temperature	24.0 °C
Sp2 Temperature	15.6 °C

*Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,70$,
hallituse tekkeoht*

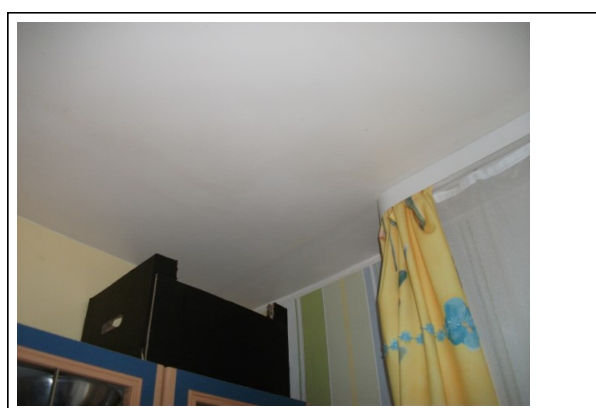
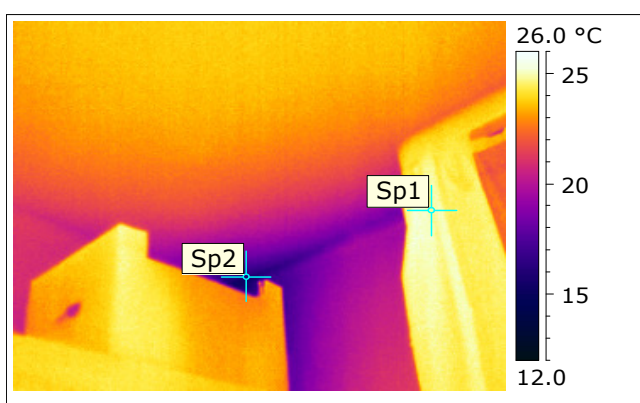
välissein



File name	IR_4331.jpg
Sp1 Temperature	24.2 °C
Sp2 Temperature	19.4 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,83$

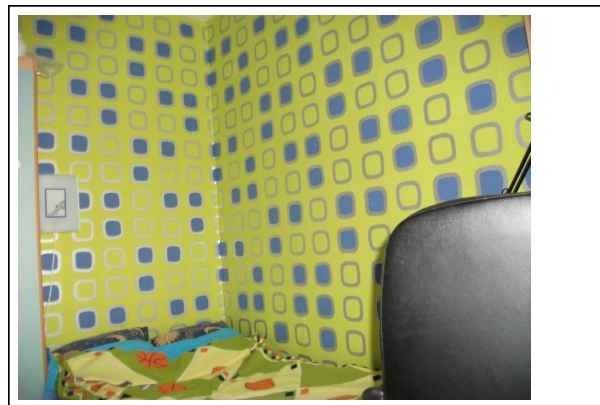
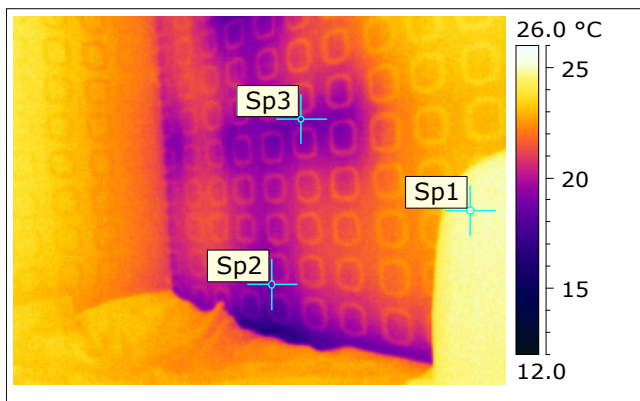
välissein



File name	IR_4332.jpg
Sp1 Temperature	24.9 °C
Sp2 Temperature	15.4 °C

*Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,67$,
hallituse tekkeoht*

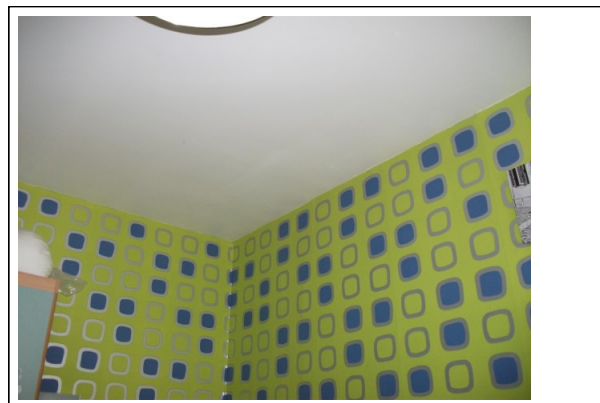
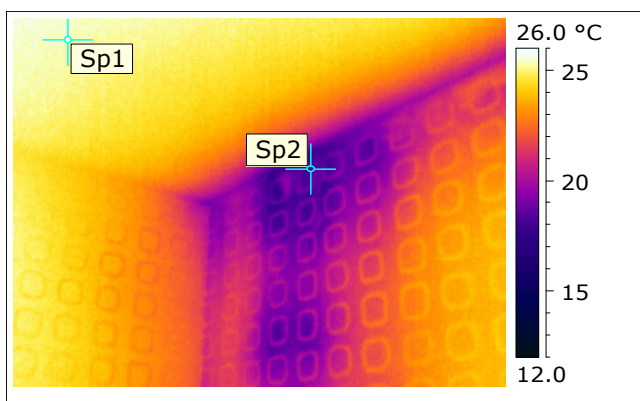
välissein



File name	IR_4333.jpg
Sp1 Temperature	24.7 °C
Sp2 Temperature	18.8 °C
Sp3 Temperature	19.1 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,79$

välissein

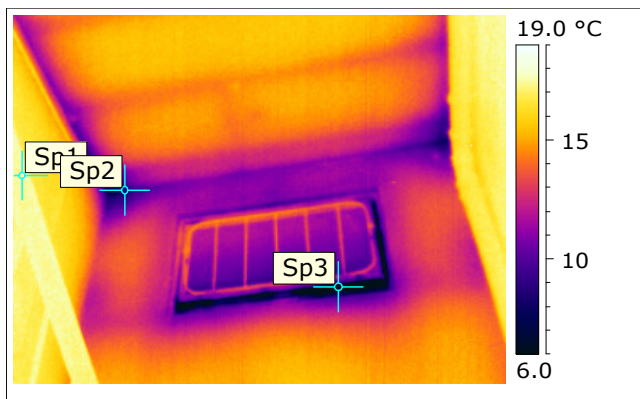


File name	IR_4334.jpg
Sp1 Temperature	25.3 °C
Sp2 Temperature	18.5 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,77$

Trepikoda

välissein

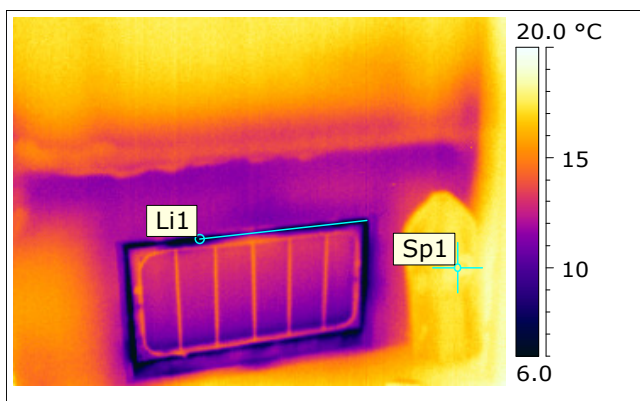


File name	IR_4335.jpg
Sp1 Temperature	17.3 °C
Sp2 Temperature	8.7 °C
Sp3 Temperature	5.1 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,60$, hallituse tekkeoht

Sp3 välisõhu sissepuhe aken-sein liitekohas

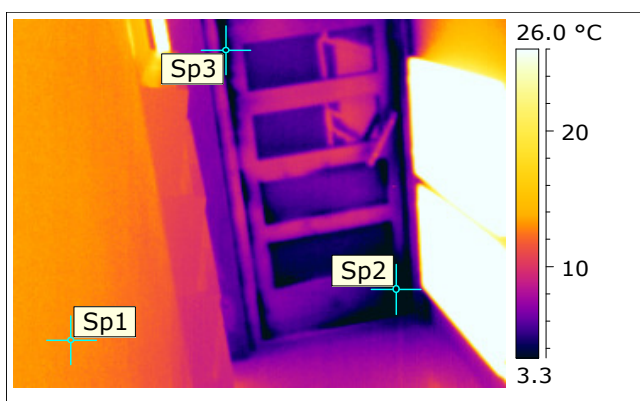
välissein



File name	IR_4336.jpg
Li1 Max. Temperature	12.3 °C
Li1 Min. Temperature	5.4 °C
Sp1 Temperature	18.1 °C

Li1 välisõhu sissepuhe aknakonstruktsioonide vahelt

välisuks

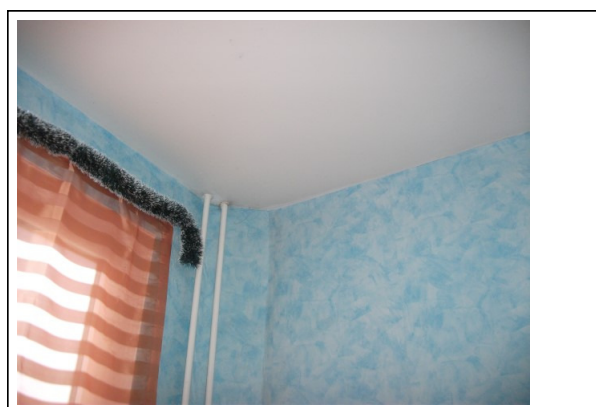
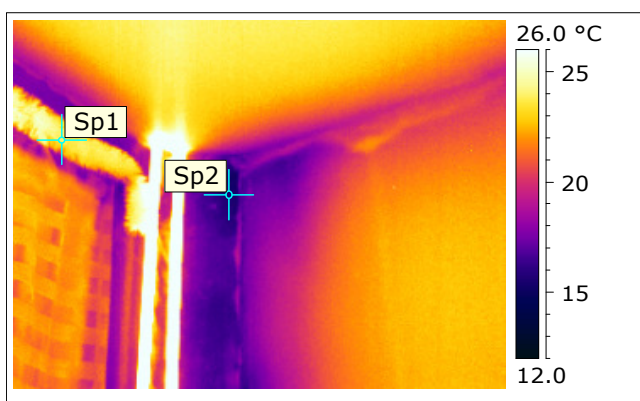


File name	IR_4337.jpg
Sp1 Temperature	13.1 °C
Sp2 Temperature	2.0 °C
Sp3 Temperature	2.8 °C

Sp2 Sp3 välisõhu sissepuhe

I korrus krt 3

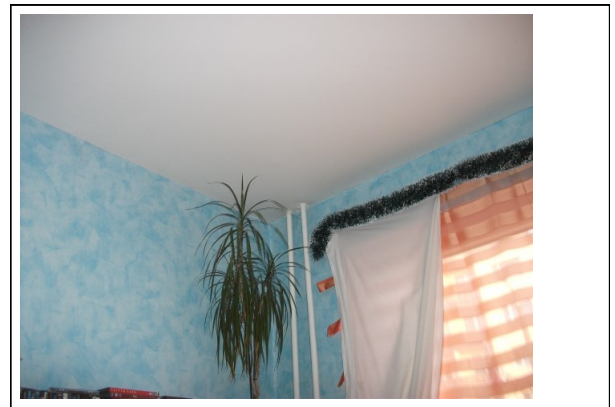
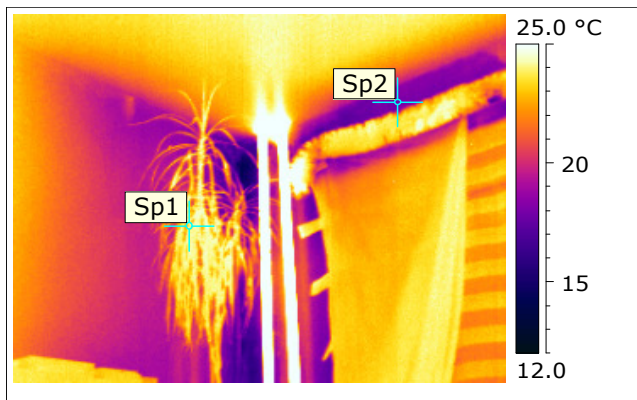
Tuba 1 välissein



File name	IR_4338.jpg
Sp1 Temperature	24.0 °C
Sp2 Temperature	15.3 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,69$, hallituse tekkeoht

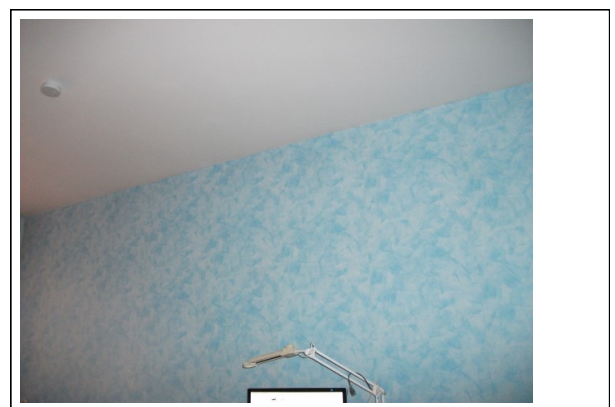
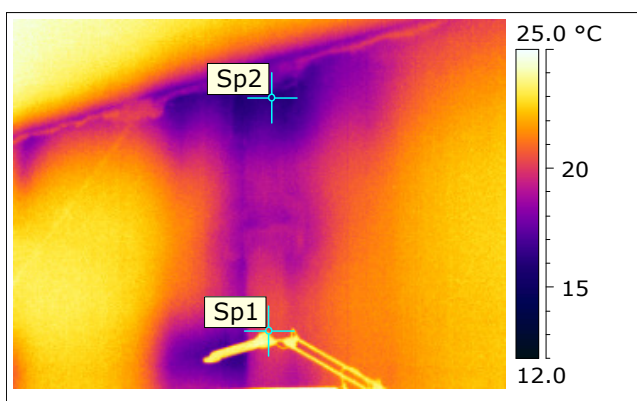
Tuba 1 välissein



File name	IR_4339.jpg
Sp1 Temperature	24.1 °C
Sp2 Temperature	18.2 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,79$

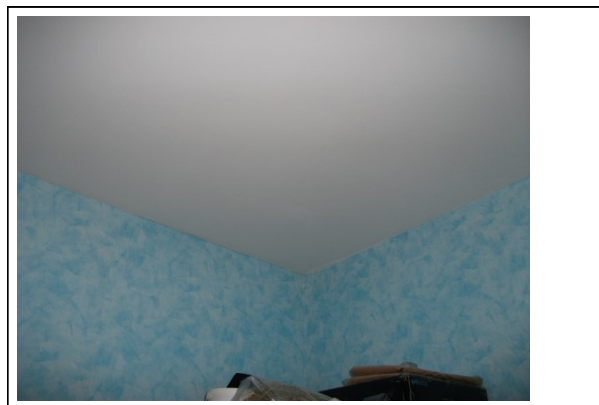
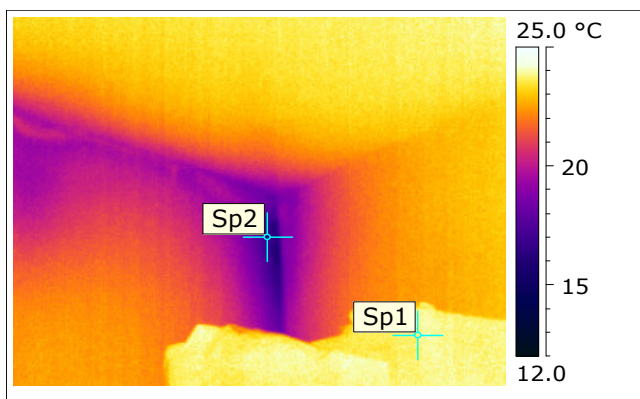
Tuba 1 välissein



File name	IR_4340.jpg
Sp1 Temperature	20.9 °C
Sp2 Temperature	16.0 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,80$

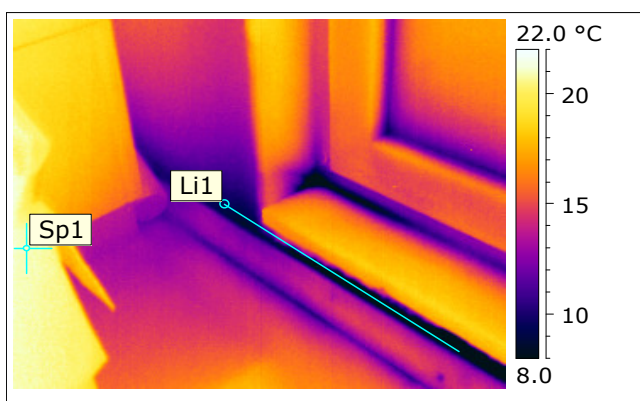
Tuba 1 välissein



File name	IR_4341.jpg
Sp1 Temperature	24.0 °C
Sp2 Temperature	16.7 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,74$, hallituse tekkeoht

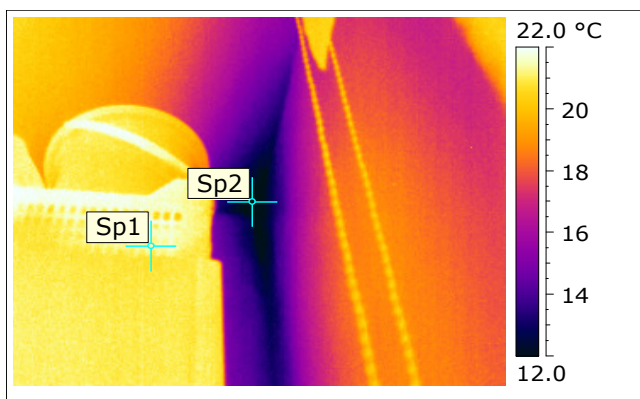
Köök välissein



File name	IR_4342.jpg
Li1 Max. Temperature	13.8 °C
Li1 Min. Temperature	6.7 °C
Sp1 Temperature	20.9 °C

Li1 välisõhu sissepuhe konstruktsioonide vahelt

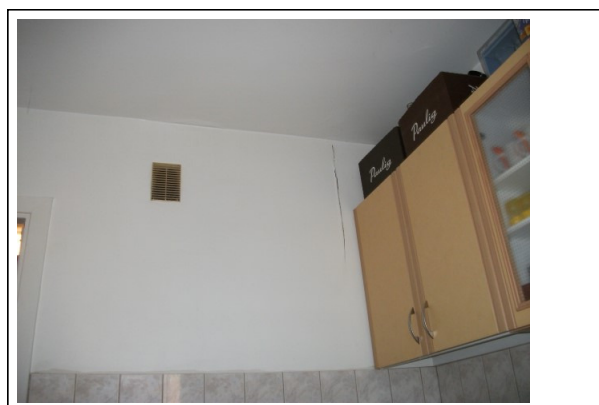
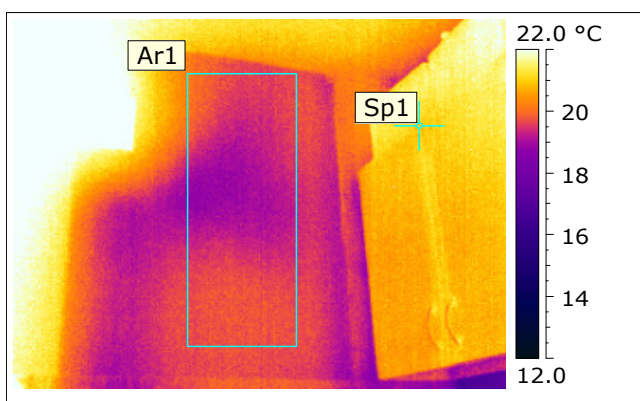
Köök välissein



File name	IR_4343.jpg
Sp1 Temperature	21.5 °C
Sp2 Temperature	11.5 °C

*Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,61$,
kondensaadi tekkeoht*

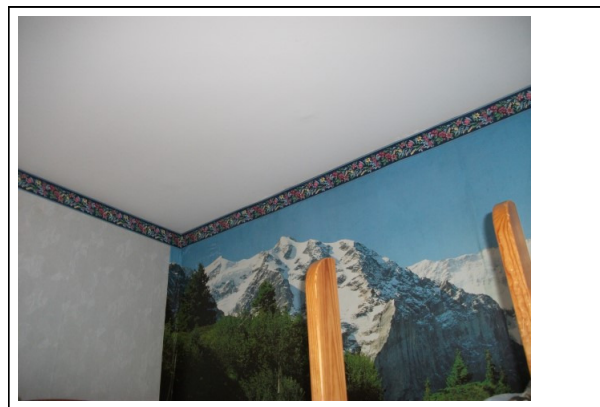
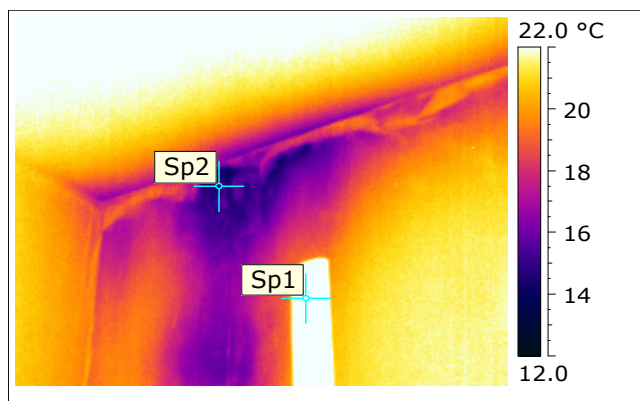
Köök välissein



File name	IR_4344.jpg
Ar1 Max. Temperature	20.5 °C
Ar1 Min. Temperature	18.5 °C
Ar1 Average Temperature	19.4 °C
Sp1 Temperature	21.0 °C

Ar1 ventilatsioonilõõride asukoht köögiseinas

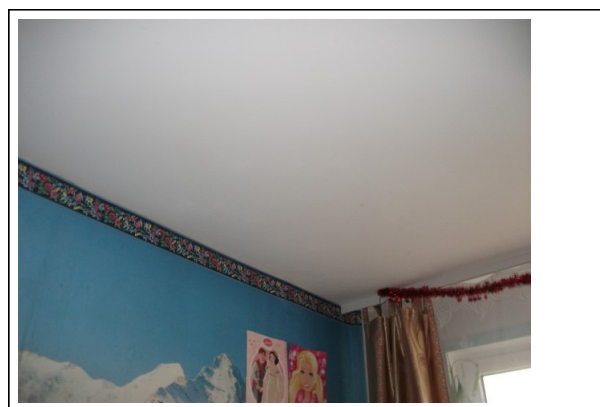
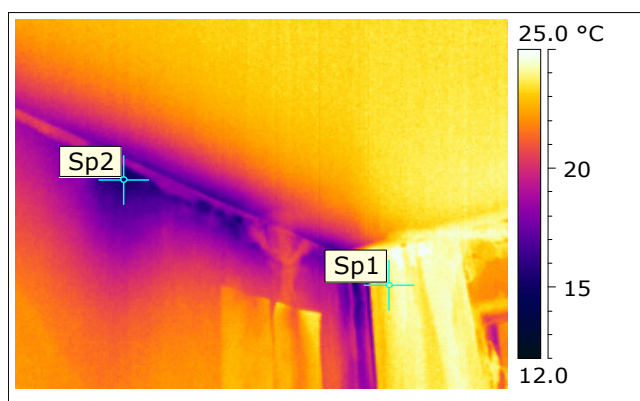
Tuba 2 välissein



File name	IR_4345.jpg
Sp1 Temperature	23.3 °C
Sp2 Temperature	14.9 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,69$, hallituse tekkeoht

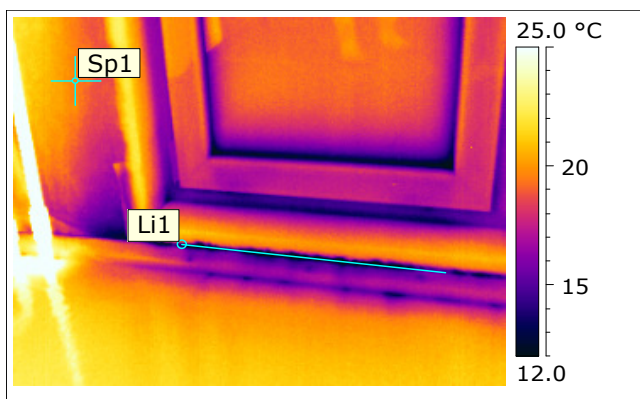
Tuba 2 välissein



File name	IR_4346.jpg
Sp1 Temperature	23.6 °C
Sp2 Temperature	15.4 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,70$, hallituse tekkeoht

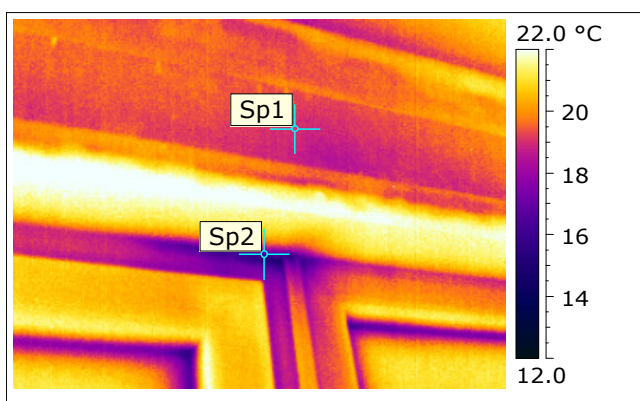
Tuba 3 välissein



File name	IR_4347.jpg
Li1 Max. Temperature	15.9 °C
Li1 Min. Temperature	10.9 °C
Sp1 Temperature	19.6 °C

Li1 välisõhu sissepuhe

Tuba 3 välissein

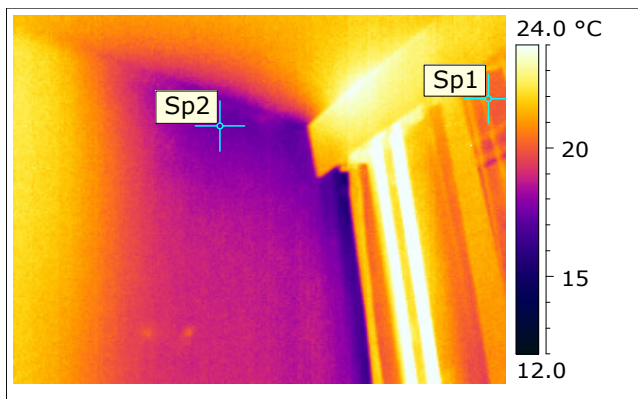


File name	IR_4348.jpg
Sp1 Temperature	18.8 °C
Sp2 Temperature	15.5 °C

Sp2 välisõhu sissepuhe aken-sein liitekohas

II korrus krt 21

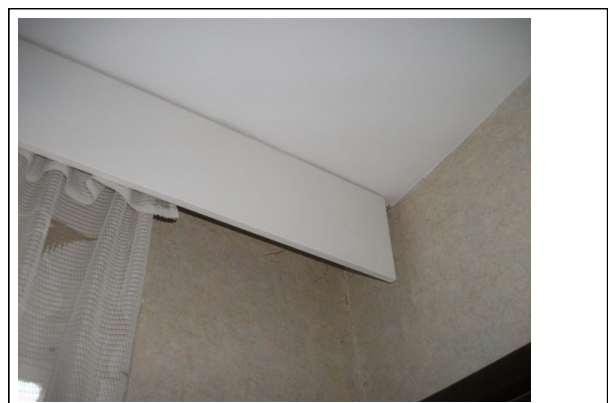
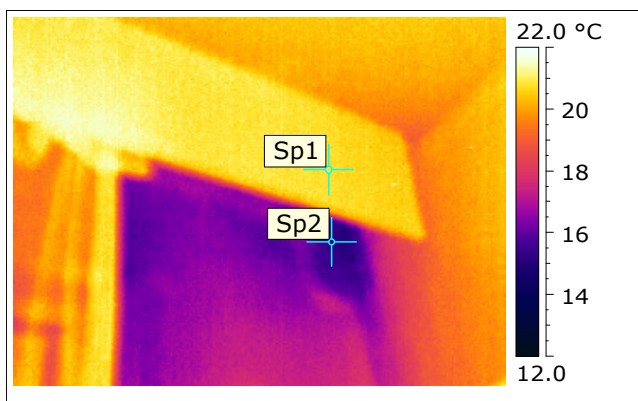
Tuba 1 välissein



File name	IR_4349.jpg
Sp1 Temperature	19.8 °C
Sp2 Temperature	17.4 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,89$

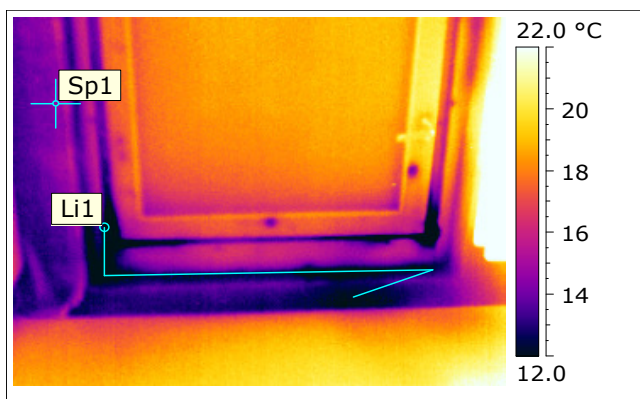
Tuba 1 välissein



File name	IR_4350.jpg
Sp1 Temperature	20.8 °C
Sp2 Temperature	15.4 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,78$

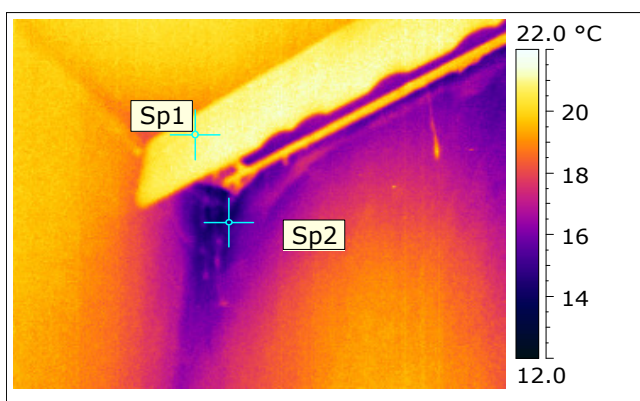
Köök välissein



File name	IR_4351.jpg
Li1 Max. Temperature	13.8 °C
Li1 Min. Temperature	9.4 °C
Sp1 Temperature	14.5 °C

Li1 välisõhu sissepuhe konstruktsioonide vahelt

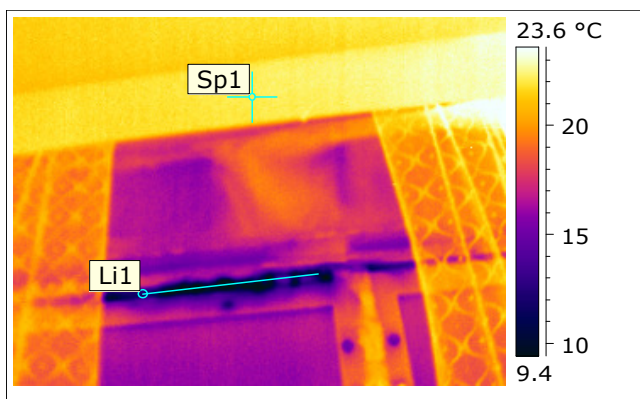
välissein



File name	IR_4352.jpg
Sp1 Temperature	20.9 °C
Sp2 Temperature	14.8 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,75$

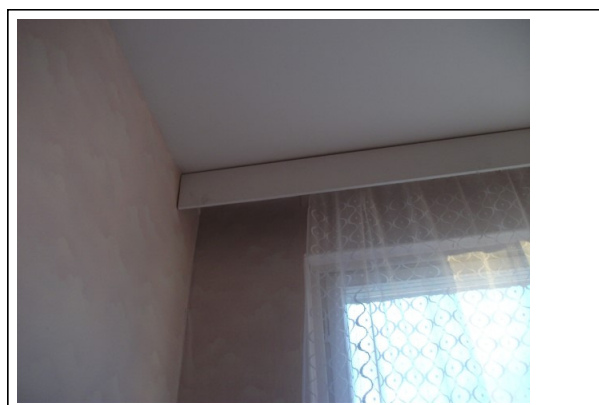
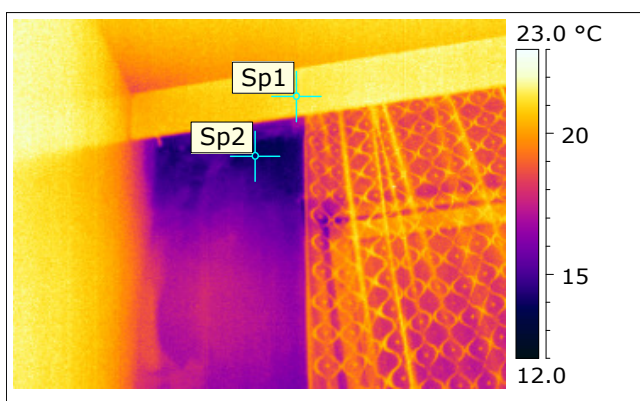
Tuba 2 välissein



File name	IR_4353.jpg
Li1 Max. Temperature	14.5 °C
Li1 Min. Temperature	6.4 °C
Sp1 Temperature	22.1 °C

Li1 välisõhu sissepuhe akna vahelt

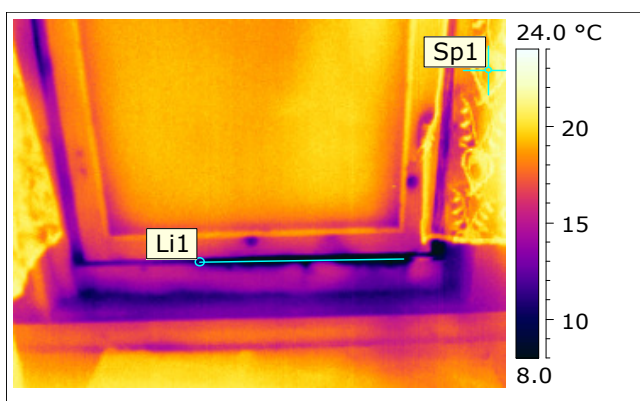
Tuba 2 välissein



File name	IR_4354.jpg
Sp1 Temperature	21.4 °C
Sp2 Temperature	14.2 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,72$, hallituse tekkeoht

välissein

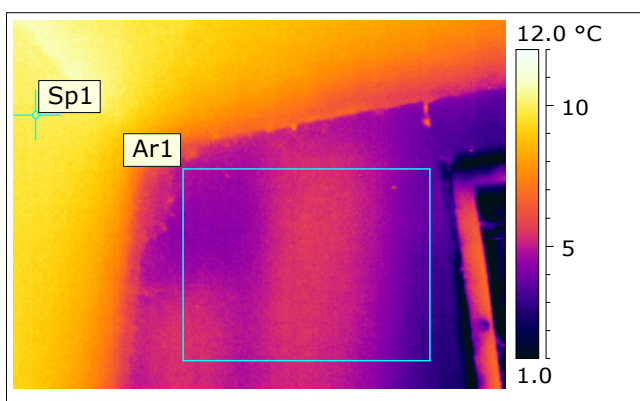


File name	IR_4355.jpg
Li1 Max. Temperature	13.1 °C
Li1 Min. Temperature	5.2 °C
Sp1 Temperature	19.7 °C

Li1 välisõhu sissepuhe ukse vahelt

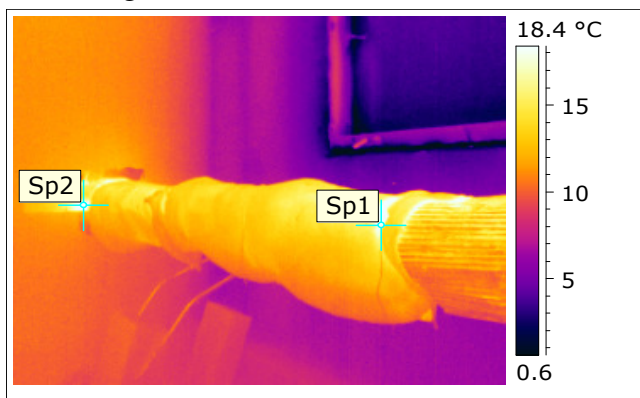
Kelder

välissein



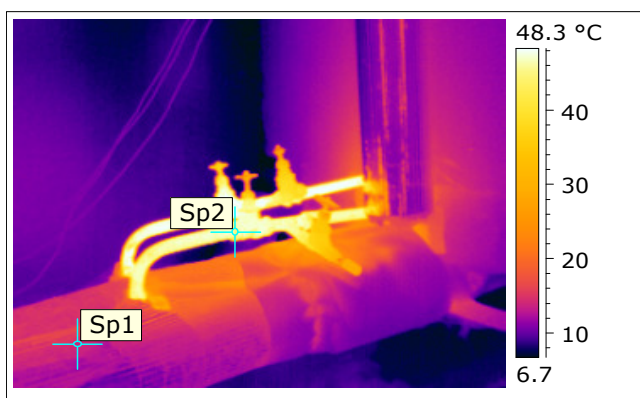
File name	IR_4356.jpg
Ar1 Max. Temperature	8.5 °C
Ar1 Min. Temperature	2.7 °C
Ar1 Average Temperature	4.8 °C
Sp1 Temperature	10.0 °C

Küttemagistraal



File name	IR_4357.jpg
Sp1 Temperature	15.8 °C
Sp2 Temperature	20.7 °C

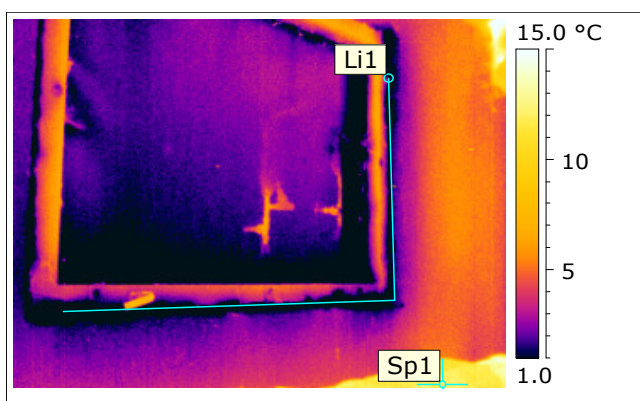
Olemasoleva isolatsiooniga kütetorustik



File name	IR_4358.jpg
Sp1 Temperature	14.1 °C
Sp2 Temperature	44.0 °C

Sp2 isolatsioonita kütetorud

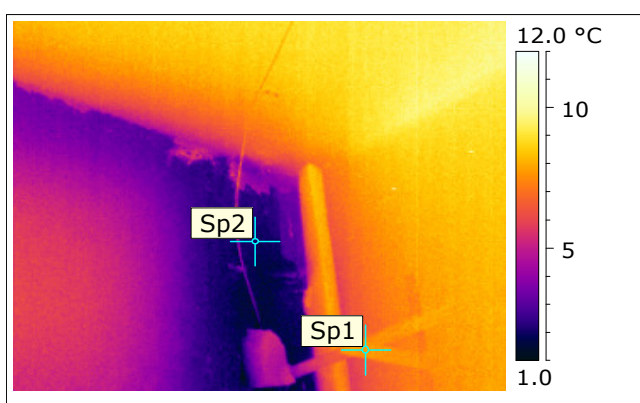
välissein



File name	IR_4359.jpg
Li1 Max. Temperature	6.8 °C
Li1 Min. Temperature	-3.2 °C
Sp1 Temperature	11.9 °C

Li1 välisõhu sissepuhe akna vahelt

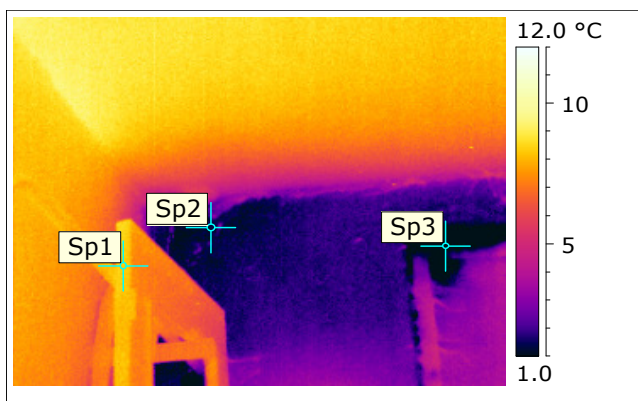
välissein



File name	IR_4360.jpg
Sp1 Temperature	7.7 °C
Sp2 Temperature	2.2 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,53$, hallituse tekkeoht

välissein



File name	IR_4361.jpg
Sp1 Temperature	8.4 °C
Sp2 Temperature	1.2 °C
Sp3 Temperature	0.2 °C

*Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,42$,
hallituse tekkeoht
Sp3 välisõhu sissepuhe*

Kokkuvõte

Kalkulatsioonid

Kontrollimaks hoone põhikonstruktsioonidel olevate külmasildade kriitilisust, on teostatud temperatuuridel põhinev, kaudne soojusjuhtivuse hindamine.

- Välispiirete külmasildade temperatuurindeksite väärtused vahemikus 0,42-0,89

Tähelepanekud

- Sisekliima mõõtmistulemus

Mõõtmiskoht	Sisetemperatuur	Süsihappegaas, CO ₂ mahukonsentratsioon õhus	Suhteline õhuniiskus
	°C	ppm	%
Korter 15	17-20	1000	55
Korter 12	24-25	840	31
Korter 3	21-24	1100	37
Korter 21	20-21	890	32

- Sisemisel vaatlusel välispiiretel märgatavad madalatemperatuurilised alad.
- Välisel vaatlusel välisseinte pinnatemperatuurid varieeruvad.
- Keldriruumide temperatuurid jäävad vahemikku 7-14°C
- Trepikodade temperatuurid jäävad vahemikku 5-17°C
- Avatäidete ümbrustes märgatavad jahedamad piirkonnad.

Järeldused

- Korterite sisekliimaparameetrid viitavad keskpärasele õhuvahetusele. Mõõdetud CO₂ sisaldus jäi lähedale väärtusele 1000 ppm, mida loetakse kvaliteetse õhu piirväärtuseks. Suhteline õhuniiskus peaks jääma kütteperioodil alla 45%, mis oli ka valdavalt tagatud.
- Välispiirete soojuspidavus on vähene ning ebahütlane. Hoone välispiiretel leidub kriitilise iseloomuga külmasildasid. Nendes piirkondades on oht hallituse ja kondensaadi tekkeks kõige suurem just madalatel välistemperatuuridel ning ruumiõhu suhtelise õhuniiskuse kõrge taseme (ebapiisav ventileerimine) korral. Hoone välispiirete soojuspidavus suureneb ning külmasildade mõju väheneb olulisel määral peale piirete välise lisasoojustusega katmist.
- Stabiilse ning energiasäästliku õhuvahetuse tagamiseks on soovitatav rajada soojustagastusega ventilatsioonisüsteem.
- Ebasümmeetriliselt jahedamad alad akende ümbrustes on tingitud sissepuhetest. Põhjuseks ebatihedused avatäidete konstruktsioonidel ja ka avatäidete ning seinapaneelide üleminekutel.

Täna, et valisite meid oma partneriks,

OÜ TERMOPILT PÄRNU nimel
Tõnu Tiit