



Tellija: KÜ Väike-Maarja alevik, Tamme tn 10, Tamme tn 7 Töö nr. 1806  
Tellija kontaktisik: Tanel Vain  
Aadress: Tamme 7, Väike-Maarja alevik 46202, Lääne-Virumaa  
Tel: 5247683  
E-post: [tanelvain@gmail.com](mailto:tanelvain@gmail.com)



## ENERGIAAUDIT



### 3-KORRUSELINE 18-KORTERIGA PANEELMAJA TAMME 7, VÄIKE-MAARJA ALEVIK, LÄÄNE-VIRUMAA

Auditeerimise aeg: 05.11. 2018  
Aruanne esitatud: 08.11.2018  
Logerite kasutus 05.11.2018

Auditeerija: Elamuaudit OÜ  
Saue 16a, 44313 Rakvere  
Tel: +372 5098440  
E-post: [urmas@elamuaudit.ee](mailto:urmas@elamuaudit.ee)

Energiaaudiitor tase 6:  
Urmas Paales  
Tel: +372 5098440  
E-post: [urmas@elamuaudit.ee](mailto:urmas@elamuaudit.ee)

Allkiri /digitaalne/

## Eessõna

Käesolevas energiaauditi aruandes on esitatud Väike-Maarjas, aadressil Tamme 7 asuva 3-korruselise ja 18 korteriga paneelmaja kütte, ventilatsiooni, elektri- ja veevarustuse süsteemide hetkeolukord ning võimalused energiatarbe vähendamiseks.

Säästuettepanekutes on ära toodud nende realiseerimise üldine mõju, saavutatav sääst ja investeeringute hinnangulised tagasimaksuajad.

Auditeerimise mahu ja mudeli aluseks on võetud Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ning Tallinna Tehnikaülikooli poolt väljatöötatud energeetilise auditeerimise juhendmaterjal.

Auditeerimine viidi läbi kolmes etapis: 1) Hoone lähteandmete kogumine (üldandmed, energia kasutus) valdajale saadetud küsitluslehe abil; 2) Hoone inspekteerimine, sisekliima mõõdistused (niiskuse ja temperatuuri logeritega, CO<sub>2</sub> anduriga, termokaameraga), vestlused korterivaldajatega ning küsitluslehe täitmine; 3) Kogutud andmete põhjal tehnilis-majanduslike arvutuste tegemine ning auditiaruande koostamine.

Hoone auditeerimisel analüüsiti 2015 – 2017 aasta kütte, elektri ja tarbevee kulu ning vastavaid rahalisi kulutusi. Meetmete tasuvuse hindamisel võeti arvesse praegusi kütuste- ja energiahindasid. Kui energia hinnad suurenevad, siis peale meetme rakendamist korteriomanik igal juhul võib tänu energiakasutuse vähenemisele suurusjärgus 50%. Pangaintressina on arvestatud 3%.

Aruanne sisaldab hoone piirdetarindite ning tehnosüsteemide tehnilis- majanduslikku analüüsi, energiatarbimise alandamise potentsiaali lähtuvalt võimalikest energiasäästumeetmetest. Energiasäästu potentsiaal on esitatud vajalike investeeringute, saavutatava energeetilise säästu ning lihttasuvusaja kujul.

Hoones on mõõdetud summaarset soojustarbimist, korterite ja üldelektritarbimist ning tarbevee kulu. Õhuvahetusest tingitud soojuskadusid hinnati kaudselt õhuvahetuse kordarvude alusel. Piirdetarindite U-arvud on saadud ehitusprojektide andmetest ja/või tootja andmetest ning on korrigeeritud vastavalt reaalsele olukorrale.

Optimaalne renoveerimis/rekonstrueerimispakett valitakse välja tellija poolt vastavalt finantseerimise võimalustele. Osa säästumeetmeid on sellised, 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 tähele panna, et erinevate meetmete rakendamisel saadavad säästud ei ole otseselt liidetavad.

Väljapakutud energiasäästu ettepanekute realiseerimine võib nõuda vastavate tööde jaoks vastava projekti koostamist (üldjuhul ka ehitistestatist), mida tuleks arvestada ehitusfirmadelt tööde hinnapakumise küsimisel. Samuti tulevad teostada vastavad tehnosüsteemide

seadistustööd. Kui soovitakse taotleda renoveerimisetoetust KredEx'ist 25 või 40%, siis tuleb renoveerimiseks palgata tehniline konsultant, kelle leiab KredEx'i kodulehelt.

Objekti ülevaatusel abistas audiitorit korteriühistu juhatuse liige Tanel Vain (tel. 5247683). Korteriühistu, kui lõpptarbija seisukohalt on säästupotentsiaal, energiahinnad ja kõik kulutused auditis arvestatud käibemaksuga 20%.

Hoone energeetilise auditeerimise viis läbi Urmas Paaes (energiaaudiitor tase 6).

## Sisukord

1. Auditi tulemuste kokkuvõte ja ülevaade säästuettepanekutest.....	5
1.1 Hoone energiatarbimise säästupaketid .....	7
1.2 Kokkuvõte säästupakettidest .....	9
1.3 Sisekliima parendamise ja energiasäästupakettide mõju maksekoormusele .....	11
2. Hoone energiakasutuse hetkeseis. ....	13
2.1 Hoone asukoht ja paiknemine .....	13
2.2 Hoone üldandmed.....	13
2.3 Varem läbi viidud rekonstrueermis/renoveerimistööd .....	14
2.4 Kasutatud mõõtmeseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte.....	14
2.5 Energia- ja veevarustuse üldisloomustus.....	15
2.6 Soojusenergia kulu (kaugküte ja elektriküte) MWh.....	16
2.7 Elektrienergia kulu kWh.....	17
2.8 Vee kulu m <sup>3</sup> .....	18
2.9 Hoone soojusbilanss .....	19
3. Hinnang hoone energiakasutuse kohta, säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus. ....	20
3.1 Hoone piirdetarindid.....	20
3.2 Kütte- ja sooja tarbevee ettevalmistamise süsteemid .....	22
3.3 Vee- ja kanalisatsioonisüsteem.....	23
3.4 Ventilatsioonisüsteem ja sisekliima .....	23
3.5 Elektrivarustus.....	24
4. Lisad.....	25
4.1 Sisekliima mõõtmistulemused logeritega.....	25
4.2 Termouuring.....	27
4.3 Soojuse- ja elektrienergia tarbimisandmed kuude lõikes 2015 – 2017. ....	31
4.4 Tarbevee tarbimisandmed kuude lõikes 2015 – 2017. ....	32
4.5 Tasakaalutemperatuuri leidmine. ....	32
4.6 Illusreerivad pildid. ....	35
4.7 Kasutatud kirjandus.....	36

## 1. Auditi tulemuste kokkuvõte ja ülevaade säästuettepanekutest.

Käesolevas peatükis on esitatud kokkuvõte korterelamu energiaauditi läbiviimise tulemustest.

Energiaauditi aluseks on Tellijalt saadud 2015-2017 aastate energiatarbimise andmed (kaugküte, elekter, tarbevesi).

Kütmiseks kasutatakse põhiliselt kaugkütet. Kahes korteris on elektriküte. Soojusenergia keskmine kogukulu aastatel 2014-2016 oli mõõdetud 156,8 MWh/a ja sellele vastav rahaline kulu ca 10259 EUR/a. Normaalaastale taandatud kolme viimase täisaasta soojusenergia keskmine kulu on 174,0 MWh/a ja lähtuvalt hoone köetavast pinnast 1139,8 m<sup>2</sup> (eluruumid) on normaalaasta keskmine kogu soojusenergia eritarbimine köetava pinna ühikule 153 kWh/m<sup>2</sup> (koef. 0,9). Elektrienergiat on tarbitud ilma kütmiseta kokku 44 MWh/a (koef.2), Kaalutud energiaerikasutus (KEK) on 236 kWh/(m<sup>2</sup> a), energiatarbimise klass – F arvestades kasutusstandardit. Käesoleva aruande punktis 1.1 on ära toodud kolm säästumeetmete paketti, mille abil on võimalik soojusenergia kulu majanduslikult alandada, tõsta hoone kui kinnisvara väärtust ning pikendada ekspluatatsiooniiga ja lisaväärtusena saada inimeste heaolu paranenud sisekliimast. Säästupaketid on esitatud põhjusel, et teatud meetmetel on omavaheline koosmõju.

Meetmete paketid on koostatud viisil, mis võimaldaks valida erinevate KredEx'i toetuste vahel. Pakett 1 vastab 25% toetuste nõuetele, pakett 2 vastab 40% toetustele ja pakett 3 vastab 40% toetuste nõuetele.

### **Pakett 1. Hinnanguline KEK arv 174 kWh/(m<sup>2</sup>a). Energiaklass D:**

- Pööningu soojustamine (300 mm)
- Külgliseinte soojustamine (200 mm)
- Otsaseinte soojustamine (200 mm)
- Vanade vahetamata akende vahetus (3-kordne klaaspakett)
- Sokli soojustamine (100 mm)
- Mehaaniline väljatõmbeventilatsioon värske õhu klapiga.
- Radiaatorite vahetus. Üleminek 2-toru süsteemile.
- Püstakute torustiku vahetus
- Torustiku vahetus keldri tasemel

### **Pakett 2. Hinnanguline KEK arv 147 kWh/(m<sup>2</sup>a). Energiaklass C:**

- Pööningu soojustamine (300 mm)
- Külgliseinte soojustamine (200 mm)
- Otsaseinte soojustamine (200 mm)
- Sokli soojustamine (100 mm)
- Kõigi akende vahetus (3-kordne klaaspakett)
- Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem.
- Radiaatorite vahetus. Üleminek 2-toru süsteemile.
- Püstakute torustiku vahetus

- Torustiku vahetus keldri tasemel

**Pakett 3. Hinnanguline KEK arv 137 kWh/(m<sup>2</sup>a). Energiaklass C:**

- Pööningu soojustamine (300 mm)
- Külgliseinte soojustamine (200 mm)
- Otsaseinte soojustamine (200 mm)
- Sokli soojustamine (100 mm)
- Kõigi akende vahetus (3-kordne klaaspakett)
- Soojustagastusega ventilatsioonisüsteem soojuspumbaga.
- Radiaatorite vahetus. Üleminek 2-toru süsteemile.
- Püstakute torustiku vahetus
- Torustiku vahetus keldri tasemel
- Soojussõlme renoveerimine. Plaatsoojusvaheti süsteemi kinniseks muutmiseks
- Plaatsoojusvaheti sooja vee valmistamiseks tsentraalselt
- Päikesepaneelid 6 kW

Pakettidest annavad ülevaate alljärgnevad tabelid (Tabel 1.1-1.3). Suhteline energiasääst on arvutatud kütteks ja ventilatsiooniks kulunud soojuse alusel.

## 1.1 Hoone energiatarbimise säästupaketid

Tabelid 1.1 Sisekliima parendamise ja energiasäästupakett 1

Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, €	Energia sääst MWh/a	Säästuväärtus €/a	Lihttasuvusaeg, a	Märkus
<b>Säästumeetmete pakett I:</b>						
Pööning	Soojustatakse 300 mm,	22 178				
Küljesein	Soojustatakse 200 mm,	82 588				
Otsasein	Soojustatakse 200 mm	21 526				
Sokkel	Soojustatakse 100 mm	9 703				
Vanad aknad/ rõduksed	Uued 3-klaasiga pakettaknad, lisaks rõdude klaasid	14 748				
Ventilatsioon	Mehaaniline väljatõmme värske õhu klapiga	11 000				
Küttetorustik	Vanade radiaatorite asendamine värske õhu radiaatoritega	26 400				
	Radiaatorite varustamine termostaatidega					
	Üleminek 2-toru süsteemile					
Vesi ja kanalisatsioon	Püstakute torustiku väljavahetamine, kanalisatsioonitorustik kuni kaevudeni	24 000				
<b>Kokku</b>		<b>212 143</b>	<b>58</b>	<b>3464</b>	<b>61</b>	

Tabelid 1.2 Sisekliima parendamise ja energiasäästupakett 2

Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, €	Energia sääst MWh/a	Säästuväärtus €/a	Lihttasuvusaeg, a	Märkus
<b>Säästumeetmete pakett 2:</b>						
Pööning	Soojustatakse 300 mm,	22 178				
Küljesein	Soojustatakse 200 mm,	82 588				
Otsasein	Soojustatakse 200 mm	21 526				
Sokkel	Soojustatakse 100 mm	9 703				
Vanad aknad/rõduksed	Uued 3-klaasiga pakettaknad, lisaks rõdude klaasid	14 748				
Uued aknad/rõduksed	Uued 3-klaasiga pakettaknad, lisaks rõdude klaasid	26 056				
Ventilatsioon	Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem kasuteguriga 80%	63 000				
Küttetorustik	Vanade radiaatorite asendamine plekk radiaatoritega	26 400				
	Radiaatorite varustamine termostaatide					
	Üleminek 2-toru süsteemile					
Vesi ja kanalisatsioon	Püstakute torustiku väljavahetamine, kanalisatsioonitorustik kuni kaevudeni	24 000				
<b>Kokku</b>		<b>290 199</b>	<b>101</b>	<b>6045</b>	<b>48</b>	

Tabelid 1.3 Sisekliima parendamise ja energiasäästupakett 3

Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, €	Energia sääst MWh/a	Säästuväärtus €/a	Lihttasuvusaeg, a	Märkus
<b>Säästumeetmete pakett 3:</b>						
Pööning	Soojustatakse 300 mm,	22 178				
Küljesein	Soojustatakse 200 mm,	82 588				
Otsasein	Soojustatakse 200 mm	21 526				
Sokkel	Soojustatakse 100 mm	9 703				
Vanad aknad/rõduksed	Uued 3-klaasiga pakettaknad, lisaks rõdude klaasid	14 748				
Uued aknad/rõduksed	Uued 3-klaasiga pakettaknad, lisaks rõdude klaasid	26 056				
Ventilatsioon	Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem koos soojuspumbaga	60 000				
Küttetorustik	Vanade radiaatorite asendamine värskõhu radiaatoritega	26 400				
	Radiaatorite varustamine termostaatidega					
	Üleminek 2-toru süsteemile					
Soojussõlm	Soojusõlme renoveerimine, plaatsoojusvahetid sooja vee valmistamiseks ja süsteemi kinniseks muutmiseks	15 000				
Vesi ja kanalisatsioon	väljavahetamine, kanalisatsioonitorustik kuni kaevudeni. Sooja vee torustik	23 000				
Taastuenergia	Päikesepaneel 6 kW	8 000				
<b>Kokku</b>		<b>309 199</b>	<b>113</b>	<b>6770</b>	<b>46</b>	

## 1.2 Kokkuvõtte säästupakettidest

Pakett 1 on lisaks soojustamisele ja küttesüsteemi renoveerimisele kasutusel mehaaniline ventilatsiooniväljatõmme, mis suurendab õhuvahetusekord arvu vajaliku tasemeni 0,5 1/h.

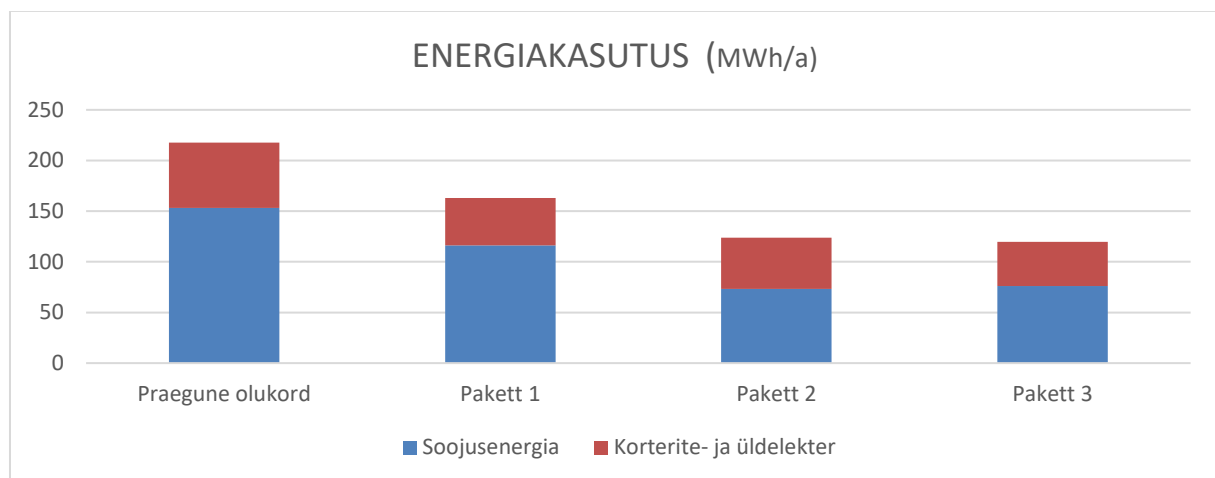
Pakett 2 on kasutusel 80% soojustagastusega ventilatsiooniseade, mis vähendab oluliselt õhu soendamiseks kuluvat kütteenergiat.

Pakett 3 on kasutusel soojustagastusega ventilatsiooniseade koos soojuspumbaga, mis vähendab oluliselt õhu soendamiseks kuluvat kütteenergiat. Soe vesi valmistatakse tsentraalselt. Lisatud on päikesepaneelid.

Kaalutud energiakasutus ja kaalutud energiakasutuse klass on näidatud Tabel 1.4.

**Tabel 1.4** Kaalutud energiaerikasutus ja energiakasutuse klass enne ja peale renoveerimist

Näitaja	Praegune olukord	Pakett 1	Pakett 2	Pakett 3	Ühik
Soojusenergia (kaugküte) normaalaastal	153	116	73	76	MWh/a
sh küte	153	116	73	61	MWh/a
sh soe vesi	0	0	0	15	MWh/a
Ventilatsioonisüsteemi elektritarbimine normaalaastal (sh soojuspump)		3	7	21	MWh/a
Elektritarbimine (va ventilatsioon)	65	44	44	23	MWh/a
sh päikesepaneelid	0	0	0	-6	MWh/a
sh küte	21	0	0	0	MWh/a
sh korterid ja üldelekter	44	44	44	29	MWh/a
sh soe vesi (kuulub korteri elektri alla)	15	15	15	0	MWh/a
Energiakasutus	218	163	124	120	MWh/a
Kaalutud energiakasutus	267	198	167	156	MWh/a
Kaalutud energiaerikasutus (KEK)	236	174	147	137	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Kaalutud energiaerikasutuse klass	<b>F</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	



**Graafik 1.1.** Energiasäästu potentsiaal renoveerimismeetmete rakendamise

### 1.3 Sisekliima parendamise ja energiasäästupakettide mõju maksekoormusele

Sisekliima ja energiasäästu pakettide mõju maksekoormusele hinnati eeldatava energiatarbimise vähenemise/kasvu ja laenumakse koosmõjuna. Baastasemeks võeti praegune lokaalküttesoojuse kulu 1 m<sup>2</sup> elamispinna kohta aasta keskmisena ühes kuus.

Samas kogu investeering ei ole seotud energiasäästuga, vaid sisaldab ka neid töid, mis on vaja teostada hoone ohutu ekspluateerimise tagamiseks. Maja renoveerimist ei saa taandada ainult energiasäästust tuleneva tasuvusajale, vaid maja tuleb hooldada pidevalt, et tagada hoone vastupidavus ilmastikutingimustele ja vältida hoone lagunemist. Maja rekonstrueerimisest tulenevasse energiasäästu tuleb suhtuda kui rekonstrueerimisega kaasnevasse positiivsesse lisaefekti.

Eelpool toodud kolme paketi korral on teostatud laenumakse arvutus, vt Tabel 1.5. Laenu tagasimakseperiood on 20 a, intress on 3% ja laenu tagasimaksed tehakse võrdsete kuumaksetena.

**Tabel 1.5 Laenumakse**

Näitaja	Ühik	Pakett 1	Pakett 2	Pakett 3
Investeering	EUR	212 143	290 199	309 199
Toetus	%	25	40	40
Toetus	EUR	53 036	116 079	123 679
Omafinantseering	EUR	0	0	0
Laenusumma	EUR	159 107	174 119	185 519
Kuumakse	EUR/kuus	1061	1161	1237
<b>Laenukoormus 1 m<sup>2</sup> eluruumile</b>	<b>EUR/kuus/m<sup>2</sup></b>	<b>0,93</b>	<b>1,02</b>	<b>1,09</b>

Järgnevalt leiti, kui palju on hinnanguline energiakulu vähenemine ja sellest tulenev maksekoormus elanikele, arvestades hooldustasu muutust ja eelnevalt leitud laenu maksekoormust, vt Tabel 1.6.

Tabel 1.6 Investeeringute maksumused

Näitaja	Ühik	Olemasol ev olukord	Pakett 1	Pakett 2	Pakett 3
Küttesoojuse tarbimine	MWh/a	153	116	73	76
Elektrikütte tarbimine	MWh/a	21	0	0	0
Elektri tarbimine	MWh/a	65	44	44	23
Küttesoojuse hind	EUR/MWh	83	83	83	48
Elektri hind	EUR/MWh	130	130	130	130
Aastased kulud	EUR/a	23 810	15 332	11 761	6 596
Aastased energia erikulud	EUR/kuus/m <sup>2</sup>	1,74	1,12	0,86	0,48
Hooldus- ja remondifond	EUR/kuus/m <sup>2</sup>	0,23	0,20	0,20	0,20
Laenukoormus 1 m <sup>2</sup> eluruumile	EUR/kuus/m <sup>2</sup>	0,00	0,93	1,02	1,09
<b>Kokku</b>	<b>EUR/kuus/m<sup>2</sup></b>	<b>1,97</b>	<b>2,25</b>	<b>2,08</b>	<b>1,77</b>
<b>Muutus</b>	<b>EUR/kuus/m<sup>2</sup></b>	<b>0,00</b>	<b>0,28</b>	<b>0,11</b>	<b>-0,20</b>

On näha, et laenumakse, hooldustasu ja energiatarbe muutuse koosmõjus elanike maksekoormus tõuseb pakettide 1 ja 2 puhul. Pakett 3 korral väheneb maksekoormus. Haldustasu väheneb umbes 10%.

## 2. Hoone energiakasutuse hetkeseis.

### 2.1 Hoone asukoht ja paiknemine

Hoone asub Väike-Maarja asula servas tiheasustusalas (vt Joonis 1.1).

**Joonis 2.1 Joonis Maa-ameti kaardiserveliit. Hoone asub Väike-Maarja asula servas tiheasustusalas.**



### 2.2 Hoone üldandmed

Hoone on kolme trepikojaga, kolmekorruseline, viilkatusega, keldriga paneelmaja. Tabel 2.1 annab ülevaate hoone põhiandmetest.

**Tabel 2.1. Hoone andmed**

Hoone aadress:	Tamme 7, Väike-Maarja alevik, Lääne- Viru maakond
EHR kood:	108025551
Katastritunnus:	92702:002:1651
Kasutamise otstarve:	11222 Muu kolme või enama korteriga elamu
Esmane kasutus:	1990
Korruste arv:	3
Trepikodade arv:	3
Ehitusalane pind: (EHR)	530 m <sup>2</sup>
Suletud netopind: (EHR)	1661,6 m <sup>2</sup>
Köetav pind:	1139,8 m <sup>2</sup>
Eluruumide pind:	1139,8 m <sup>2</sup>
Hoone maht: (EHR)	5770 m <sup>3</sup>
Köetavate ruumide maht:	2793 m <sup>3</sup>

Korterite arv:	18
Elanike arv:	33
Kelder:	Jah
Soe kelder	Ei
Lähedal asuvad hooned:	Jah

Hoones on on 1-toalisi 4, üldpinnaga 174,8 m<sup>2</sup>, 2-toalisi 2, üldpinnaga 110,9 m<sup>2</sup>, 3-toalisi 8, üldpinnaga 544,1 m<sup>2</sup> ja 4-toalisi 4, üldpinnaga 310,0 m<sup>2</sup>. Keldrikorrusel asuvaid kütetorustike poolt soojendatud ruume pole hoone köetava pinna hulka arvestatud. Trepikojad ei ole arvestatud köetava pinna hulka.

Andmed on saadud tellijalt, Riigi Arhiivis olevast Tamme 7 hoone ruumide eksplikatsioonist ja EHR-ist.

### 2.3 Varem läbiviidud rekonstrueermis/renoveerimistööd

Hoones on teostatud mitmesuguseid renoveerimistöid, mille tulemusel saavutati energiasäästu (vt Tabel 2.2).

**Tabel 2.2. Läbiviidud rekonstrueermis/renoveerimistööd**

Tööde teostamise aasta	Tööde nimetus ja maht
2011	Katuse vahetus (eterniit), sarikate tugevdused
2013	Välisüksed
2014	Trepikodade valgustus liikumisanduritega
	Soojussõlme renoveerimine

Hoone üldine olukord on keskpärane. Krohv on osaliselt ära pudenenud. Puuduvad visuaalsed märgid põhikonstruktsioonide olukorra halvenemisest. Pandus on maja otsas ja trasside juures ära vajunud.

### 2.4 Kasutatud mõõtmeseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte

**Tabel 2.3. Mõõtmeseadmed**

Mõõtmeseade	Tüüp	Seerianumber	Täpsus	Töövahemik
Temperatuuri ja niiskuse logerid	HOBO UX100-011	10794137	RH +- 2,5%	1 - 95% -20 – (+70)° C
		10794138	Temp +- 0,21° C	
		10794141		
CO <sub>2</sub> andur	Telaire T7001	1091730	CO <sub>2</sub> +-0,1%	(+50) °C
Termokaamera	FLIR E5	63983872	Temp < 0,10 oC	-20 – (+125) °C

Logereid kasutati kolmes korteris 5, 2 ja 12 CO<sub>2</sub>, temperatuuri ja niiskuse registreerimiseks. Graafikud on esitatud lisades 4.1. – 4.4.

CO<sub>2</sub> sisaldus korteris 12 oli 1147 ppm, mis ületab lubatud piiri 1000 ppm. Teistes korterites oli 766 ja 715 ppm. Korteris 5 oli 766 ppm peale õhutamist. Ilma õhutamata oleks tulemus ilmselt lubatud piiri lähedal.

Sisetemperatuuri mõõtmised (vt Graafikud 4.1 – 4.4) näitasid, et temperatuurid ruumides on erinevad. Kõige jahedam on korteris 5 20 °C, ning kõige kõrgem korteris 2, mis asub hoone keskel, 23 °C. Suhteline niiskus oli suhteliselt kõrge (43 ja 46%), kuid kõige kõrgem (56%) oli korteris 12. Välistemperatuur oli mõõdistuste ajal +2 °C. Seega on niiskuse protsent talviste olude jaoks liiga kõrge ja on hallituse oht. Põhjuseks võib olla ebapiisav ventilatsioon ja vähene välispiirde soojustus. Korteris 5 oli otsasein seest soojustatud, mis lisab hallituse ohtu. Lahenduseks on küttesüsteemi täielik renoveerimine ja üleminek 2-toru süsteemile.

Sisetemperatuuride mõõtmised viitavad sellele, et küttesüsteem ei ole hüdrauliliselt tasakaalus.

Ruumipõhiselt reguleeritav küttesüsteem (kahetorusüsteem koos termostaatventiilidega) võimaldab reguleerida ruumis soovitud temperatuuri.

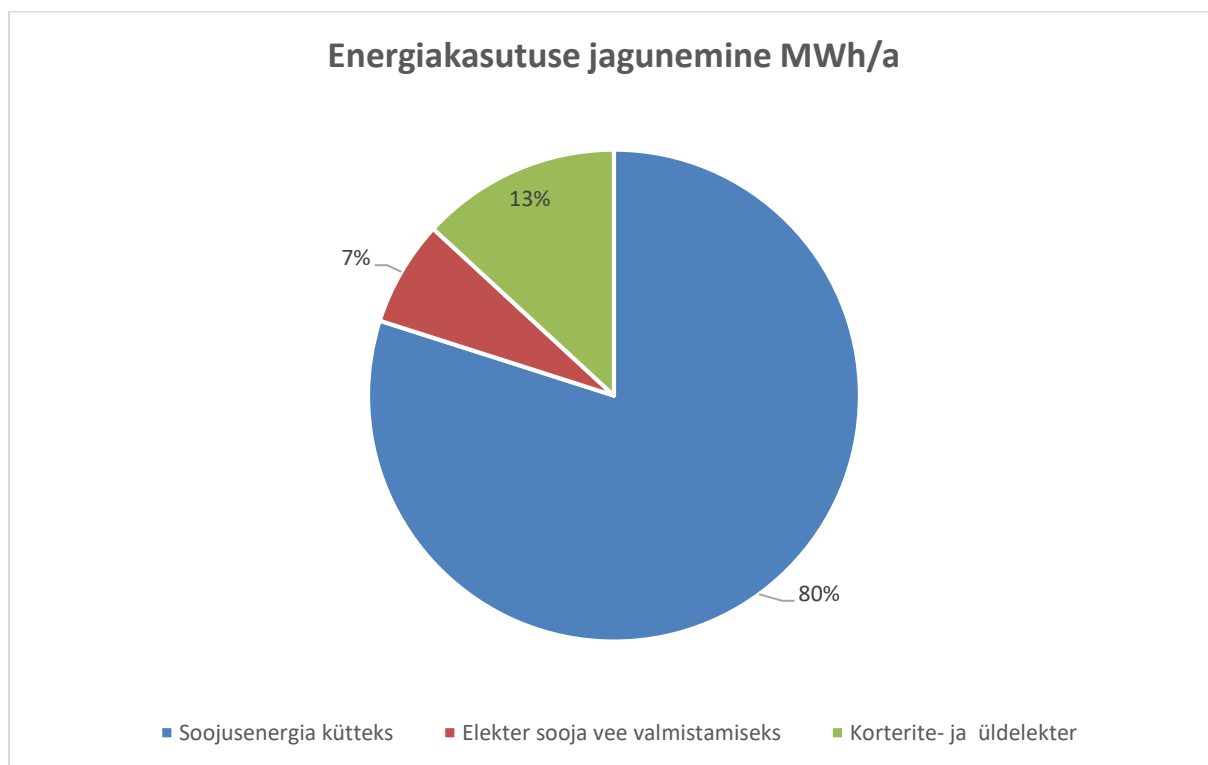
Ruumi siseõhu suhteline niiskus peab jääma piirdesse: talvel 25-45 %, suvel 30-70 % (Sisekliima, EPN 12.2)

## 2.5 Energia- ja veevarustuse üldiseloostus

Tabel 2.4 Energia- ja veevarustuse üldiseloostus

Soojusenergia tarnija:	Adven Eesti AS
Põhiline kütteviis:	Kaugküte
Küttesüsteemi põhimõtteline lahendus:	Kasutusel on ühetorusüsteem. Soojussõlm on renoveeritud ja automatiseeritud,.
Korteri soojakulu mõõturid:	Puuduvad
Kas küttesüsteem on varustatud üldise soojakulu mõõturiga?	Jah
Tarbevee tarnija:	Pandivere Vesi OÜ
Veevarustuse ja kanalisatsiooni liik:	Tsentraalne asulavõrk
Sooja tarbeveega varustamine:	Elektriboilerid
Sooja tarbevee arvestus:	Ei
Ventilatsiooni liik:	Loomulik: õhu sissepääs läbi akende ebatiheduste, väljapääs ventilatsioonilõõridest
Elektrienergia tarnija:	Eesti Energia AS
Elektrivõrgu pingeline:	3 x 230/400 V
Peakaitse:	150 A

Hoones viimasel kolmel aastal keskmiselt tarbitud soojusenergia ja elektrienergia kokku jagunevad järgmiselt:



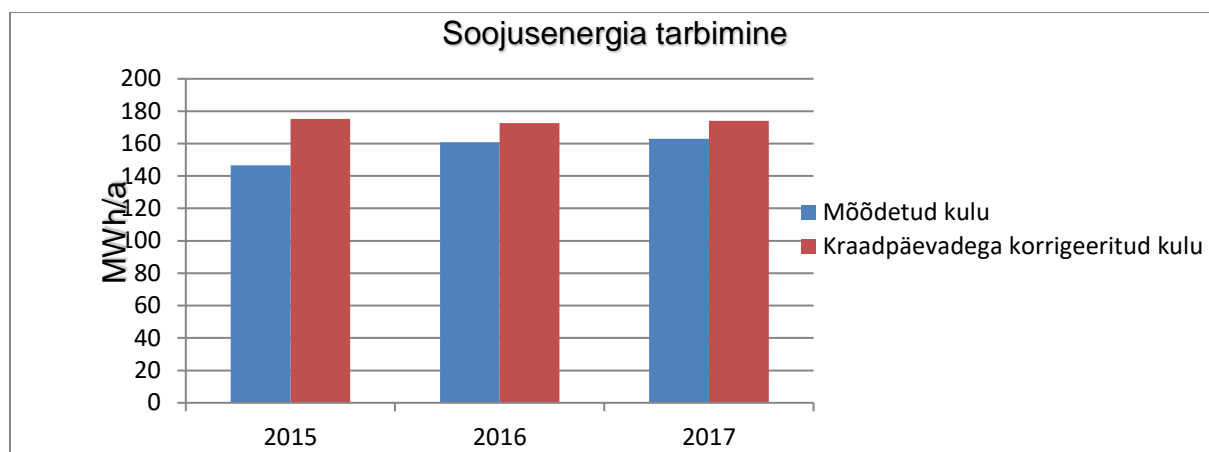
**Graafik 2.1. Energiakasutuse jagunemine**

## 2.6 Soojusenergia kulu (kaugküte ja elektriküte) MWh

**Tabel 2.6 Soojusenergia tarbimine**

Soojusenergia tarbimine	2015	2016	2017	Ühik
Möödetud tarbimine (kaugküte)	128,991	141,515	143,514	MWh/a
Arvutatud elektri tarbimine kütteks	17,5	19,2	19,5	MWh/a
Tegelik aasta kraadpäevade arv	3777	4205	4232	°C d
Normaalaasta kraadpäevade arv	4518			°C d
Kraadpäevadega korrigeeritud soojustarbimine (küte)	154,3	152,1	153,2	MWh/a
Soojuse tariif/hind (kaugküte)	73,6	59,9	64,5	€/MWh
Kulutused soojusele (kaugküte)	9490,1	8480,6	9259,7	€/a
Kraadpäevadega korrigeeritud soojustarbimine (elekter)	21,0	20,7	20,8	MWh/a
Kraadpäevadega korrigeeritud soojustarbimine kokku	175,3	172,7	174,0	MWh/a
Eritarbimine köetava pinna kohta	154	152	153	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Eritarbimine eluruumide pinna kohta	154	152	153	kWh/(m <sup>2</sup> a)

Hinnad on arvestatud käibemaksuga (vt Eessõna).



Graafik 2.3. Soojusenergia tarbimine korrigeerituna kraadpäevadega

## 2.7 Elektrienergia kulu kWh

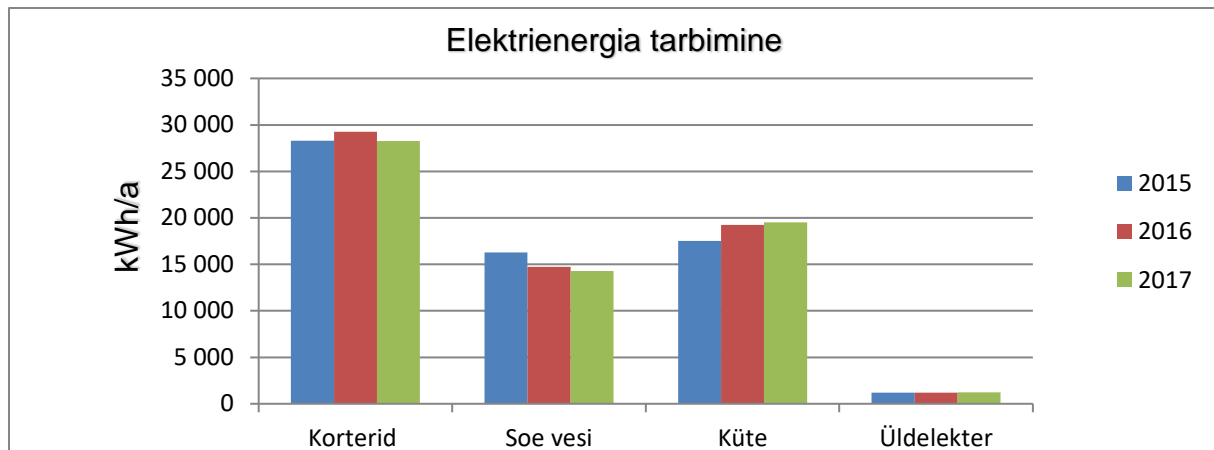
Elektri tarbimine jaguneb nelja suuremasse tarbijagruppi: küte, üldelekter ning korterite olmeelekter ja elekter sooja vee valmistamiseks (vt Tabel 2.7).

Tabel 2.7 Elektrienergia tarbimine

Elektrienergia tarbimine	2015	2016	2017	Ühik
Elektrienergia (korterid)	44584	43974	42554	kWh/a
Elektrienergia kütteks	17534	19237	19509	kWh/a
Elektrienergia sooja vee valmistamiseks	16 281	14 718	14 291	kWh/a
Üldelekter	1 204	1 181	1 231	kWh/a
Elektrienergia kokku koos küttega	63 322	64 392	63 294	kWh/a
Elektri tariif/hind (elekter)	0,13	0,13	0,13	€/kWh
Elektrienergia maksumus	8226	8369	8225	€/a
Eritarbimine köetava pinna kohta	56	56	56	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Eritarbimine eluruumide pinna kohta	56	56	56	kWh/(m <sup>2</sup> a)

Üldiselt on üldelektri eritarbimine suurusjärgus kuni 1-2,5 kWh/(m<sup>2</sup>a) köetava pinna kohta, Tamme 7 majal on see 1,06 kWh/(m<sup>2</sup>a). See on väga hea tulemus. Kindlasti on oma osa LED valgustitel.

Korterite elektri eritarbimine on pikaage se statistika alusel üldjuhul 40 kWh/(m<sup>2</sup>a) juures. Tamme 7 hoonel on see koos sooja vee valmistamisega 38 kWh/(m<sup>2</sup> a).



Graafik 2.4. Elektrienergia tarbimise jaotus

## 2.8 Vee kulu m<sup>3</sup>

Vee kulust annab ülevaate Tabel 2.8.

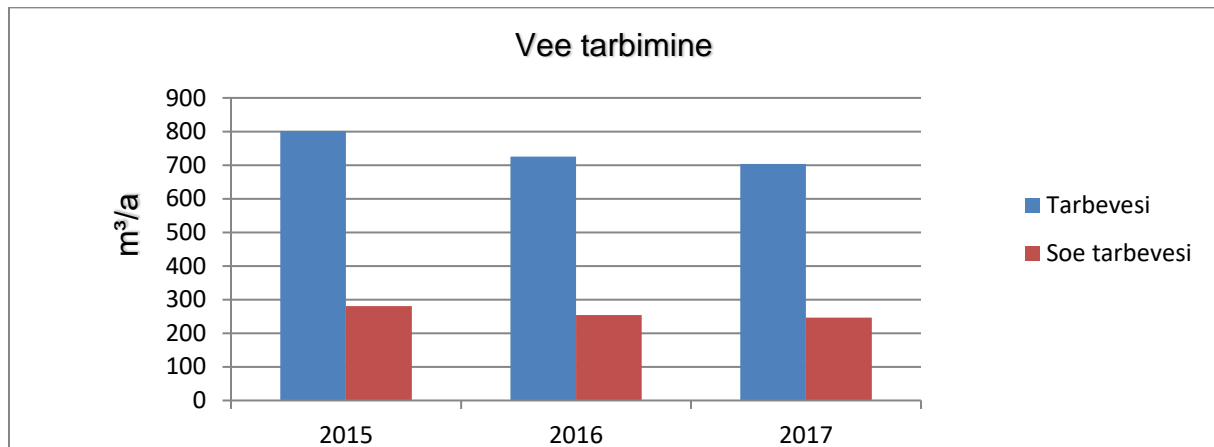
Tabel 2.8 Tarbevee tarbimine

Tarbevee kulu	2015	2016	2017	Ühik
Tarbevesi	802	725	704	m <sup>3</sup> /a
Tarbevee tariif/hind	3,24	3,28	3,24	€/m <sup>3</sup>
Kulutused tarbeveele	2598	2379	2281	€/a
Tarbevee eritarbimine köetava pinna kohta	0,70	0,64	0,62	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> a)
Tarbevee eritarbimine eluruumide kohta	0,70	0,64	0,62	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> a)
Soe tarbevesi	281	254	246	m <sup>3</sup> /a
Sooja tarbevee tarbimine	16,3	14,7	14,3	MWh/a
Sooja tarbevee tariif/hind	130,0	130,0	130,0	€/MWh
Kulutused tarbeveele	2116	1913	1858	€/a
Erikulu köetava pinna kohta	0,25	0,22	0,22	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> a)
Erikulu elupinna pinna kohta	0,25	0,22	0,22	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> a)
Elanike arv	33	33	33	in
Erikulu inimese kohta	24	22	21	m <sup>3</sup> /a

Hinnad on arvestatud käibemaksuga (vt. Eessõna). Vee kulu inimese kohta on 1,9 m<sup>3</sup> kuus. Soe tarbevesi valmistatakse elektri boilerite abil. Sooja tarbevee kogused on arvestuslikud. Arvutustes on see 35% tarbevee kogusest. Hinnanguline energiakulu vee soojendamiseks on 58 kW/m<sup>3</sup>.

Sooja vee arvestuslik erikulu inimese kohta on 45 l/pers\*päev, mille kohaselt maja soojavee tarbimine peaks olema 542 m<sup>3</sup>/a. Tegelik tarbimine on ligi kaks korda väiksem ja sõltub ilmselt

elanike tarbimisharjumistest, leibkondade koosseisust ja vanuselisest struktuurist. Peab siiski arvestama, et see on arvestuslik kogus.



Graafik 2.5. Tarbe- ja sooja vee tarbimise jaotus

## 2.9 Hoone soojusbilanss

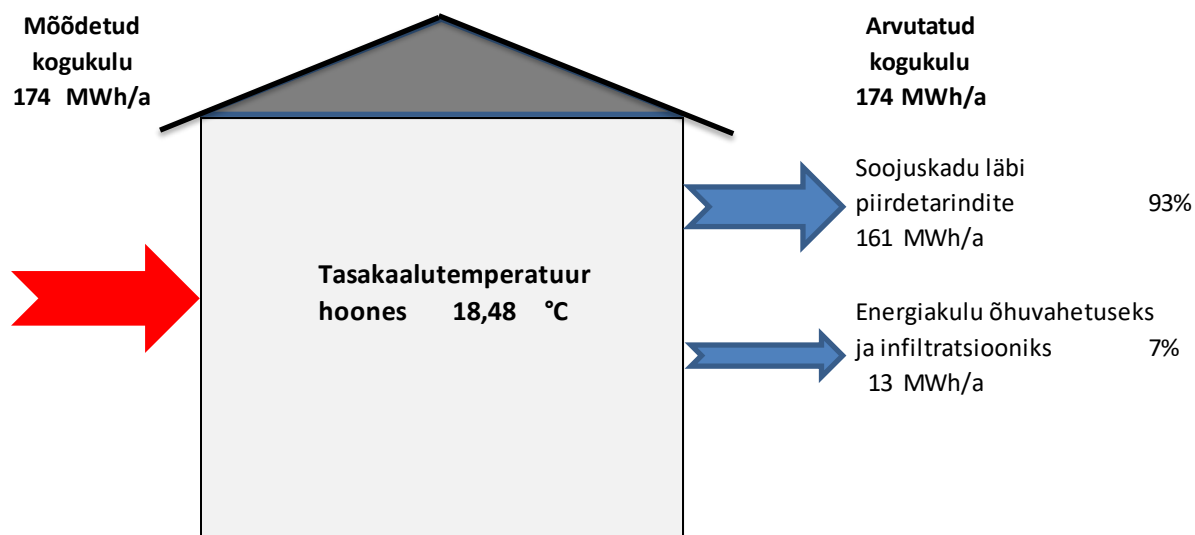
Hoones tarbitud soojusenergia, elektrienergia ja inimeste elutegevuse tagamiseks vajalik ning sellega kaasnev energia (vabaenergia) moodustavad hoone energiabilansi ühe poole. Soojakaod läbi välispiirete, sooja vee valmistamine ja ventilatsiooniks vajaliku õhu soojendamise energiakulu moodustavad hoone energiabilansi teise poole.

Energiakulu õhuvahetuseks arvestasime õhuvahetuse kordarvuks 0,25 l/h, kuna on uued tihedad aknad ja hoone ei ole kõrge, ehk loomulik väljatõmme korstnast ei ole suur.

Soojusbilanss on näidatud Tabel 2.9 ja Joonis 2.1.

Tabel 2.9 Korterelamu soojuskadude jaotus enne renoveerimist

Piire	Soojuskadu läbi piirdetarindite	Energiakulu õhuvahetuseks ja infiltratsiooniks	Arvutatud kogukulu	Mõõdetud kogukulu
	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Katus	27			
Välisseinad küljed	54			
Välisseinad otsad	14			
I korruse põrand	27			
Vanad aknad/rõduksed	18			
Uued aknad/rõduksed	19			
Uksed	3			
<b>Kokku</b>	<b>161</b>	<b>13</b>	<b>174</b>	<b>174</b>



Joonis 2.1. Hoone soojusbilanss

Tasakaalutemperatuur on 18,48 °C, mis arvutati arvutusliku meetodiga (vt. Lisa 4.4). Piirdetarindite soojuskadod leiti arvutuslikul meetodil. Õhuvahetuskordarvuks on võetud antud hoonele 0,25.

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

#### 3.1 Hoone piirdetarindid

Summeeritud andmed hoone piirdetarindite kohta esitatakse järgnevates Tabelites 3.1 ja 3.2:

Tabel 3.1 Hoone piirdetarindid – olemasolev olukord ja pakett 1

Enne renoveerimist ( $t_a=18,47^{\circ}\text{C}$ )							Säästumeetmete pakett I ( $t_a=16,27^{\circ}\text{C}$ )			
Piirdetarind	Materjal/tüüp	Olukorra kirjeldus	Pindala $\text{m}^2$ A	Hinnanguline U-väärtus $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Hinnanguline erisoojuskaadu $\text{W}^{\circ}\text{C}$ H	Hinnangulised soojuskaod $\text{MWh}/\text{a}$ Q	Parendus- meetmed	Arvutuslik U- väärtus pärast meetme rakendamist $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Hinnangulised soojuskaod pärast meetme rakendamist, $\text{MWh}/\text{a}$ Q	Energia- sääst, $\text{MWh}/\text{a}$
Katus	Viilkatus, eterniit	Raudbetoonpaneel , soojustamata	554	0,5	249,5	27,1	Soojustus 300 mm	0,13	7,4	19,7
Välisseinad küljed	Gaaskukeroonplokk	Osaliselt seestpoolt soojustatud	826	0,6	495,5	53,7	Soojustus 200 mm ja kate	0,20	16,9	36,8
Välisseinad otsad	Gaaskukeroonplokk	Osaliselt seestpoolt soojustatud	215	0,6	129,2	14,0	Soojustus 200 mm ja kate	0,20	4,4	9,6
I korruse põrand	r/b laepaneel + põrandakonstruktsioon.	Soojustamata	554	0,5	249,5	27,1	Ei renoveerita	0,5	25,5	1,5
Vanad aknad/rõduksed	Peamiselt 2- klaasiga puitaknad	Amortiseerunud	74	2,2	162,2	17,6	Uued 3-klaasiga pakettaknad	1,1	8,3	9,3
Uued aknad/rõduksed	Peamiselt 2- klaasiga plastikaknad	Head	130	1,4	175,9	19,1	Ei renoveerita	1,4	18,6	0,4
Välisüksed	Uued metallüksed	Head	18	1,4	25,1	2,7	Ei renoveerita	1,4	2,6	0,2
Ventilatsioon		Puudulik					Mehaaniline õhu väljatõmme koos värse õhu klapi paigaldamisega (värse õhu radiator). Soojuskaoks on sissetuleva õhu soojendamiseks kuluv energia.		47,8	-19,8
<b>Kokku</b>					<b>1486,9</b>	<b>161,2</b>			<b>131,5</b>	<b>57,7</b>

Tabel 3.2 Hoone korterite osa piirdetarindid – pakett 2 ja pakett 3

Säästumeetmete pakett II (tB=16,13°C)					Säästumeetmete pakett III (tB=16,13°C)			
Piirdetarind	Parendus- meetmed	Arvutuslik U- väärtus pärast meetme rakendamist W/(m²K)	Hinnangulised soojuskaod pärast meetme rakendamist, MWh/a Q	Energia- sääst, MWh/a	Parendus- meetmed	Arvutuslik U- väärtus pärast meetme rakendamist W/(m²K)	Hinnangulised soojuskaod pärast meetme rakendamist, MWh/a Q	Energia- sääst, MWh/a
Katus	Soojustus 300 mm	0,13	7,3	19,7	Soojustus 300 mm	0,13	7,3	19,7
Välisseinad küljed	Soojustus 200 mm ja kate	0,20	16,7	37,0	Soojustus 200 mm ja kate	0,20	16,7	37,0
Välisseinad otsad	Soojustus 200 mm ja kate	0,20	4,4	9,6	Soojustus 200 mm ja kate	0,20	4,4	9,6
I korruse põrand	Ei renoveerita	0,5	25,3	1,8	Ei renoveerita	0,5	25,3	1,8
Uued aknad	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	1,1	8,2	9,4	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	1,1	8,2	9,4
Uued aknad	Tõstetakse soojustuse tasapinda	1,1	14,5	4,5	Tõstetakse soojustuse tasapinda	1,1	14,5	4,5
Uksed	Ei renoveerita	1,4	2,5	0,2	Ei renoveerita	1,4	2,5	0,2
Ventilatsioon	Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem kasuteguriga 80%		9,5	18,5	Mehaaniline õhu väljatõmme koos värskes õhu klapi paigaldamisega (värskes õhu radiaator).		47,4	-19,4
					Väljatõmbeventilatsiooni soojuspump (keskm COP on 3).		-50,0	50,0
			<b>88,5</b>	<b>100,8</b>			<b>76,4</b>	<b>112,8</b>

### 3.2 Kütte- ja sooja tarbevee ettevalmistamise süsteemid

Küttesüsteemi andmed eri osade kohta on antud Tabelis 3.4

**Tabel 3.4 Küttesüsteemi andmed**

Osa nimetus	Kirjeldus	Ettepanekud ja parendusmeetmed
Soojussõlm	3-T ventiil	Paigaldada soojusvaheti ja muuta süsteem kinniseks
Küttesüsteemi ringluspump	Grundfos UPS 25-80	
Automaatika	Danfoss	
Soojuse arvesti	Kamstrup Multical 602	
Sooja tarbevee valmistamine	Elektriboilerid	Tsentraalselt plaatsoojusvaheti abil
Küttesüsteem	Ühetoru süsteem	Renoveerida küttesüsteemi tervikuna muutes see kahetoru süsteemiks
Küttetorustike soojustus	Soojustus on amortiseerunud, kohati puudub	Soojustada peale renoveerimist
Küttesüsteemi tasakaalustatus	Pole tasakaalus	Tasakaalustada peale torustiku ja radiaatorite vahetust
Küttekehad	Põhiliselt vanad malmradiaatorid	Võtta kasutusele värskeõhuradiaatorid, et väljast tulev külm õhk oleks tuppa jõudes soe (v.a. soojustagastusega ventilatsiooni puhul)
Korterite soojusregulaatorid	Ei	Paigaldada termostaadid

Hoone on kaugküttele. Kaks korterit on elektriküttega. Renoveerimise käigus lähevad need üle kaugküttele.

Radiaatoritele peaks paigaldama termostaadid. Termostaatide kasutamisega saab hoida terves hoones sarnast temperatuuri 21-22 °C ning kokkuhoid kütteenergialt on ligikaudu 10%. Termostaadi reguleerimisvahemik peab olema vahemikus 18 - 23 °C..

### 3.3 Vee- ja kanalisatsioonisüsteem

Külm tarbevesi saadakse asulavõrgust. Tarnija on Pandivere Vesi OÜ. Sooja tarbevett valmistatakse elektriboilerite abil. Sooja vett on soovitatav valmistada soojussõlmes plaatsoojusvaheti abil. Veetorustik on amortiseerunud ja tuleks ära vahetada.

Olmekanaliseerimine juhitakse asulavõrku. Hoonesisene torustik vajab renoveerimist kuni kaevudeni.

### 3.4 Ventilatsioonisüsteem ja sisekliima

Ventilatsioon on ehitusaegne ja loomuliku tõmbega: väljatõmme köögist, WC-st ja vannitoast. Välisõhu juurdevool toimub akende ebatiheduste kaudu ja tuulutuse kasutamisega. Uued aknad on tihedamad ja õhuvahetus takistatud.

Kuna õhuvahetus pole piisav, siis suureneb niiskus ja sellega hallitusoht. Vähemalt paaris korteris on hallitus tõenäoliselt olemas. Seda tänu välisseina soojustamisele seestpoolt.

### **3.5 Elektrivarustus**

Hoone on ühendatud Eesti Energia AS elektrivõrguga ühe liitumispunkti kaudu. Elektrivõrgu pinge on 380/220V ja peakaitse 150 A. Kui peakaitse on üle 100 A, siis peab ühistul olema käidujuht, kes viib läbi või tellib elektripaigaldiste korralised auditid. Elektrisüsteem on osaliselt renoveeritud. Trepikodade valgustus on varustatud liikumisanduritega. Siis ei lähe terve trepikoda valgeks, vaid ainult see osa kus toimub liikumine. Tuleks vahetada elektripüstakute magistraalid. Soovitan kasutada keldris liikumisanduriga LED lampe.

Elektritarbimine võrreldes teiste sarnaste hoonetega on väiksem. Tuleks kaaluda peakaitsme asendamist näiteks 80 A kaitsmega. Sellega väheneks ka elektriarve.

## 4. Lisad.

### 4.1 Sisekliima mõõtmistulemused loggeritega

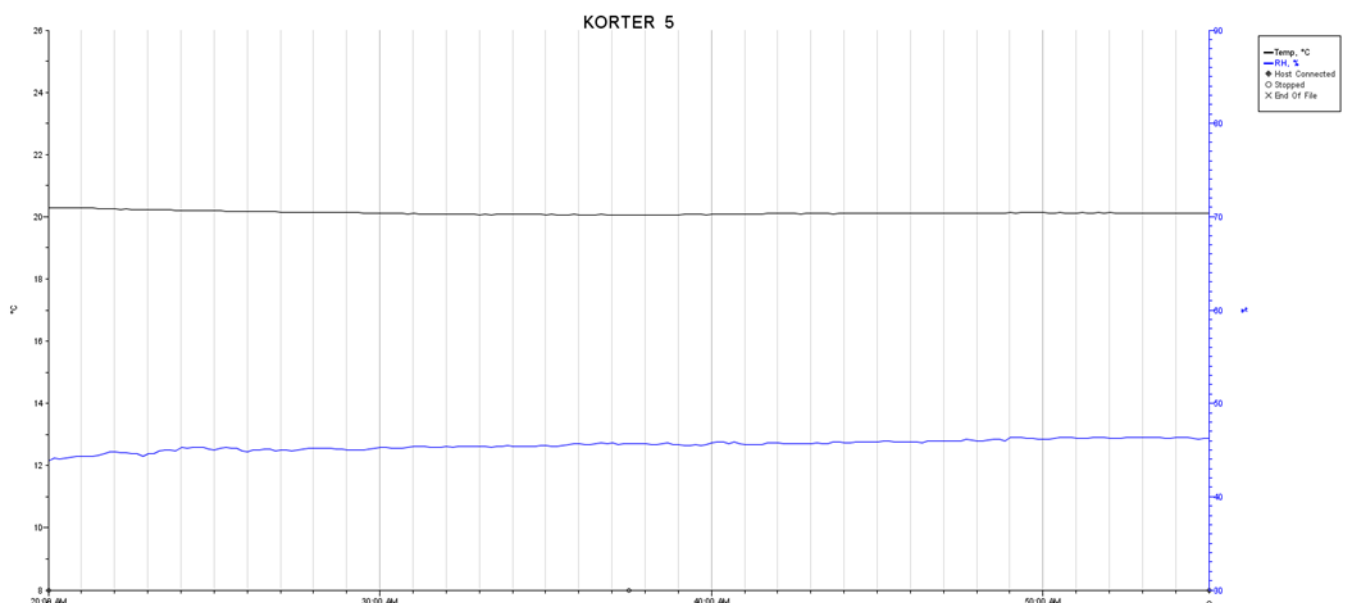
Energiaaudiitor Urmas Paales mõõtis kolmes korteris CO<sub>2</sub> sisaldust. Määruse järgselt peab CO<sub>2</sub> sisaldus ruumide õhus olema alla 1000 ppm. Mõõtmine toimus hommikul. Korteris 5 oli tulemus 766 ppm, Seal oli hommikul tuba õhutatud. Korteris 2 oli 715 ppm. Neil pidi ventilatsioon hästi töötama. Korteris 14 oli 1147 ppm, mis on üle normi. Seal oli ka niiskuse protsent suurem.



Ruumi siseõhu suhteline niiskus peab jääma piirdesse: talvel 25-45 %, suvel 30-70 % (Sisekliima, EPN 12.2)

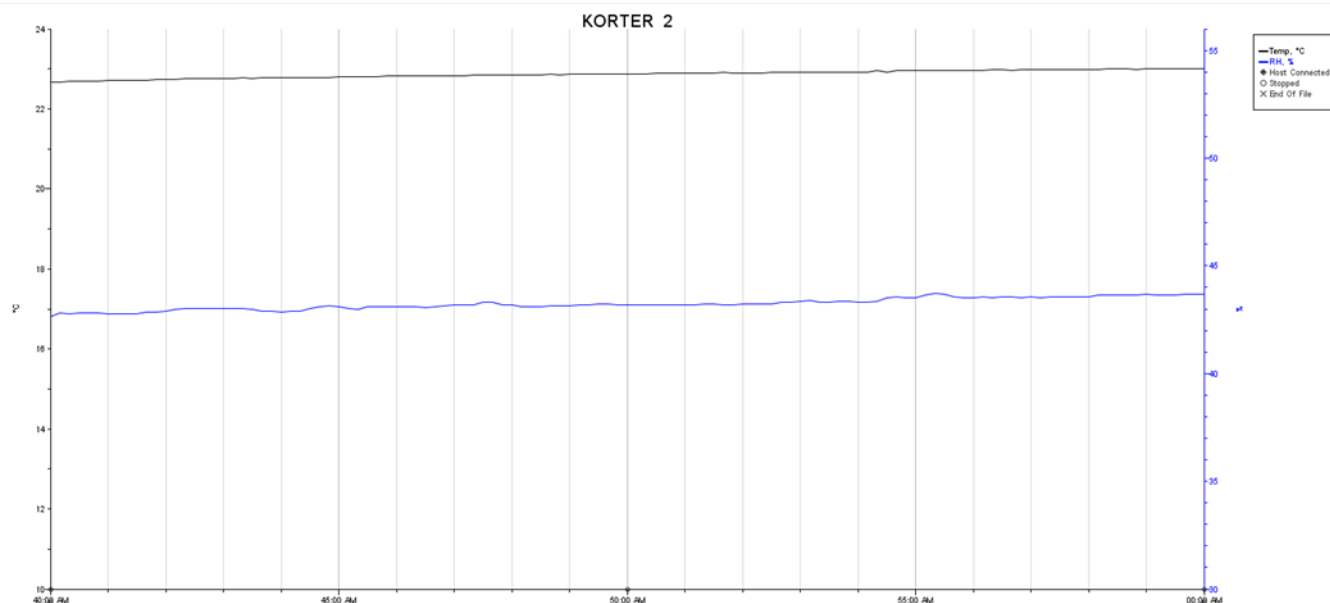
Mõõdistused toimusid 05.11.2018 kell 9.00 - 10.30. Välistemperatuur oli + 2,0 °C.

Temperatuur ja niiskus korteris 5. Temperatuur oli +20 °C ja niiskus oli 46 %.



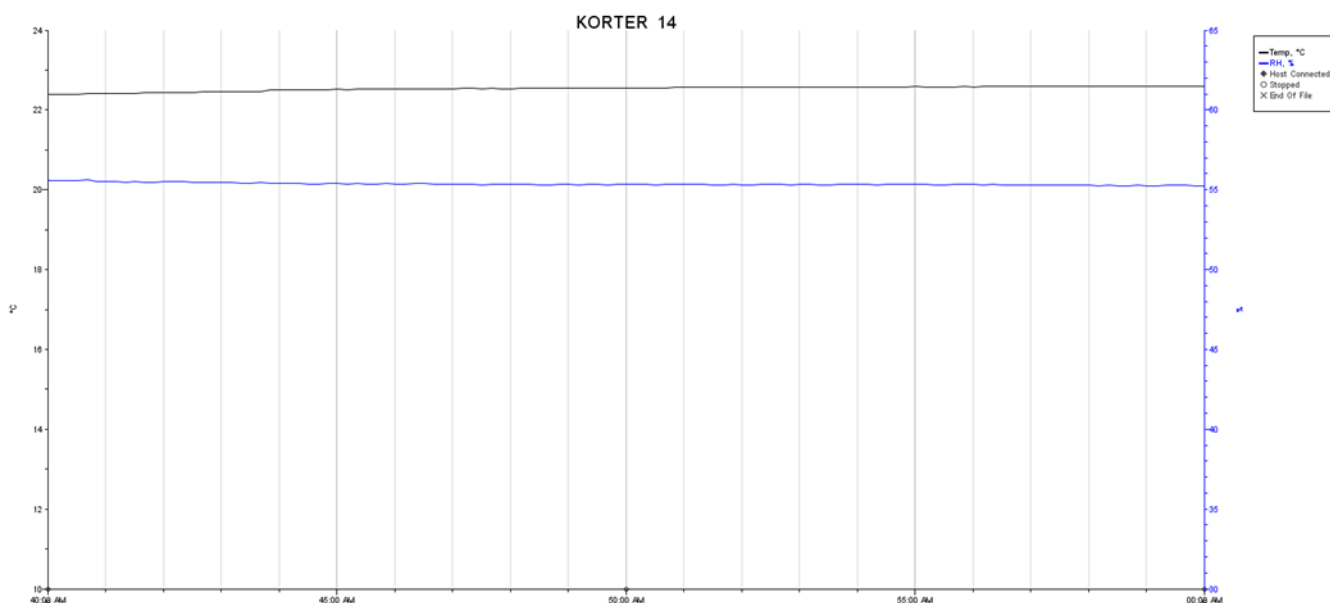
Graafik 4.1. Suhteline õhuniiskus ja temperatuur korteris 5

Temperatuur ja niiskus korteris 2. Temperatuur oli +23 °C. Niiskus oli 43 %.



Graafik 4.2. Suhteline õhuniiskus ja temperatuur korteris 2

Temperatuur ja niiskus korteris 14. Temperatuur oli +22,5 °C. Niiskus oli 56 %.



Graafik 4.3. Suhteline õhuniiskus ja temperatuur korteris 14

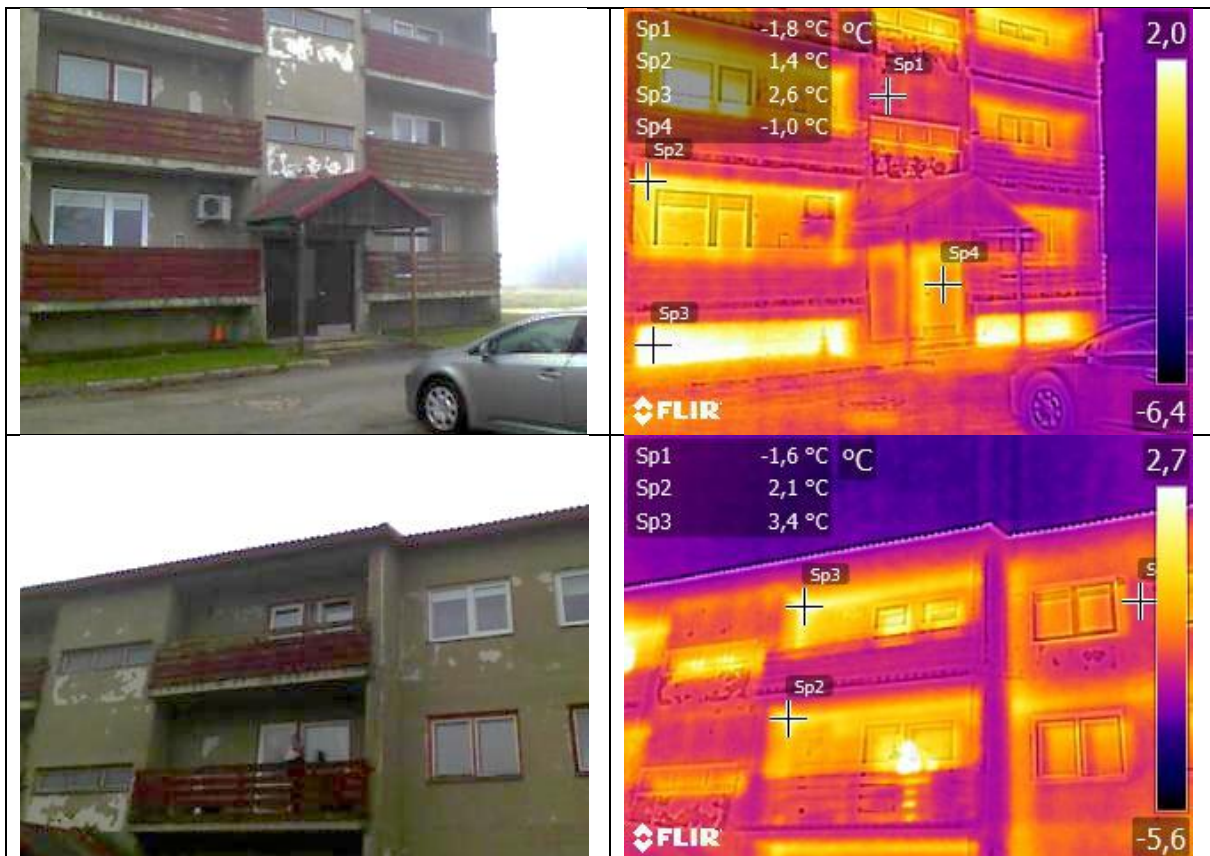
## 4.2 Termouuring

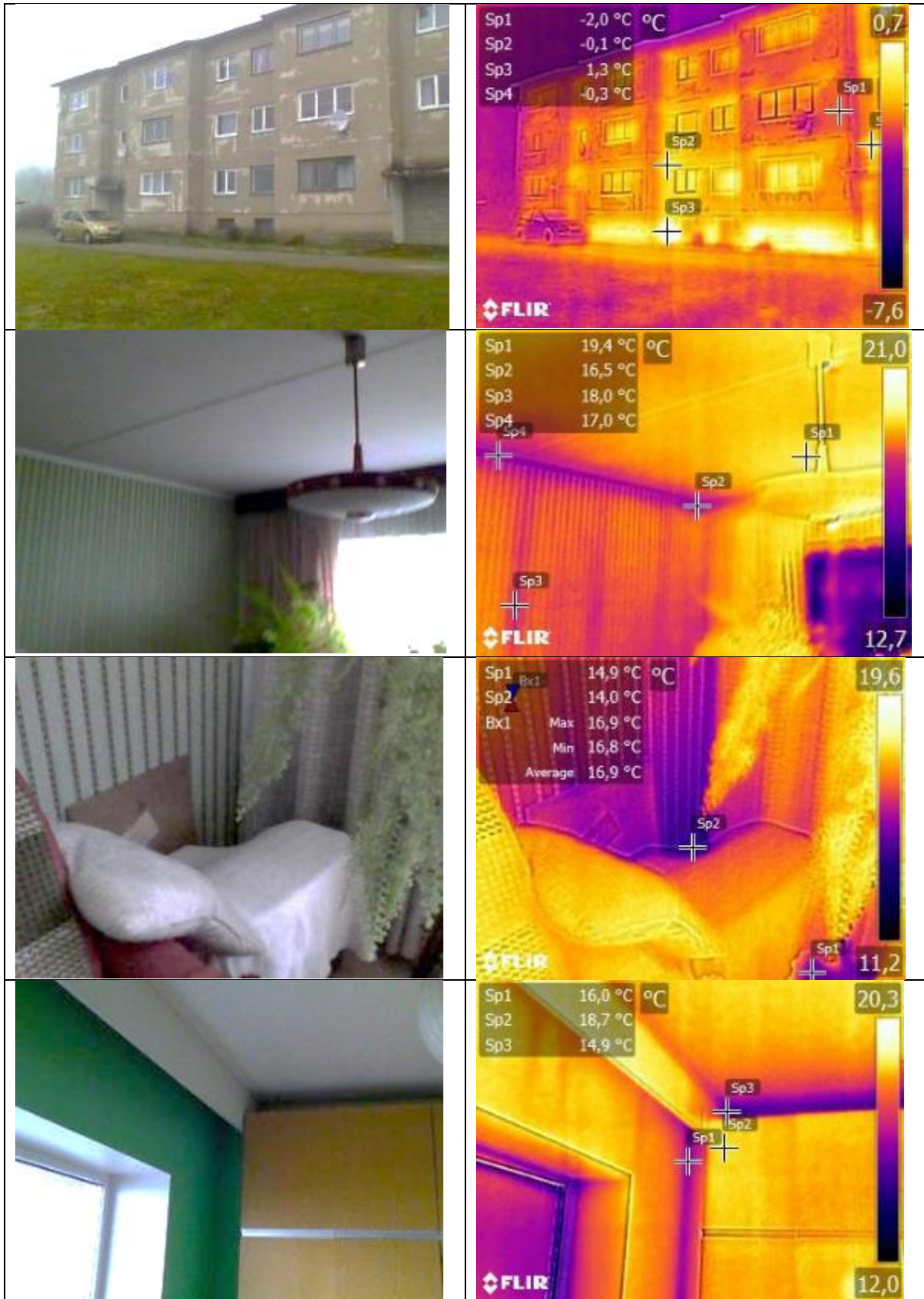
Käesolevas termouuringu raportis on esitatud Tamme 7 3-korruselise hoone illustreerivad pildid koos pinnatemperatuuridega.

Möödistamise aeg ja välistingimused:

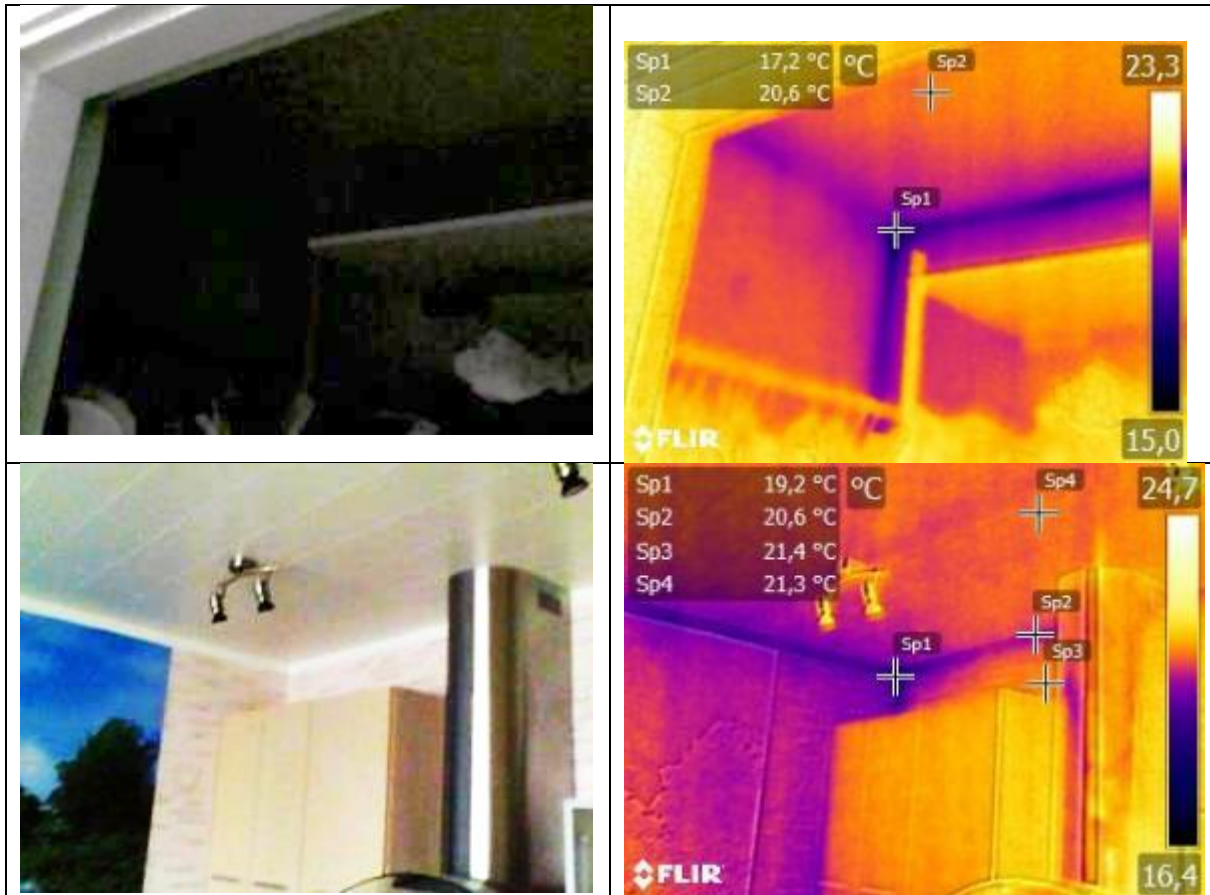
<b>Kuupäev</b>	05. november 2018	<b>Tuule suund</b>	S - lõuna
<b>Õhutemperatuur</b>	+2 °C	<b>Tuule kiirus</b>	3 m/s
<b>Miinum temperatuur viimase 12 tunni jooksul</b>	0 °C		
<b>Uuringu kellaeg</b>	9.00 – 10.00	<b>Taevas</b>	Pilves, udune

Termokaamera teatud pildid näitavad seina, lae ja põranda pinna soojuskiirgust. Mida madalam temperatuur, seda tumedam on värvus. Väljas tehtud termopiltidel on soojuskaod heledamat värvi ja hoone sees tehtud piltidel tumedamat värvi. Külmasildade olemasolu näitab pinnatemperatuuride erinevus. Temperatuuride näidud punktide kohta, mis on tähistatud, asuvad pildi vasakul üleval nurgas. Maksimum ja miinum temperatuurid on paremas servas.









Seinte soojusisolatsioon on halb. Temperatuuride vahe seinal kohati ligi kaks kolm kraadi. Soovitan seina soojustada 200 mm villaga.

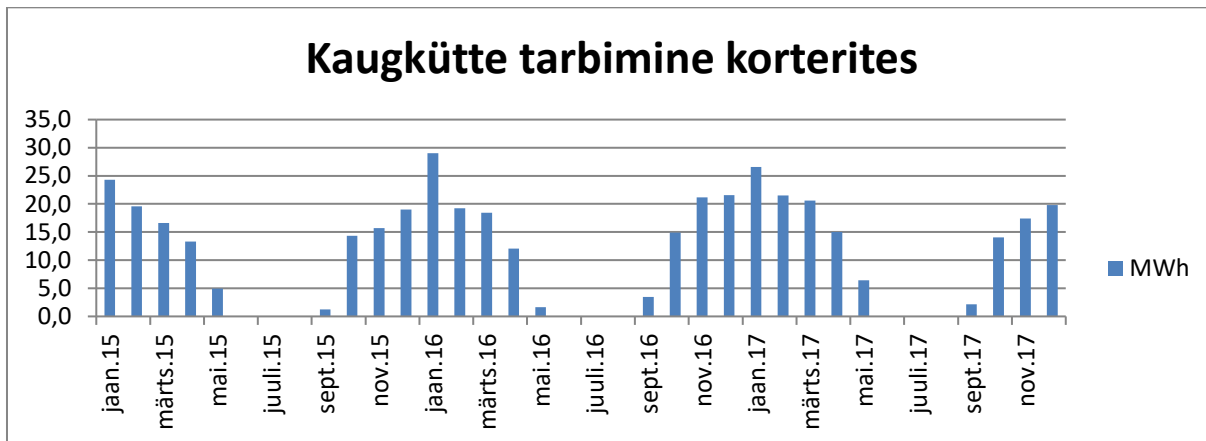
Soojustuse lisamisel soovitan aknad soojustuse tasapinda tõsta. Praegu on akende servades külmasillad.

Suurim külmasild on rõdude juures. Temperatuuride vahe 5 kraadi.

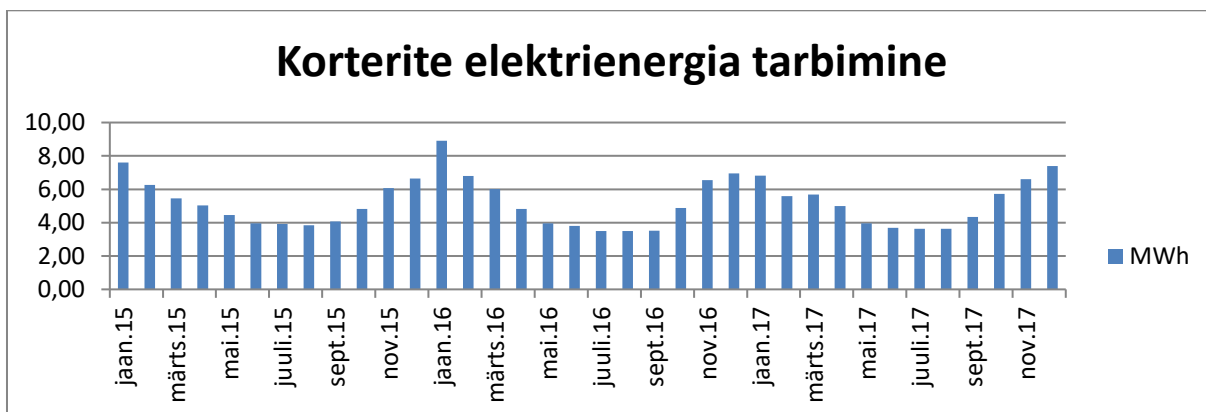
Probleem on tubades valitseva olukorraga. Temperatuuride vahe mõnel pildil on 7 kraadi. Maja nurkades, paneelide ja seinte vahel on külmasillad.

### 4.3 Soojuse- ja elektrienergia tarbimisandmed kuude lõikes 2015 – 2017.

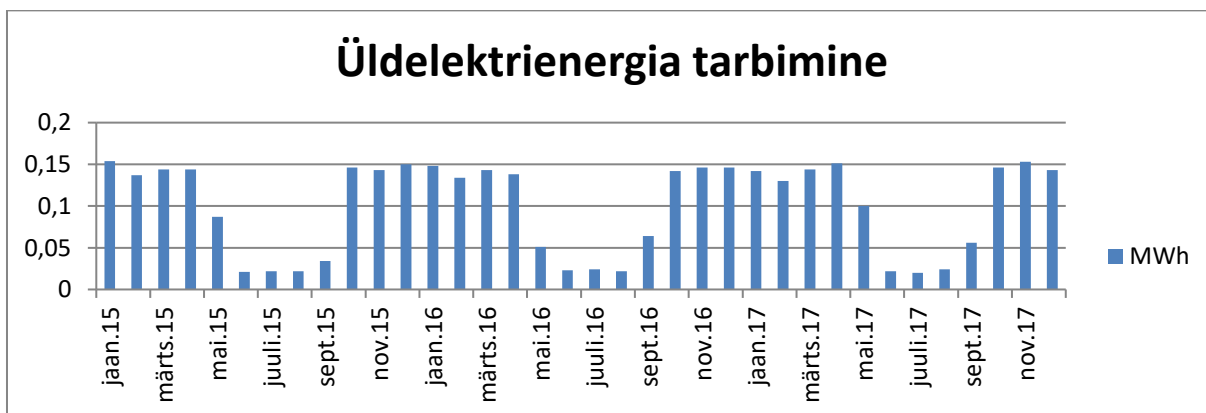
Tabel 4.1 Kütte tarbimine korterites



Tabel 4.2 Korterite elektrienergia tarbimine

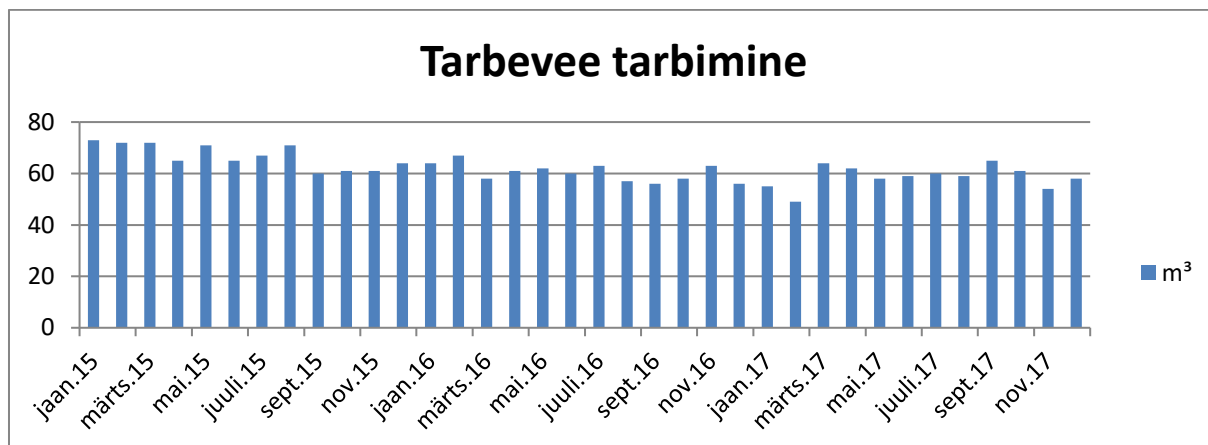


Tabel 4.3 Üldelektrienergia tarbimine

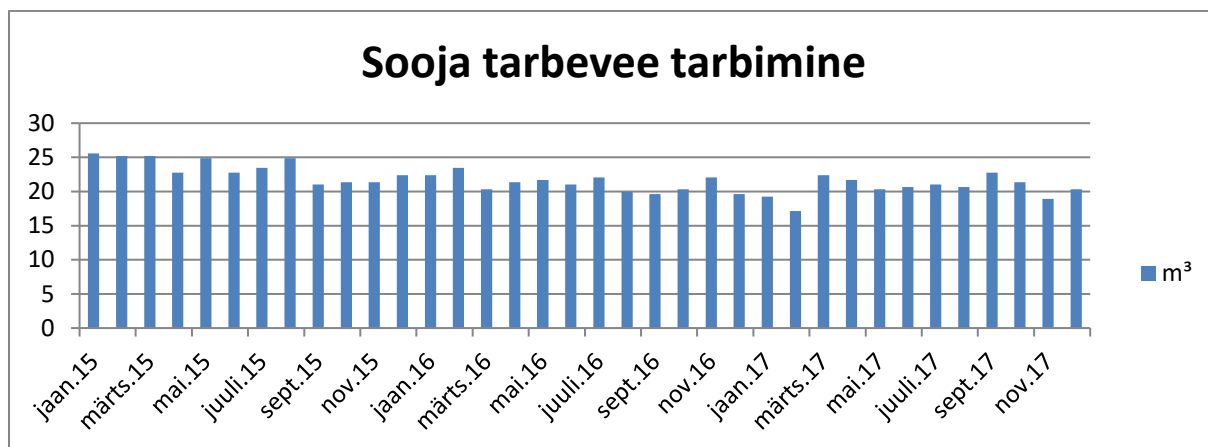


#### 4.4 Tarbevee tarbimisandmed kuude lõikes 2015 – 2017.

Tabel 4.4 Tarbevee tarbimine



Tabel 4.5 Sooja tarbevee tarbimine



#### 4.5 Tasakaalutemperatuuri leidmine.

Tasakaalutemperatuur on temperatuur, milleni tõstetakse temperatuur küttesoojuse arvelt. Edasine temperatuuri tõus toimub vabasoojuse (päike, inimesed, seadmed) abil. Tasakaalutemperatuur langeb peale hoone renoveerimist, millega saavutatakse lisa säästu.

**Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist:**

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist:  $\sum(U \cdot A)/1000 = (554 \times 0,5 + 826 \times 0,6 + 215 \times 0,6 + 554 \times 0,5 + 74 \times 2,2 + 130 \times 1,35 + 18 \times 1,4)/1000 = 1,49 \text{ kW}/^\circ\text{C}$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest enne renoveerimist. Erisoojuskadu  $H = L \cdot p \cdot c = 0,19 (\text{m}^3/\text{s}) \times 1,2 \times 1,005 = 0,23 \text{ kW}/^\circ\text{C}$   $L = V \cdot n / 3600$

Õhuvahetuse kordarvuks on võetud 0,25 1/h.

Hoone erisoojuskaod  $H = \sum(U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 1,72 \text{ kW}/^\circ\text{C}$ .

### Vabasoojuse arvutus:

Vabasoojus inimestelt (33 in):  $\Phi_{in} = 33 \times 30/1000 = 0,99 \text{ kW}$

Vabasoojus valgustuselt ja elektriseadmetelt (korterite elektrikulu 44,9 MWh)

$\Phi_{el} + \Phi_{sead} = 20 \times 8,5 \times 10 \text{ astmes} \cdot 5 = 3,82 \text{ kW}$

Päikese kiirgusest tingitud keskmine vabasoojuskiirgus:

$\Phi_P = \sum \Phi_{ilmak} \times K_{var} \times K_{kl.osak} \times K_{kard} \times g_{Aa} / 1000 =$

$\sum \Phi_{ilmak} \times 0,75 \times 0,9 \times 0,9 \times g_{Aa} / 1000 =$

lõuna  $64,4 \times 0,75 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,65 \times 112,51 = 2,86 \text{ kW}$

põhi  $28,1 \times 0,75 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,65 \times 91,5 = 1,02 \text{ kW}$

Kokku 3,88 kW

Kokku vabasoojus  $\Phi_{vs} = \Phi_{in} + \Phi_{el} + \Phi_P = 8,68 \text{ kW}$

Renoveeritud soojussõlme ja reguleeritava küttesüsteemi korral on utilatsioonitegur 0,5.

Seega arvestuslik vabasoojuskoormus  $\Phi_{vs} = 4,34 \text{ kW}$

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt  $t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 2,52 \text{ }^\circ\text{C}$

Tasakaalutemperatuur hoones enne renoveerimist  $t_B = t_s - t_{vs} = 18,48 \text{ }^\circ\text{C}$

21 $^\circ\text{C}$  on hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur.

### Peale hoone renoveerimist (Säästumeetmete pakett 1):

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 1:

$\sum(U \cdot A)/1000 = 0,82 \text{ kW}/^\circ\text{C}$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$H = L \cdot p \cdot c = L \cdot 1,2 \cdot 1,005 = 0,47 \text{ kW}/^\circ\text{C}$

Õhuvahetuse kordarvuks on võetud 0,5 1/h, sisetemperatuuriks 21  $^\circ\text{C}$

Hoone erisoojuskaod  $H = \sum(U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 1,29 \text{ kW}/^\circ\text{C}$

Kokku vabasoojus  $\Phi_{VS} = \Phi_{in} + \Phi_{el} + \Phi_P = 8,68 \text{ kW}$

Renoveeritud soojussõlme ja reguleeritava küttesüsteemi korral on utilatsioonitegur 0,7.

Seega arvestuslik vabasoojuskoormus  $\Phi_{vs} = 6,08 \text{ kW}$

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt  $t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 4,73 \text{ }^\circ\text{C}$

Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist  $t_B = t_s - t_{vs} = 16,27 \text{ }^\circ\text{C}$

21 $^\circ\text{C}$  on hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur.

### Peale hoone renoveerimist (Säästumeetmete pakett 2):

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 2:

$$\sum(U \cdot A)/1000 = 0,78 \text{ kW/}^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$H = L \cdot p \cdot c = L \cdot 1,2 \cdot 1,005 = 0,47 \text{ kW/}^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse kordarvuks on võetud 0,5 1/h, sisetemperatuuriks 21 °C

$$\text{Hoone erisoojuskaod } H = \sum(U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 1,25 \text{ kW/}^\circ\text{C}$$

$$\text{Kokku vabasoojus } \Phi_{vs} = \Phi_{in} + \Phi_{el} + \Phi_p = 8,68 \text{ kW}$$

Renoveeritud soojussõlme ja reguleeritava küttesüsteemi korral on utilatsioonitegur 0,7.

$$\text{Seega arvestuslik vabasoojuskooormus } \Phi_{vs} = 6,08 \text{ kW}$$

$$\text{Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt } t_{vs} = \Phi_{vs}/H = 4,87 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist } t_B = t_s - t_{vs} = 16,13 \text{ }^\circ\text{C}$$

21°C on hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur.

### **Peale hoone renoveerimist (Säästumeetmete pakett 3):**

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 3

$$\sum(U \cdot A)/1000 = 0,78 \text{ kW/}^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$H = L \cdot p \cdot c = L \cdot 1,2 \cdot 1,005 = 0,47 \text{ kW/}^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse kordarvuks on võetud 0,5 1/h, sisetemperatuuriks 21 °C

$$\text{Hoone erisoojuskaod } H = \sum(U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 1,25 \text{ kW/}^\circ\text{C}$$

$$\text{Kokku vabasoojus } \Phi_{VS} = \Phi_{in} + \Phi_{el} + \Phi_p = 8,68 \text{ kW}$$

Renoveeritud soojussõlme ja reguleeritava küttesüsteemi korral on utilatsioonitegur 0,7.

$$\text{Seega arvestuslik vabasoojuskooormus } \Phi_{VS} = 6,08 \text{ kW}$$

$$\text{Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt } t_{VS} = \Phi_{vs}/H = 4,87 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist } t_B = t_s - t_{vs} = 16,13 \text{ }^\circ\text{C}$$

21°C on hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur.

## 4.6 Illusreerivad pildid.



1.Korterelamu lääne poolt



2.Korterelamu lõuna poolt



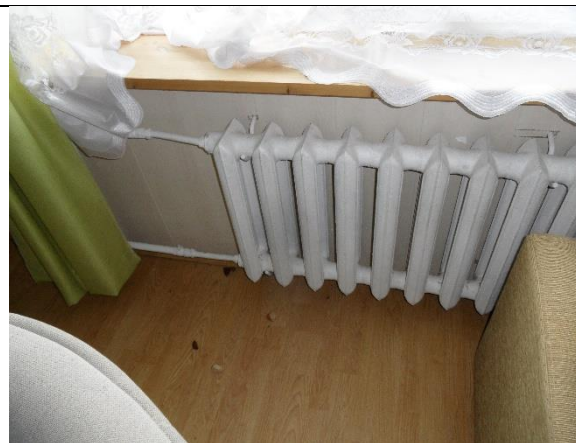
3.Veesõlm keldris



4.Soojustuseta kütetorustik keldris



5.Soojussõlm



6.Radiaator (ühetoru süsteem)



7. Elektrikilp



8. Pandus on äravajunud ja vesi jookseb vundamendi vahele

#### 4.7 Kasutatud kirjandus.

1. Majandus- ja taristuministri 8. aprilli 2015. a määruses nr 28 „Elamu energiaauditile esitatavad nõuded”
2. 30. aprilli 2015. a määruses nr 36 „Nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele”
3. Vabariigi Valitsuse 3.juuni 2015 määruse nr 55 „Energiatõhususe miinimumnõuded“
4. MKM-i 5.juuni 2015 määrus nr 58 "Hoonete energiatõhususe arvutamise meetodika"
5. E. Abel, H. Voll, T. Tark (2014) Hoonete energiatarve ja sisekliima
6. T.-A. Kõiv, A. Rant (2013) Hoonete kütte
7. Eesti Kraadpäevad – KredEx