

Termograafiline ülevaatus
Kuusalu alevik, Kuusalu vald, Harjumaa

Hoone soojustuse kontroll			
Mõõdistamise aeg		Ilmastik	Välistemperatuur
31.03.2017		Tuul 0-5 m/s	0°C
		Sisetemperatuur	13-22°C
Tööde algus	11.00	Pilves ilm	
Tööde lõpp	12.30		
Info mõõdetava objekti kohta		Telliskividest välisseintega 2-korruseline kortermaja. Hoonel on viilkatus ja täiskelder.	
Tellijä:			
Mõõdistas:			
Analüüsis:			
Vastutav spetsialist:			

Mõõdistamisel kasutatud

Sisukord

Eessõna.....	3
Dokumendis kasutatud tähiste seletused	3
Väline ülevaatus	4
Siseülevaatus	9
I korrus krt 1	9
II korrus krt 7.....	13
II korrus krt 12.....	17
Trepikoda	20
II korrus krt 8.....	21
Pööning.....	23
Kelder	24
Kokkuvõte	26
Kalkulatsioonid	26
Tähelepanekud	26
Järeldused	26

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.

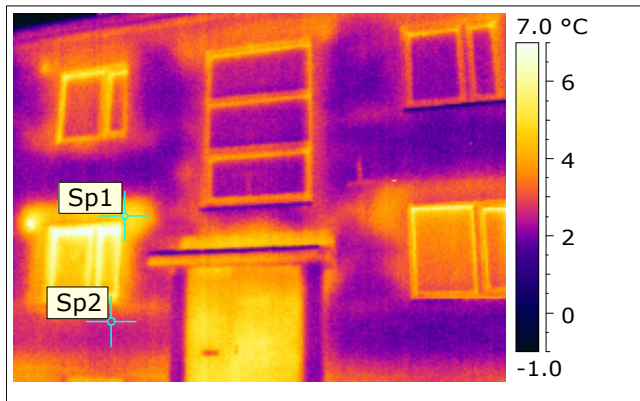
Ülevaatus käigus avastatud külmasildade ja puuduliku soojapidavusega piirkondade temperatuuriindeksi väärtused on toodud vastavate termopiltide selgitavas tekstis.

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

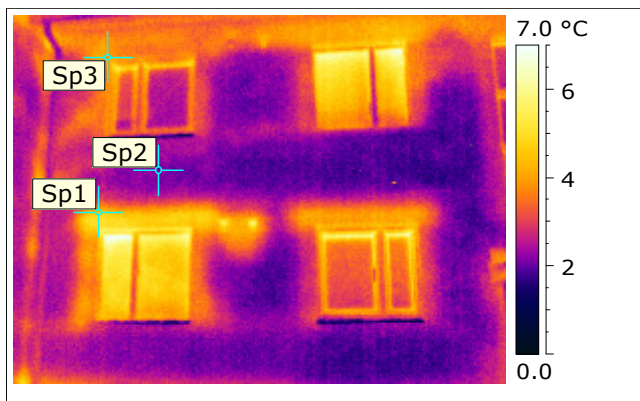
välissein



File name	IR_7370.jpg
Sp1 Temperature	4.5 °C
Sp2 Temperature	2.5 °C

Sp1, Sp2 välisseina soojuspidavus ebapihtlane

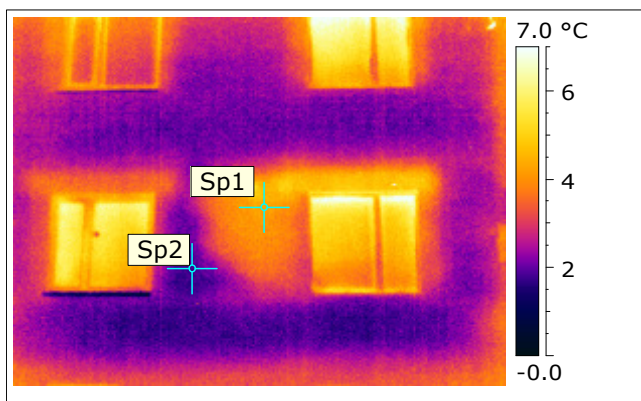
välissein



File name	IR_7371.jpg
Sp1 Temperature	4.4 °C
Sp2 Temperature	2.0 °C
Sp3 Temperature	3.9 °C

Sp1, Sp2, Sp3 välisseina soojuspidavus ebapihtlane

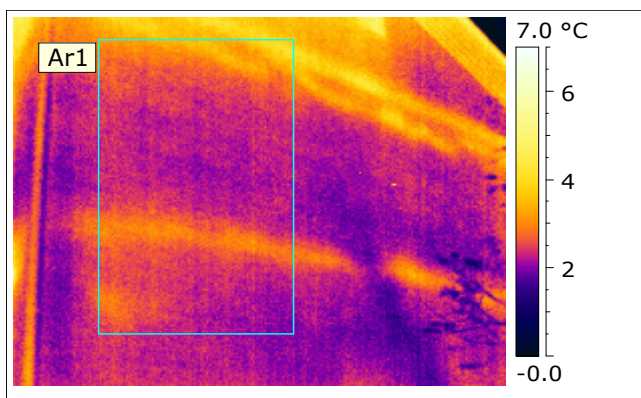
välissein



File name	IR_7372.jpg
Sp1 Temperature	4.3 °C
Sp2 Temperature	1.6 °C

Sp1, Sp2 välisseina soojuspidavus ebahühtlane

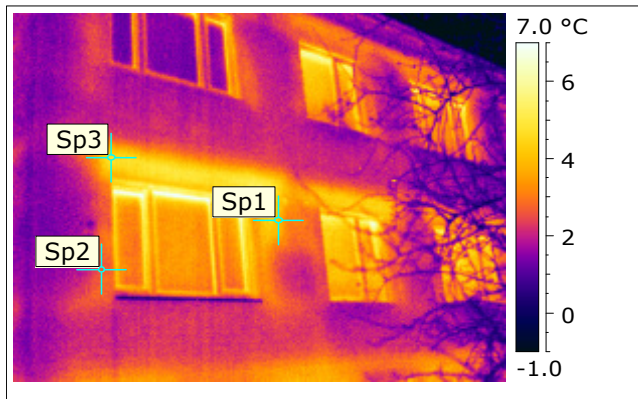
välissein



File name	IR_7373.jpg
Ar1 Max. Temperature	4.4 °C
Ar1 Min. Temperature	1.6 °C
Ar1 Average Temperature	2.5 °C

Ar1 välisseina soojuspidavus ebahühtlane

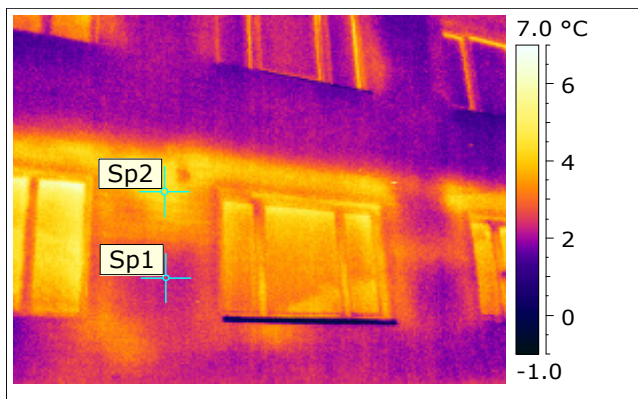
välissein



File name	IR_7374.jpg
Sp1 Temperature	3.9 °C
Sp2 Temperature	3.0 °C
Sp3 Temperature	5.0 °C

Sp1, Sp2, Sp3 välisseina soojuspidavus ebahühtlane

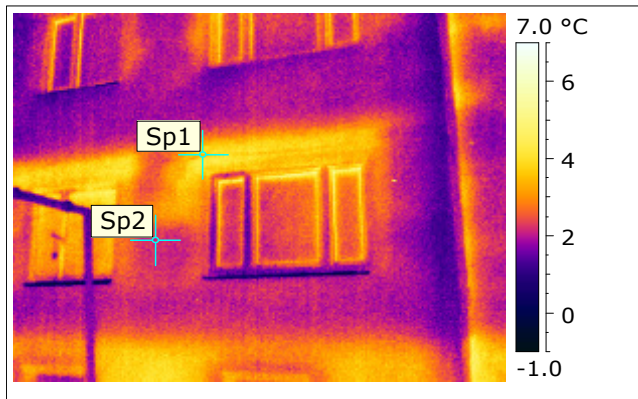
välissein



File name	IR_7375.jpg
Sp1 Temperature	2.2 °C
Sp2 Temperature	3.9 °C

Sp1, Sp2 välisseina soojuspidavus ebahühtlane

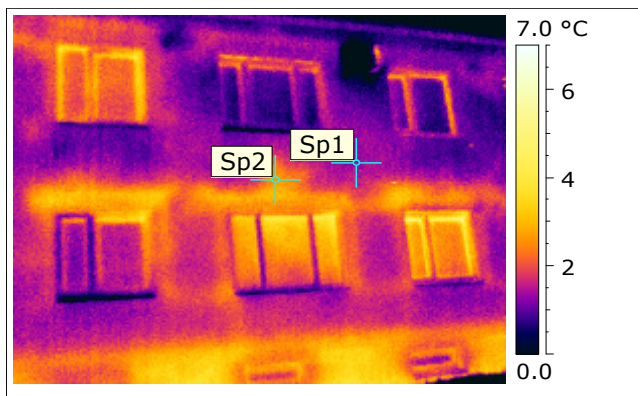
välissein



File name	IR_7376.jpg
Sp1 Temperature	3.4 °C
Sp2 Temperature	2.6 °C

Sp1, Sp2 välisseina soojuspidavus ebapihtlane

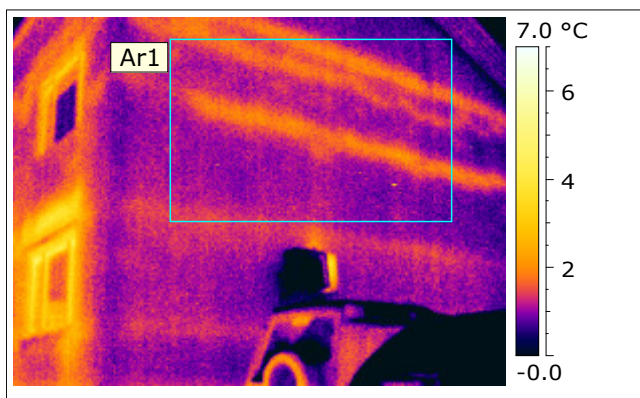
välissein



File name	IR_7377.jpg
Sp1 Temperature	1.4 °C
Sp2 Temperature	2.9 °C

Sp1, Sp2 välisseina soojuspidavus ebapihtlane

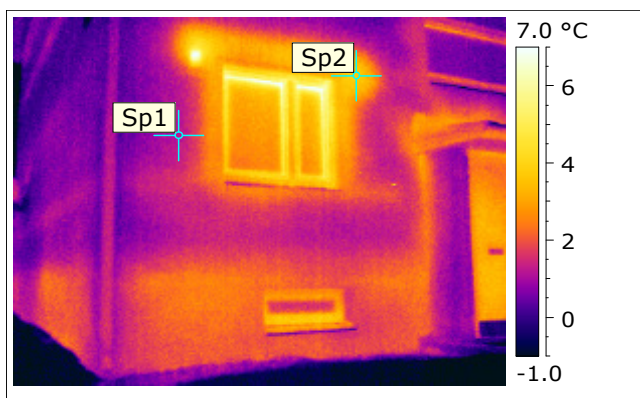
välissein



File name	IR_7378.jpg
Ar1 Max. Temperature	3.8 °C
Ar1 Min. Temperature	0.1 °C
Ar1 Average Temperature	1.3 °C

Ar1 välisseina soojuspidavus ebapihtlane

välissein



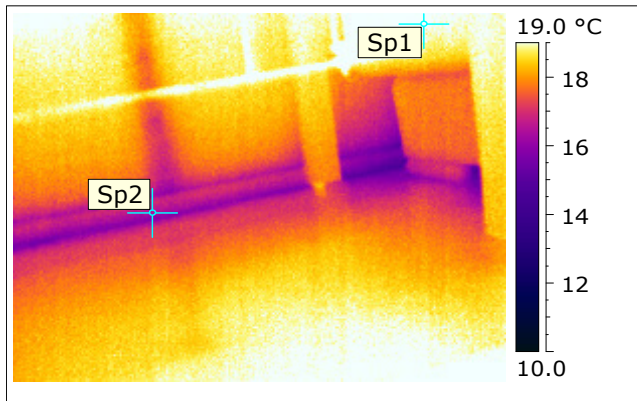
File name	IR_7379.jpg
Sp1 Temperature	1.2 °C
Sp2 Temperature	3.7 °C

Sp1, Sp2 välisseina soojuspidavus ebapihtlane

Siseülevaatus

I korrus krt 1

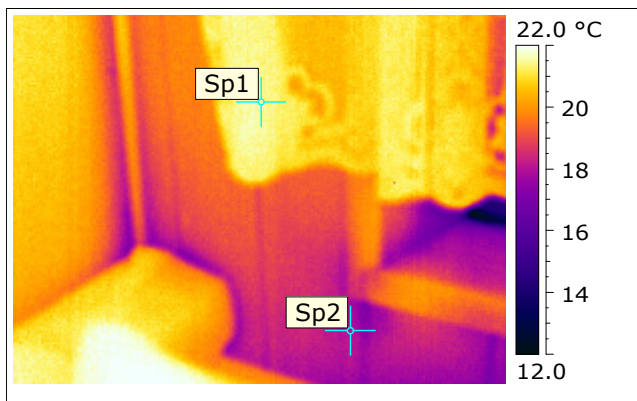
Tuba 1 välissein



File name	IR_7380.jpg
Sp1 Temperature	19.2 °C
Sp2 Temperature	16.3 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,85$

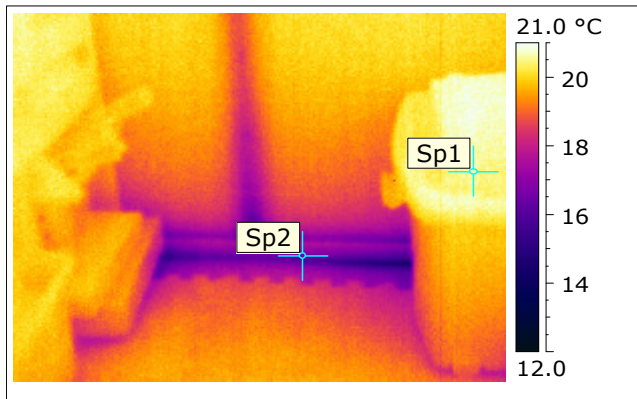
välissein



File name	IR_7381.jpg
Sp1 Temperature	21.3 °C
Sp2 Temperature	18.2 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,85$

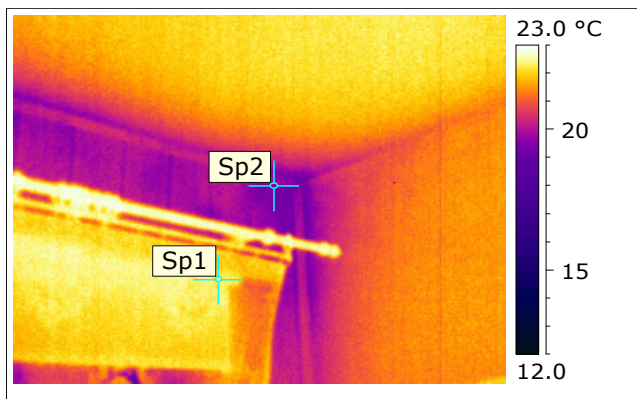
Tuba 1 välissein



File name	IR_7382.jpg
Sp1 Temperature	20.6 °C
Sp2 Temperature	16.2 °C

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

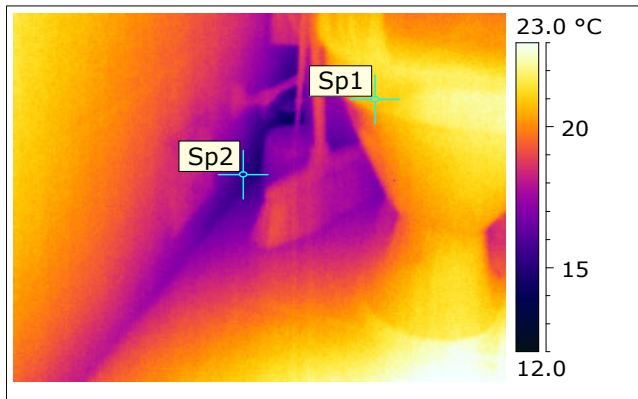
Tuba 2 välissein



File name	IR_7383.jpg
Sp1 Temperature	22.2 °C
Sp2 Temperature	19.5 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,88$

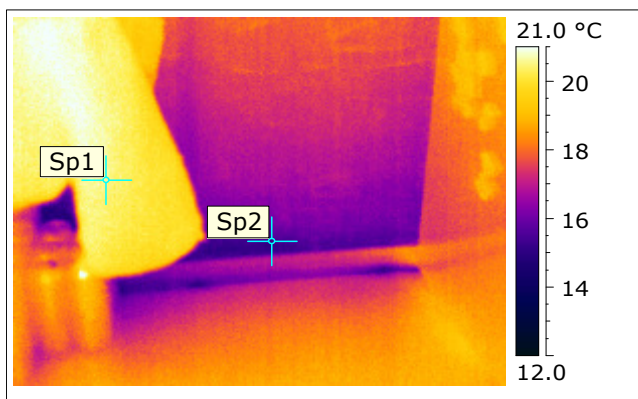
Wc välissein



File name	IR_7384.jpg
Sp1 Temperature	20.9 °C
Sp2 Temperature	15.4 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,73$

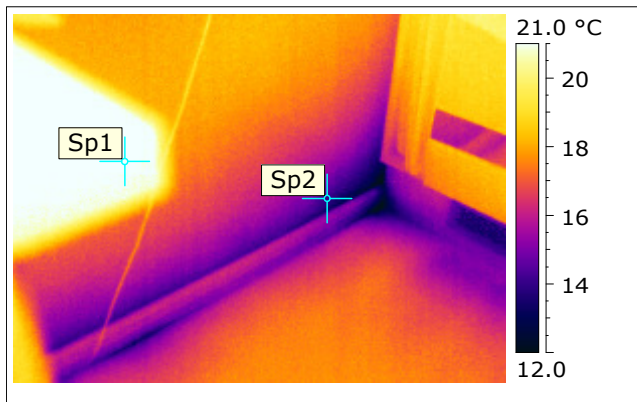
köök välissein



File name	IR_7386.jpg
Sp1 Temperature	20.5 °C
Sp2 Temperature	15.3 °C

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

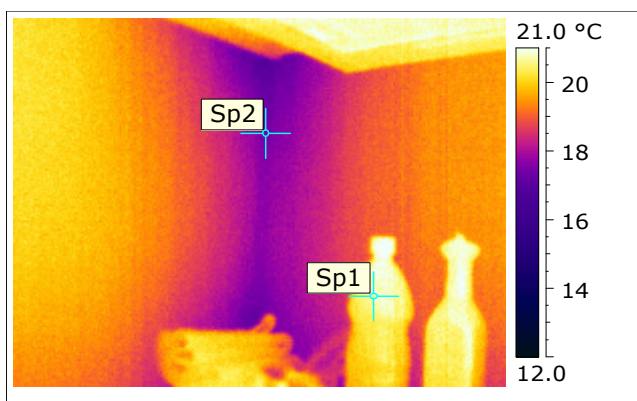
köök välissein



File name	IR_7387.jpg
Sp1 Temperature	21.3 °C
Sp2 Temperature	13.8 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,65$, hallituse tekkeoht

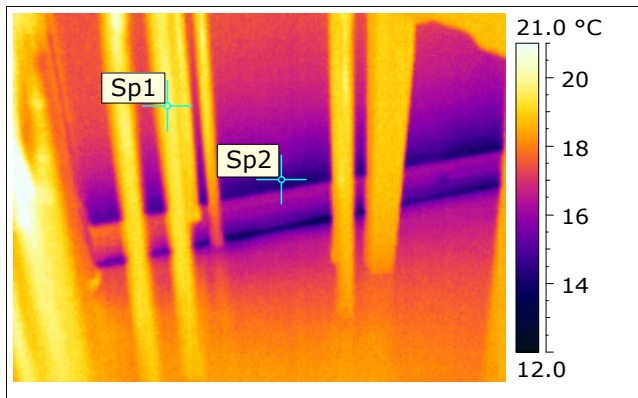
köök välissein



File name	IR_7388.jpg
Sp1 Temperature	21.0 °C
Sp2 Temperature	17.7 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,84$

Köök välissein

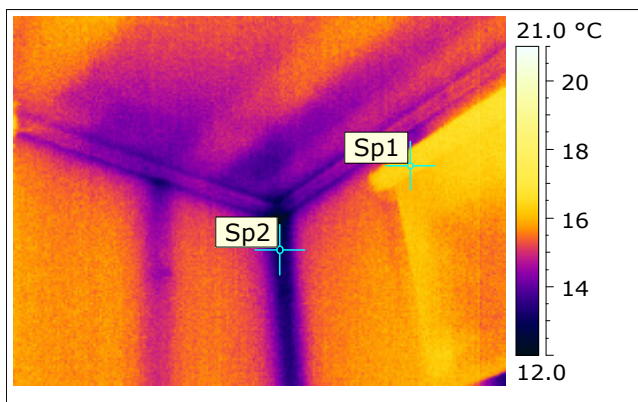


File name	IR_7390.jpg
Sp1 Temperature	19.6 °C
Sp2 Temperature	14.4 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,73$

II korrus krt 7

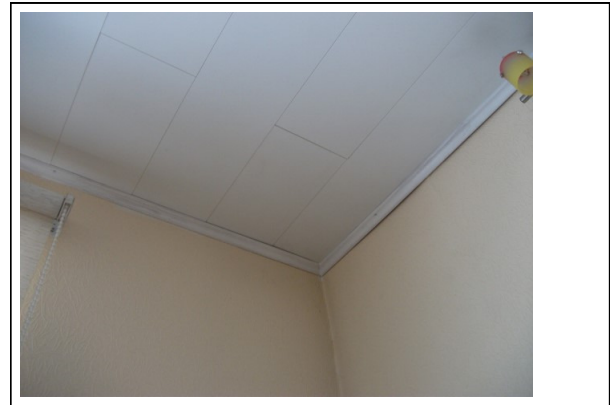
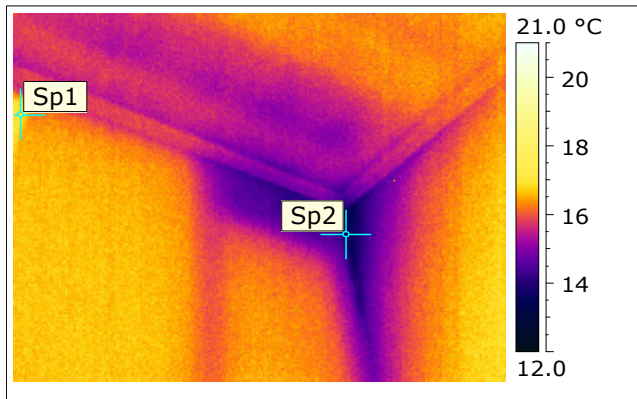
Tuba 1 välissein



File name	IR_7391.jpg
Sp1 Temperature	16.6 °C
Sp2 Temperature	12.7 °C

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

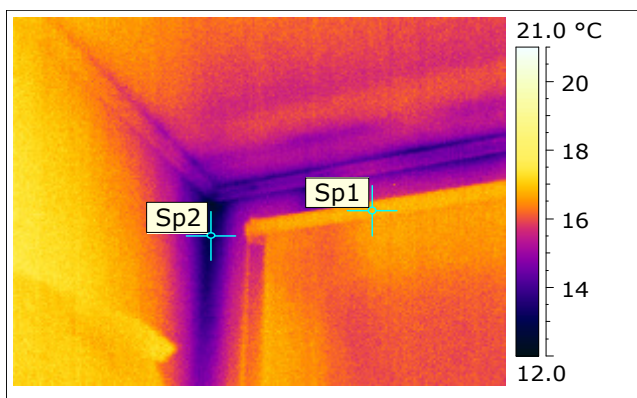
Tuba 1 välissein



File name	IR_7392.jpg
Sp1 Temperature	17.0 °C
Sp2 Temperature	13.6 °C

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

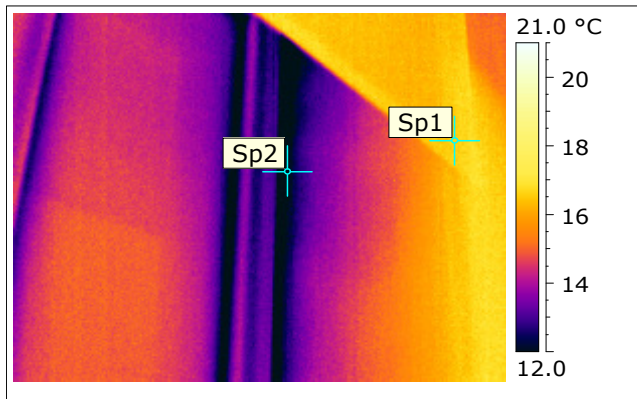
Tuba 2 välissein



File name	IR_7393.jpg
Sp1 Temperature	17.0 °C
Sp2 Temperature	13.1 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,76$

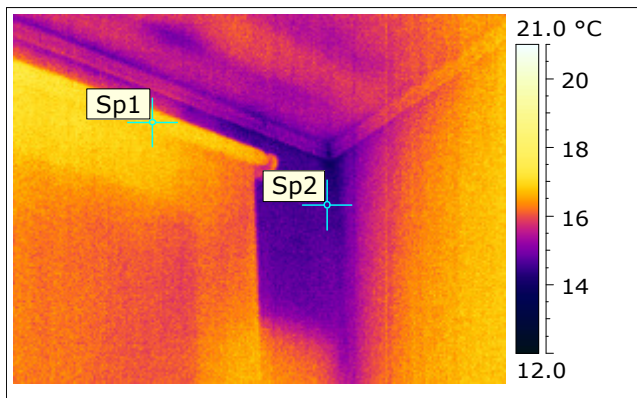
Tuba 2 välissein-aken



File name	IR_7394.jpg
Sp1 Temperature	16.5 °C
Sp2 Temperature	12.1 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,73$

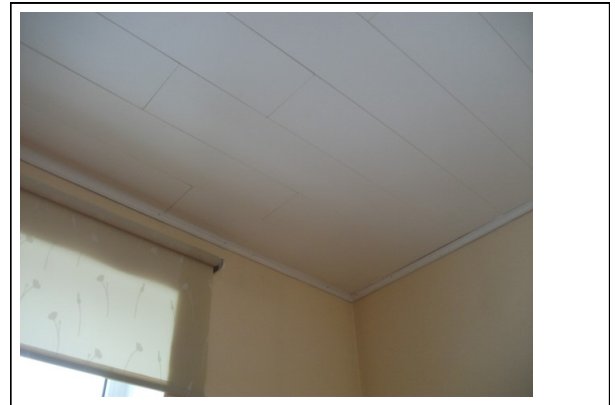
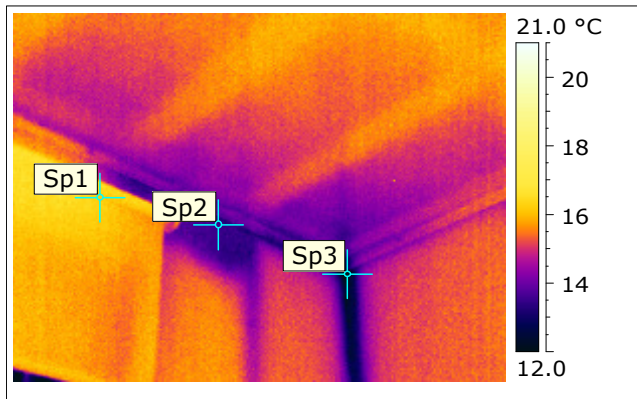
välissein



File name	IR_7395.jpg
Sp1 Temperature	17.1 °C
Sp2 Temperature	14.6 °C

*Seinasisene soojustus ilmselt ära vajunud
Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,85$*

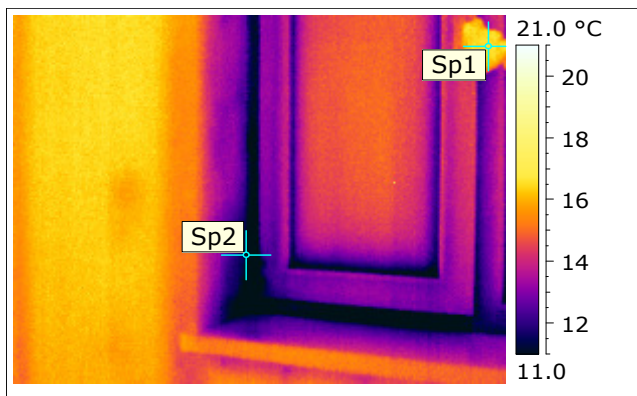
Tuba 3 välissein



File name	IR_7396.jpg
Sp1 Temperature	16.1 °C
Sp2 Temperature	13.6 °C
Sp3 Temperature	12.2 °C

*Seinasisene soojustus ilmselt ära vajunud
Sp3 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,76$*

Aken-välissein

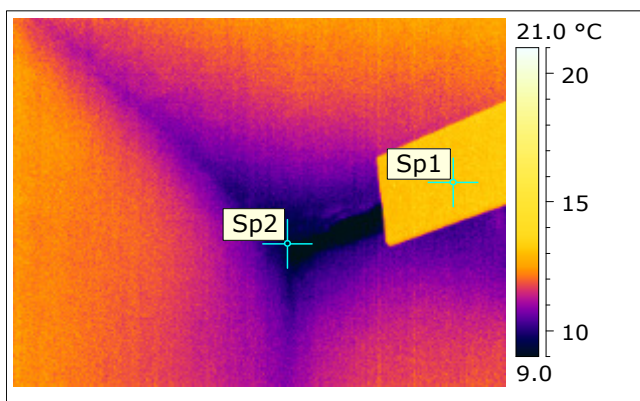


File name	IR_7397.jpg
Sp1 Temperature	16.4 °C
Sp2 Temperature	10.5 °C

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

II korrus krt 12

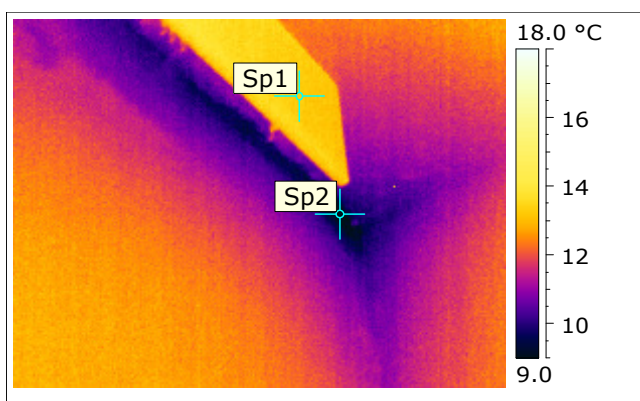
Köök välissein



File name	IR_7398.jpg
Sp1 Temperature	13.3 °C
Sp2 Temperature	9.1 °C

*Seinasisene soojustus ilmselt ära vajunud
Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,68$,
hallituse tekkeoht*

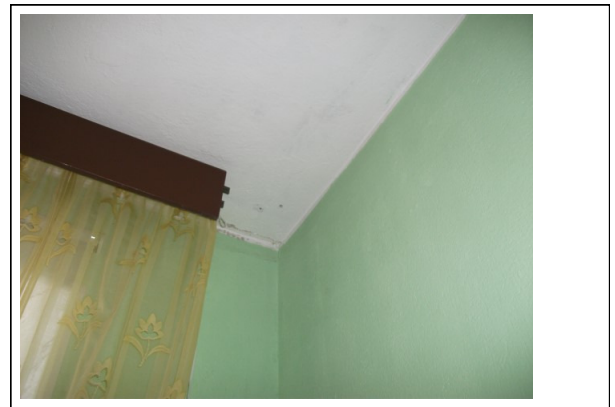
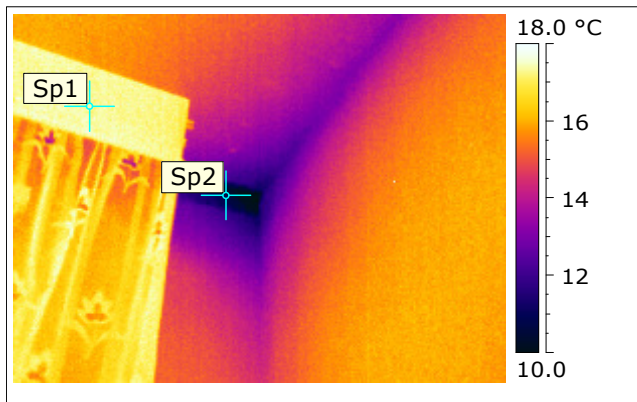
köök välissein



File name	IR_7400.jpg
Sp1 Temperature	13.2 °C
Sp2 Temperature	9.2 °C

*Seinasisene soojustus ilmselt ära vajunud
Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,70$,
hallituse tekkeoht*

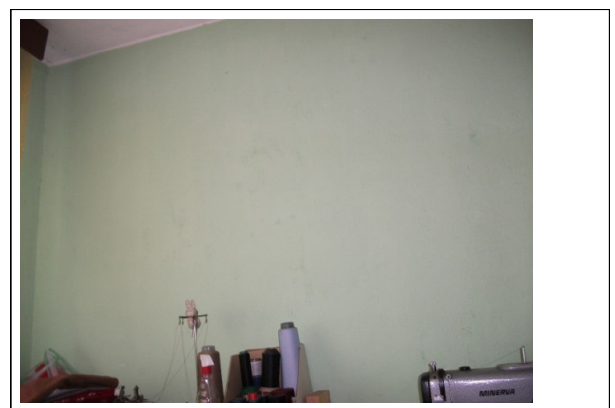
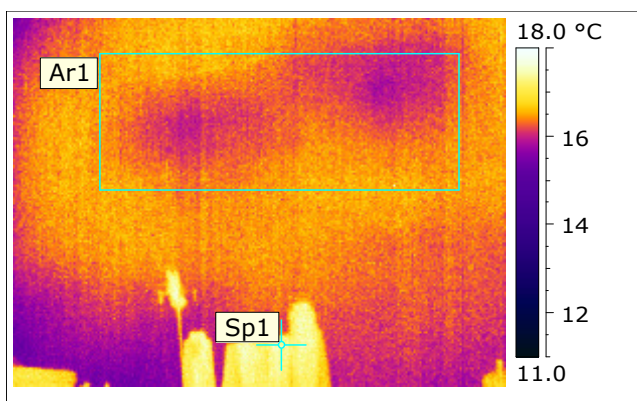
Tuba 1 välissein



File name	IR_7401.jpg
Sp1 Temperature	17.3 °C
Sp2 Temperature	10.7 °C

*Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,62$,
kondensaadi tekkeoht*

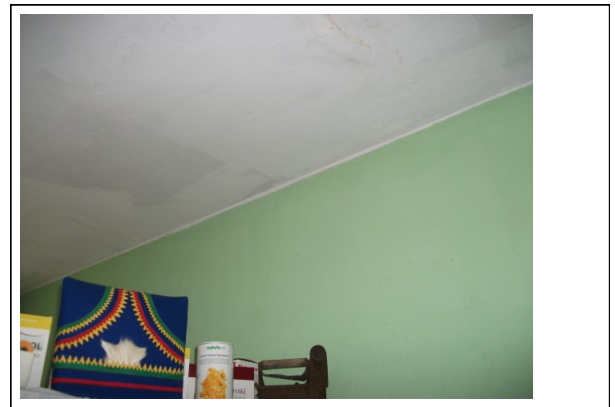
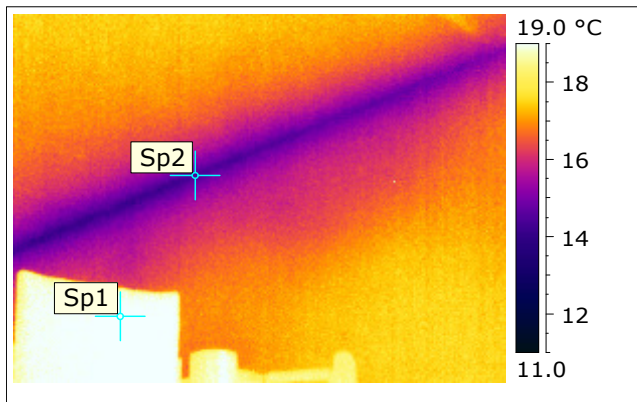
välissein



File name	IR_7402.jpg
Ar1 Max. Temperature	17.7 °C
Ar1 Min. Temperature	15.5 °C
Ar1 Average Temperature	16.3 °C
Sp1 Temperature	17.2 °C

Ar1 välisseina soojuspidavus ebapihtlane

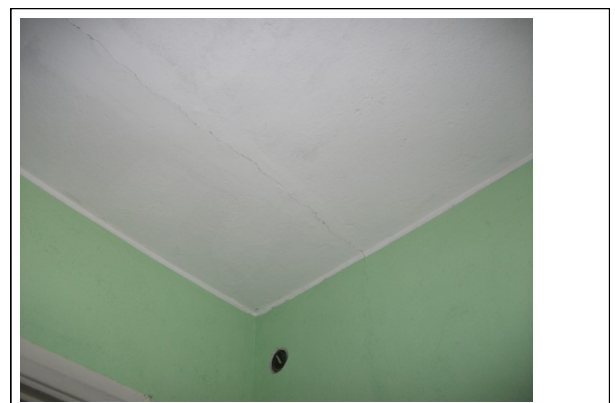
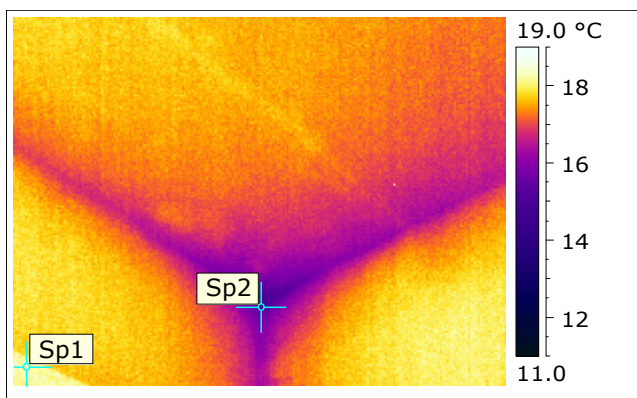
Tuba välissein



File name	IR_7403.jpg
Sp1 Temperature	19.0 °C
Sp2 Temperature	14.4 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,76$

välissein

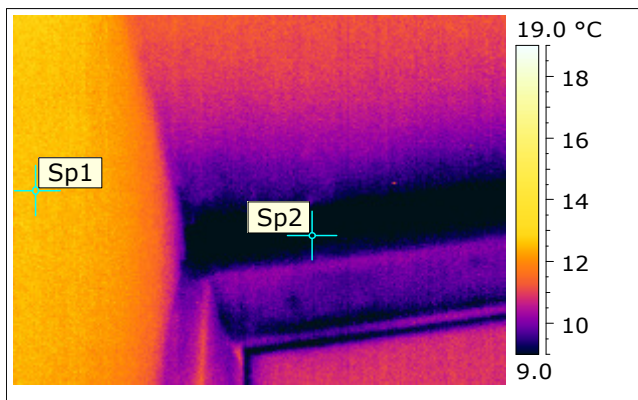


File name	IR_7404.jpg
Sp1 Temperature	18.1 °C
Sp2 Temperature	15.4 °C

*Seinasisene soojustus ilmselt ära vajunud
Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,85$*

Trepikoda

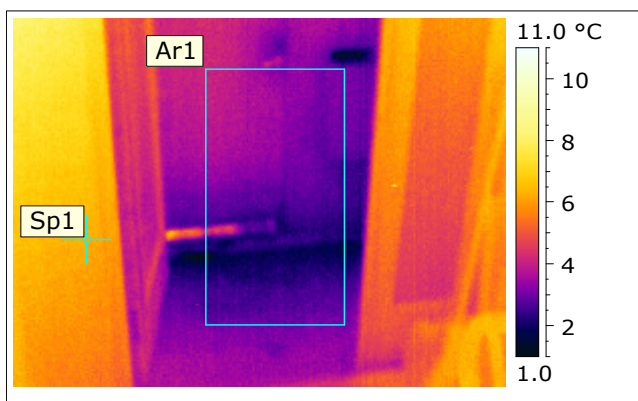
välissein



File name	IR_7405.jpg
Sp1 Temperature	12.5 °C
Sp2 Temperature	8.9 °C

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

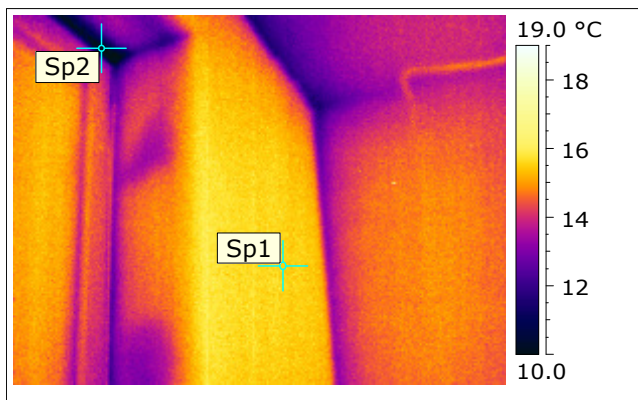
välisuks



File name	IR_7406.jpg
Ar1 Max. Temperature	5.0 °C
Ar1 Min. Temperature	1.0 °C
Ar1 Average Temperature	2.9 °C
Sp1 Temperature	6.2 °C

II korrus krt 8

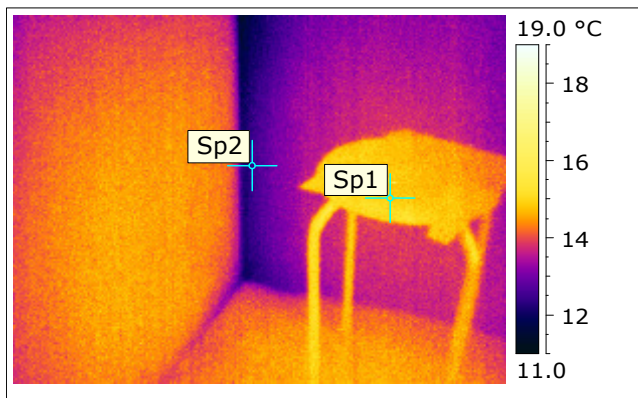
aken välissein tuba 1



File name	IR_7407.jpg
Sp1 Temperature	15.6 °C
Sp2 Temperature	9.8 °C

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

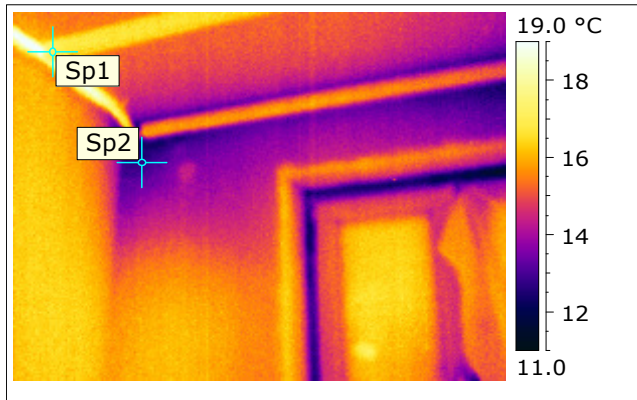
välissein



File name	IR_7408.jpg
Sp1 Temperature	14.8 °C
Sp2 Temperature	12.5 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,84$

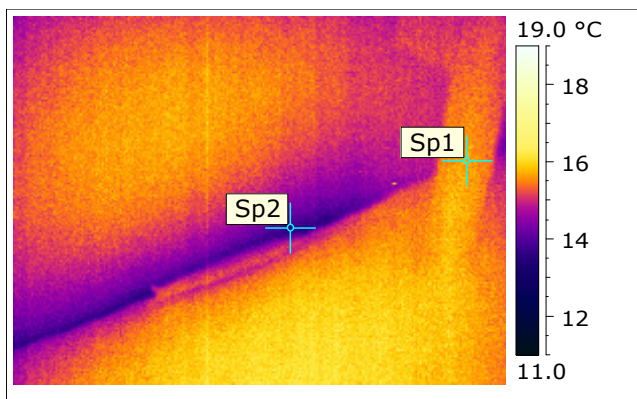
Tuba 2 välissein



File name	IR_7409.jpg
Sp1 Temperature	17.1 °C
Sp2 Temperature	12.8 °C

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

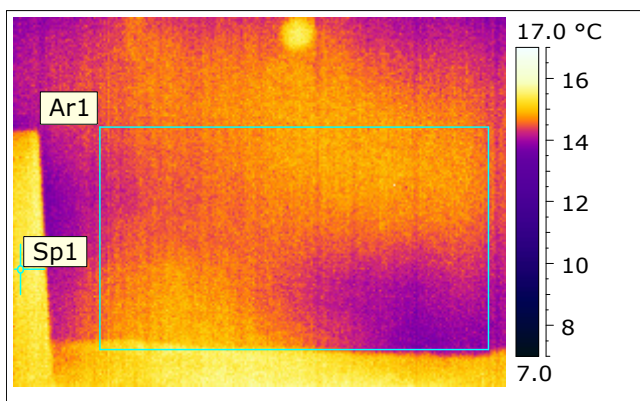
välissein



File name	IR_7410.jpg
Sp1 Temperature	15.6 °C
Sp2 Temperature	13.6 °C

Sp2 temperatuuriindeksi väärtus $f_{Rsi}=0,87$

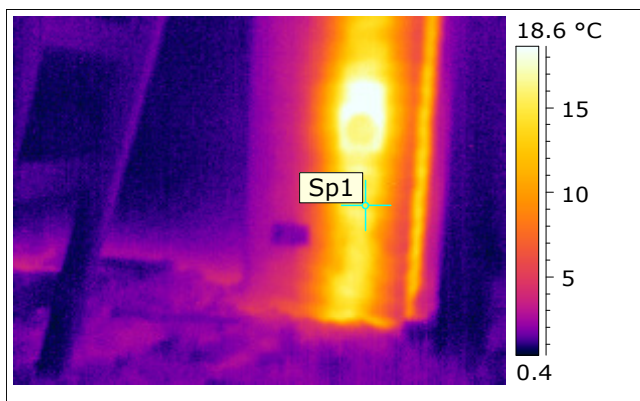
Tuba 3 välissein



File name	IR_7413.jpg
Ar1 Max. Temperature	17.1 °C
Ar1 Min. Temperature	13.3 °C
Ar1 Average Temperature	14.5 °C
Sp1 Temperature	15.0 °C

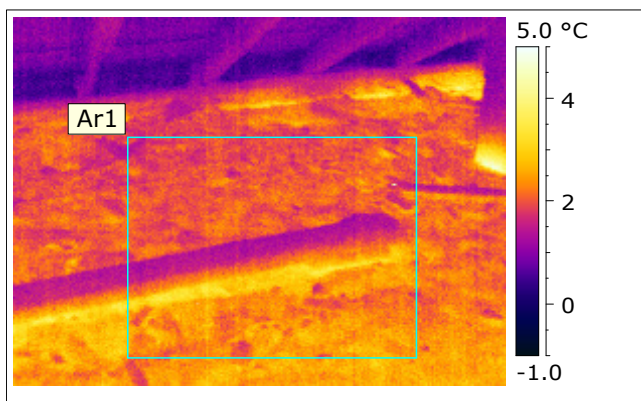
Ar1 välisseina soojuspidavus ebahühtlane

Pööning



File name	IR_7415.jpg
Sp1 Temperature	14.4 °C

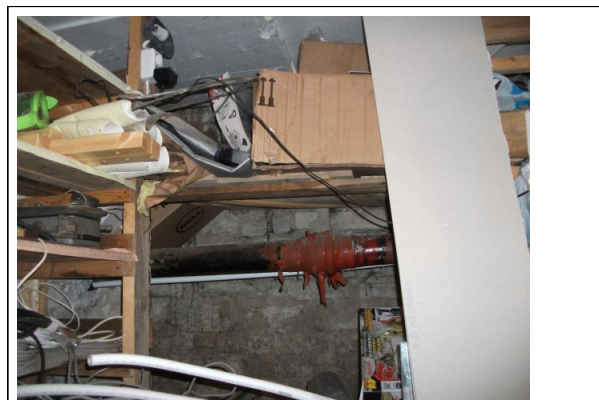
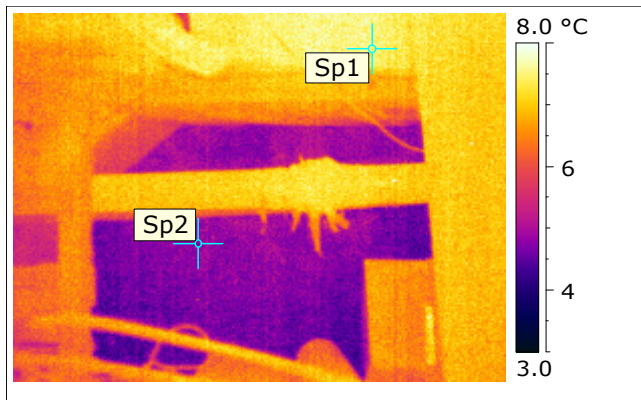
Töötav korstnalõõr



File name	IR_7416.jpg
Ar1 Max. Temperature	5.1 °C
Ar1 Min. Temperature	0.8 °C
Ar1 Average Temperature	2.2 °C

Kelder

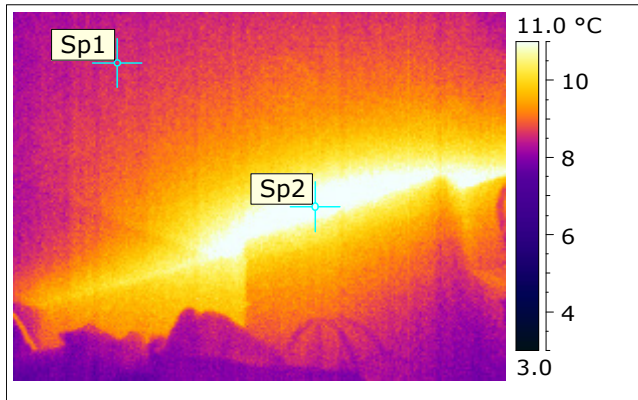
välissein



File name	IR_7418.jpg
Sp1 Temperature	7.2 °C
Sp2 Temperature	4.8 °C

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

lagi



File name	IR_7419.jpg
Sp1 Temperature	8.7 °C
Sp2 Temperature	11.7 °C

Sp2 soojuslevi köetava ruumi poolelt

Kokkuvõte

Kalkulatsioonid

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

- Välispiirete külmasildade temperatuurindeksite väärtused vahemikus 0,62-0,89

Tähelepanekud

- Ruumide sisekliima mõõtmistulemus

Mõõtmiskoht	Sisetemperatuur	Süsihappegaas, CO ₂ mahukonsentratsioon õhus	Suhteline õhuniiskus
	°C	ppm	%
Korter 1	19...22	1100	49
Korter 7	16...17	1400	50
Korter 12 tühi	13...19	760	45
Korter 8	15...17	1100	45

- I korruse põranda välisäärtel, aken-sein liitekohtades ja väliseinaosadel märgatavad jahedamad piirkonnad.
- Sisemisel vaatlusel välispiiretel märgatavad madalatemperatuurilised piirkonnad.
- Välisel vaatlused välisseinte pinnatemperatuurid varieeruvad.

Järeldused

- Ülevaatusel ajal mõõdetud sisekliimaparameetrid viitavad keskpärasele õhuvahetusele. Inimestega asustatud ruumides mõõdetud CO₂ sisaldus jäi lähedale ja ka ülespoole väärtusest 1200 ppm, mida loetakse kvaliteetse õhu piirväärtuseks. Suhteline õhuniiskus peaks jääma kütteperioodil alla 45%, mis oli osades ruumides kõrgemal tasemel.
- 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.

Täname, et valisite meid oma partneriks,