



Tellija: KÜ Brest
Tellija kontaktisik: Ahti Jallakas
Aadress: Lai 1, Tallinna 16, Rakvere 44308, Lääne-Virumaa
Tel: 5089375
E-post: ahti.jallakas@gmail.com

Töö nr. 1710



ENERGIAAUDIT



4-KORRUSELINE 54-KORTERILINE SILIKAATTELLISELAMU
KOOS ÄRIPINDADEGA LAI 1/TALLINNA 16, RAKVERE, LÄÄNE-
VIRUMAA

Auditeerimise aeg: 05.06.2017 ja
13.02.2017

Aruanne esitatud: 24.08.2017

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

Energiaaudiitor tase 6:
Urmas Paales
Tel: +372 5098440
E-post: urmas@elamuaudit.ee

Allkiri: /digitaalselt/

Eessõna

Käesolevas energiaauditi aruandes on esitatud Rakveres, aadressil Lai 1 ja Tallinna 16 asuva 4-korruselise ja 54-korteriga silikaatkivist elamu kütte, gaasi, 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, logerite ja anduriga temperatuuri, niiskuse ja CO₂ mõõtmine, vestlused korterivaldajatega ning küsitluslehe täitmine; 3) Kogutud andmete põhjal tehnilis- majanduslike arvutuste tegemine ning auditiaruande koostamine.

Hoone auditeerimisel analüüsiti 2013 – 2015 aasta elektri, gaasi, sooja 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 üle 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.

Hooned on mõõdetud summaarset soojustarbimist, gaasi tarbimist, analüüsitud sooja tarbevee tarbimist, elektritarbimist üldiselt 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 ehitusluba), 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 hoone haldaja Ahti Jallakas (tel 5089375).

Korteriühistu, kui lõpptarbija seisukohalt on säästupotentsiaal, energiahinnad ja kõik kulutused auditis arvestatud käibemaksuga 20%.

Hoone energeetilise auditeerimise viis läbi Urmas Paales energiaaudiitor tase 6.

Sisukord

1.	Auditi tulemuste kokkuvõte ja ülevaade säästuettepanekutest.....	5
1.1	Hoone energiatarbimise säästupaketid	6
1.2	Kokkuvõte säästupakettidest	10
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	Energia- ja veevarustuse üldiseloomustus.....	14
2.5	Soojusenergia kulu (kaugküte + soe tarbevesi) MWh.....	15
2.6	Gaasienergia kulu MWh.....	17
2.7	Elektrienergia kulu kWh.....	17
2.8	Vee kulu m ³	18
2.9	Hoone soojusbilanss	19
3.	Hinnang hoone energiakasutuse kohta, säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus.	21
3.1	Hoone piirdetarindid.....	21
3.2	Kütte- ja tsentraalse sooja tarbevee ettevalmistamise süsteemid	23
3.3	Vee- ja kanalisatsioonisüsteem.....	24
3.4	Ventilatsioonisüsteem ja sisekliima	24
3.5	Elektrivarustus.....	25
4.	Lisad.....	26
4.1	Sisekliima mõõtmistulemused logeritega.....	26
4.2	Termouuring.....	28
4.3	Soojuse- gaasi- ja elektrienergia tarbimisandmed kuude lõikes 2013 – 2015.....	31
4.4	Tarbevee tarbimisandmed kuude lõikes 2013 – 2015.	33
4.5	Tasakaalutemperatuuri leidmine.	34
4.6	Illusreerivad pildid.	36
6.	Halb soojustus	37
6.1	Kasutatud kirjandus.....	38

1. Auditi tulemuste kokkuvõte ja ülevaade säästuettepanekutest.

Käesolevas peatükis on esitatud kokkuvõte korterelamu energiaauditi läbiviimise tulemustest. Energiaauditi aluseks on Tellijalt saadud 2013-2015 aastate energiatarbimise andmed (kaugküte, gaas, elekter, tarbevesi, soe tarbevesi).

Soojusenergia keskmine kogukulu aastatel 2013-2015 oli mõõdetud 527,7 MWh/a ja sellele vastav rahaline kulu ca 37922,7 EUR/a. Normaalaastale taandatud kolme viimase täisaasta soojusenergia keskmine kulu on 550 MWh/a ja lähtuvalt hoone köetavast pinnast 3544,8 m² (eluruumid, äriruumid ja koridorid) on normaalaasta keskmine kogu soojusenergia eritarbimine köetava pinna ühikule 155 kWh/m² (koef. 0,9). Gaasi on tarbitud 40 MWh/a toidu tegemiseks. Elektrienergiat on tarbitud kokku 163,0 MWh/a (koef.2). Kaugkütet 488 MWh/a (koef. 0,9). Kaalutud energiatarbimine on 246 kWh/(m² a). Energiatarbimise klass – F arvestades kasutusstandardit.

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 15% toetuste nõuetele, pakett 2 vastab 25% toetustele ja pakett 3 vastab 25% toetuste nõuetele. Kui võtta äripinnad välja, siis peaksid paketid 2 ja 3 vastama 40% toetuste nõuetele.

Pakett 1. Hinnanguline KEK arv 207 kWh/(m²a). Energiaklass E:

- Katuse soojustamine (300mm)
- Külgseinte soojustamine (200 mm)
- Otsaseinte soojustamine (200 mm)
- Vanade vahetamata akende vahetus (3-kordne klaaspakett)
- Kahetoruküttesüsteem, uued värskõhuradiaatorid, termostaatventiilid
- Mehaaniline väljatõmbeventilatsioon kasutades värskõhuradiaatoreid sissetuleva õhu soojendamiseks.
- Püstakute torustiku vahetus

Pakett 2. Hinnanguline KEK arv 180 kWh/(m²a). Energiaklass D:

- Katuse soojustamine (300mm)
- Külgseinte soojustamine (200 mm)
- Otsaseinte soojustamine (200 mm)
- Vanad aknad vahetada (3-kordne klaaspakett).
- Uuemad aknad tõsta soojustuse tasapinda
- Kahetoruküttesüsteem, uued värskõhuradiaatorid, termostaatventiilid
- Torustike püstakute vahetus
- Soojustagastusega tsentralne ventilatsioonisüsteem

Pakett 3. Hinnanguline KEK arv 175 kWh/(m²a). Energiaklass D:

- Katuse soojustamine (300mm)
- Külgliseinte soojustamine (200 mm)
- Otsaseinte soojustamine (200 mm)
- Vanad aknad vahetada (3-kordne klaaspakett).
- Uuemad aknad tõsta soojustuse tasapinda
- Kahetoruküttesüsteem, uued värskeõhuradiaatorid, termostaatventiilid
- Torustike püstakute vahetus
- Väljatõmbeventilatsioon koos ventilatsiooniseadmega pööningul ja õhk-vesi soojuspumbaga (~ COP 3,0) keldris.
- Uus soojussõlm

Elektrisüsteemi oleks vaja rekonstrueerida. Kuna ülelektrienergia kulu osakaal on antud hoones väike, siis siinkohal elektrisüsteemi säästupotentsiaali ei käsitleta.

Pakettidest annavad ülevaate alljärgnevad tabelid (Tabel 1.1-1.3). Suhteline energiasääst on arvatud 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
Säästumeetmete pakett I:						
Katus	Lisasoojustus 300 mm koos katusekattega	95 680				
Küljesein	Soojustatakse 200 mm	190 100				
Otsasein	Soojustatakse 200 mm	63 700				
Vanad aknad/rõduuksed	Uued 3-klaasiga pakettaknad	9 800				
Ventilatsioon	Mehaaniline väljatõmme värske õhu klapiga	26 000				
Küttetorustik	Vanade radiaatorite asendamine värske õhu radiaatoritega	73 200				
	Radiaatorite varustamine termostaatidega					
	Üleminek 2-toru süsteemile					
Kanaliseatsioon ja vesi	Püstakute torustiku väljavahetamine	110 000				
Kokku		472 800	153	10624	45	

Tabelid 1.2 Sisekliima parendamise ja energiasäästupakett 2

Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, €	Energia sääst MWh/a	Säästuväärtus €/a	Lihttasuvusaeg, a	Märkus
Säästumeetmete pakett 2:						
Katus	Lisasoostus 300 mm koos katusekattega	95 680				
Küljesein	Soojustatakse 200 mm	190 100				
Otsasein	Soojustatakse 200 mm	63 700				
Vanad aknad/rõduksed	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	9 800				
Uued aknad/rõduksed	Tõstetakse soojustuse tasapinda	52 700				
Ventilatsioon	Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem	189 000				
Küttetorustik	Vanade radiaatorite asendamine plekk radiaatoritega	73 200				
	Radiaatorite varustamine termostaatidega					
	Üleminek 2-toru süsteemile					
Kanaliseerimine ja vesi	Püstakute torustiku väljavahetamine	110 000				
Kokku		784 180	273	18958	41	

Tabelid 1.3 Sisekliima parendamise ja energiasäästupakett 3

Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, €	Energia sääst MWh/a	Säästu-väärtus €/a	Liht-tasuvus-aeg, a	Märkus
Säästumeetmete pakett 3:						
Katus	Lisasojustus 300 mm koos katusekattega	95 680				
Küljesein	Soojustatakse 200 mm	190 100				
Otsasein	Soojustatakse 200 mm	63 700				
Vanad aknad/rõduuksed	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	9 800				
Uued aknad/rõduuksed	Tõstetakse soojustuse tasapinda	52 700				
Ventilatsioon	Väljatõmbeventilatsioon koos vent. seadmega katusel	110 000				
Küttetorustik	Vanade radiaatorite asendamine värskõhu radiaatoritega	170 000				
	Radiaatorite varustamine termostaatidega					
	Üleminek 2-toru süsteemile					
	Kaks soojuspumpa (COP 3, ca 40 kW)					
Soojussõlm	Uus soojussõlm	46 000				
Kanaliseerimine ja vesi	Püstakute torustiku väljavahetamine	110 000				
Kokku		847 980	347	24054	35	

1.2 Kokkuvõte säästupakettidest

Pakett 1 on kasutusel mehaaniline ventilatsiooniväljatõmme, mis suurendab õhuvahetusekord arvu vajaliku tasemeni 0,5 1/h.

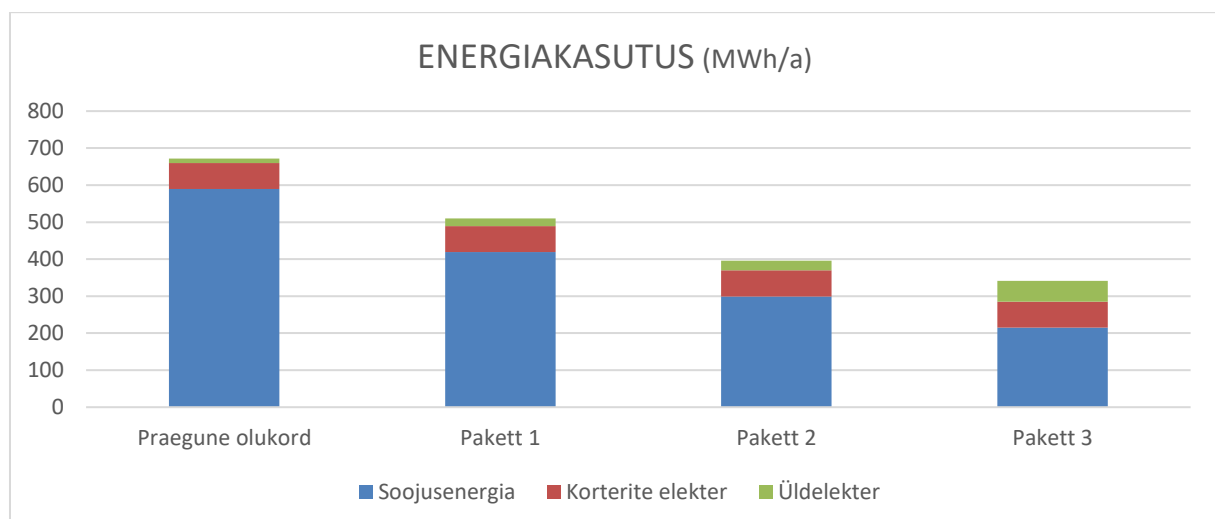
Pakett 2 on kasutusel 80% soojustagastusega ventilatsiooniseade, mis vähendab oluliselt õhu soendamiseks kuluvat kütteenergiat.

Pakett 3 on kasutusel soojustagastusega ventilatsiooniseade ja soojuspump, mis katab vähemalt 50% hoone kütte ja sooja vee tootmiseks kuluvast energiast.

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 normaalaastal	589	419	299	215	MWh/a
sh küte	550	396	276	203	MWh/a
sh soe vesi	40	23	23	12	MWh/a
Gaasi tarbimine	14	14	14	14	MWh/a
sh toidu valmistamiseks	14	14	14	14	MWh/a
Ventilatsioonisüsteemi elektritarbimine normaalaastal (sh soojuspump)		8	14	44	MWh/a
Elektritarbimine (va ventilatsioon)	163	163	163	163	MWh/a
sh äripind	81	81	81	81	MWh/a
sh korterid	70	70	70	70	MWh/a
sh üldelekter	12	12	12	12	MWh/a
Energiakasutus	767	605	491	436	MWh/a
Kaalutud energiakasutus	871	734	638	622	MWh/a
Kaalutud energiaerikasutus (KEK)	246	207	180	175	kWh/(m ² a)
Kaalutud energiaerikasutuse klass	F	E	D	D	



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 kaugküttesoojuse kulu 1 m² 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	Pakett
Investeering	EUR	472 800	784 180	847 980	847 980
Toetus	%	15	25	25	40
Toetus	EUR	70 920	196 045	211 995	339 192
Omafinantseering	EUR	0	0	0	0
Laenusumma	EUR	401 880	588 135	635 985	508 788
Kuumakse	EUR/kuus	2679	3921	4240	3392
Laenukoormus 1 m² eluruumile	EUR/kuus/m²	0,67	0,98	1,05	0,84

Kui on võimalik äripindade projekt ja korterite projekt eraldi teha, siis peaks saama toetust 40%. Viimane tulp näitab, sel juhul oleks laenukoormus 0,21 eurot väiksem.

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

Tabel 1.6 Investeeringute maksumused

Näitaja	Ühik	Olemas olev olukord	Pakett 1	Pakett 2	Pakett 3
Küttesoojuse tarbimine	MWh/a	589	419	299	215
Maagaasi tarbimine	MWh/a	14	14	14	14
Elektri tarbimine	MWh/a	163	171	177	207
Küttesoojuse hind	EUR/MWh	69	69	69	69
Maagaasi hind	EUR/MWh	48	46	46	46
Elektri hind	EUR/MWh	130	130	130	130
Aastased kulud	EUR/a	62 379	51 731	44 256	42 353
Aastased energia erikulud	EUR/kuus/m ²	1,29	1,07	0,92	0,88
Hooldustasu	EUR/kuus/m ²	0,30	0,20	0,20	0,20
Laenukoormus 1 m ² eluruumile	EUR/kuus/m ²	0,00	0,67	0,98	1,05
Kokku	EUR/kuus/m²	1,59	1,94	2,09	2,13
Muutus	EUR/kuus/m²	0,00	0,35	0,50	0,54

On näha, et laenumakse ja energiatarbe muutuse koosmõjus elanike maksekoormus tõuseb 35 kuni 54 senti/m². Kui saab 40% toetust, siis oleks kolmanda paketi muutus 0,33 eurot.

Eluruumide pind:	2761,4 m ²
Hoone maht: (EHR)	20660 m ³
Kõetavate ruumide maht:	8893 m ³
Korterite arv:	54
Elanike arv:	96
Kelder:	Jah
Soe kelder	Ei
Lähedal asuvad hooned:	Jah

Hoones on 2-toalisi 36, üldpinnaga 1613,7 m², 3-toalisi on 15, üldpinnaga 921,1 m² ja 4-toalisi on 3, pindalaga 226,6 m². Esimesel korrusel asuvaid ärirumme pole korterite arvutustes arvestatud.

Andmed on saadud Riigi Arhiivis olevast Lai 1, Tallinna 16 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
1997	Soojussõlme rekonstrueerimine
2015	Sisehoovis madala osa katusekatte vahetus
2015	Trepikodade, 5nda korruse pesukuivatamisruumides akende vahetus

Hoone üldine olukord on keskpärane. Puuduvad visuaalsed märgid põhikonstruktsioonide olukorra halvenemisest.

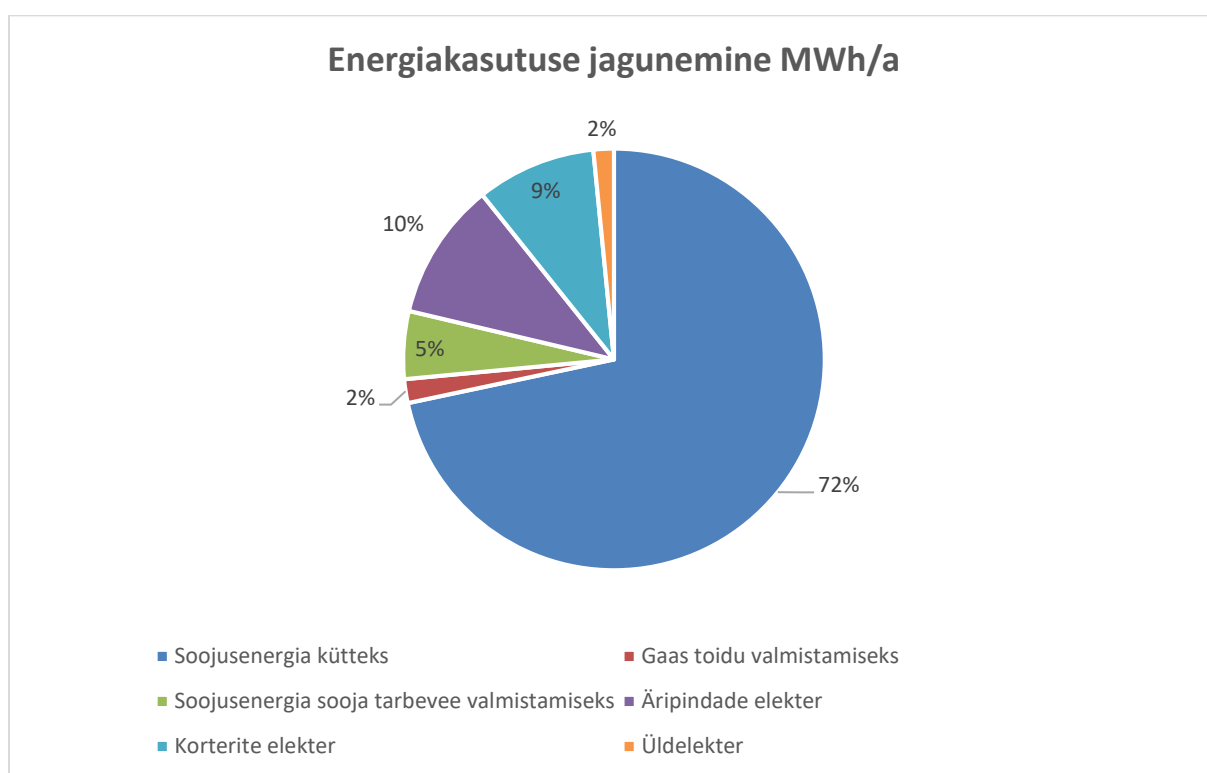
2.4 Energia- ja veevarustuse üldiseloostus

Tabel 2.4 Energia- ja veevarustuse üldiseloostus

Soojusenergia tarnija:	Rakvere Soojus AS
Põhiline kütteviis:	Kaugküte
Küttesüsteemi põhimõtteline lahendus:	Kasutusel on ühetorusüsteem. Soojussõlm on automatiseeritud, plaatsoojusvaheti abil on süsteem muudetud kinniseks.
Korterite soojakulu mõõturid:	Puuduvad

Kas küttesüsteem on varustatud üldise soojakulu mõõturiga?	Jah
Tarbevee tarnija:	Rakvere Vesi AS
Veevarustuse ja kanalisatsiooni liik:	Tsentraalne linnavõrk
Sooja tarbeveega varustamine:	Tsentraalselt soojussõlmest
Sooja tarbevee arvestus:	Jah
Ventilatsiooni liik:	Loomulik: õhu sissepääs läbi akende ebatiheduste, väljapääs ventilatsioonilõõridest
Elektrienergia tarnija:	Eesti Energia AS
Elektrivõrgu pinge:	3 x 230/400 V
Peakaitse:	160 A

Hoones viimasel kolmel aastal keskmiselt tarbitud soojusenergia ja elektrienergia kokku jagunevad järgmiselt. Siin pole arvestatud äriruumide elektrikasutust.



Graafik 2.1. Energiakasutuse jagunemine

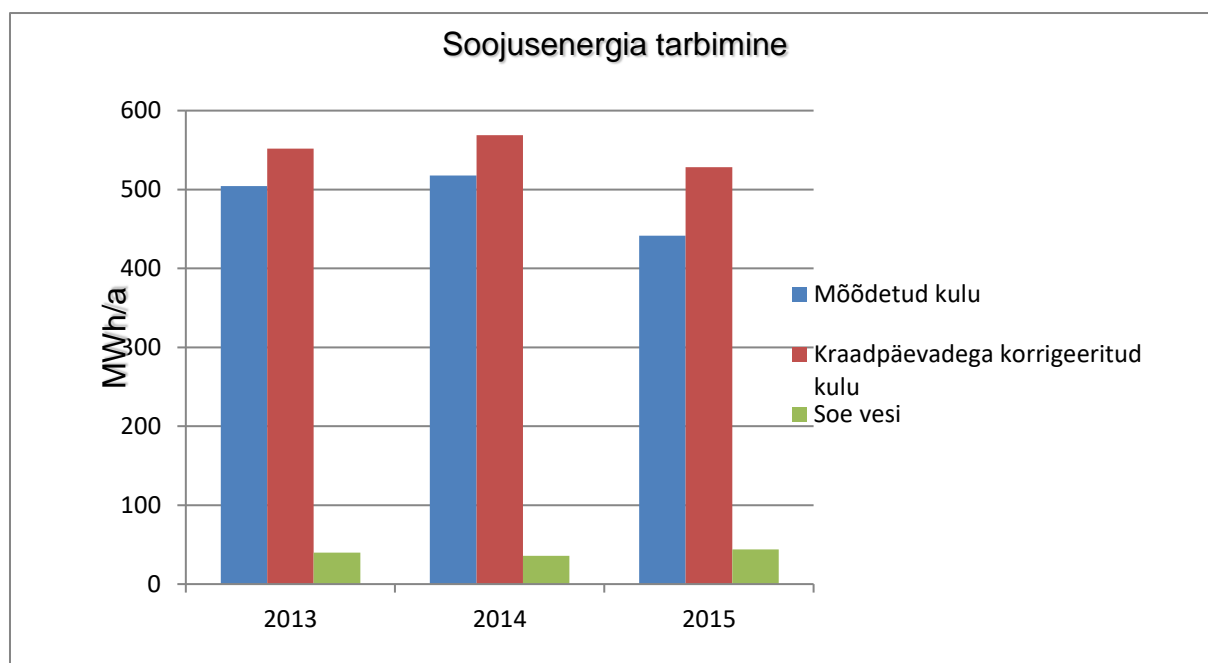
2.5 Soojusenergia kulu (kaugküte + soe tarbevesi) MWh

Kaugkütte kulu on sarnane teiste sarnaste korterelamutega Rakveres.

Tabel 2.6 Soojusenergia tarbimine

Soojusenergia tarbimine	2013	2014	2015	Ühik
Möödetud tarbimine (kaugküte)	544	554	486	MWh/a
Möödetud tarbimine (soe tarbevesi)	40	36	44	MWh/a
Möödetud tarbimine kütteks	504	518	442	MWh/a
Tegelik aasta kraadpäevade arv	4128	4114	3777	°C d
Normaalaasta kraadpäevade arv	4518			°C d
Kraadpäevadega korrigeeritud soojustarbimine (kaugküte)	552	569	528	MWh/a
Soojuse tariif/hind (kaugküte)	78,4	68,2	68,6	€/MWh
Kulutused soojusele (kaugküte)	42648,9	37797,2	33321,9	€/a
Soojustarbimine (soe vesi)	39,6	36,1	43,9	MWh/a
Soojuse tariif/hind (soe vesi)	78,4	68,2	68,6	€/MWh
Kulutused soojusele (soe vesi)	3103,0	2460,5	3014,2	€/a
Kraadpäevadega korrigeeritud soojustarbimine kokku	591,4	604,8	572,1	MWh/a
Eritarbimine köetava pinna kohta	156	160	149	kWh/(m ² a)
Eritarbimine eluruumide pinna kohta	200	206	191	kWh/(m ² a)

Hinnad on arvestatud käibemaksuga (vt Eessõna).



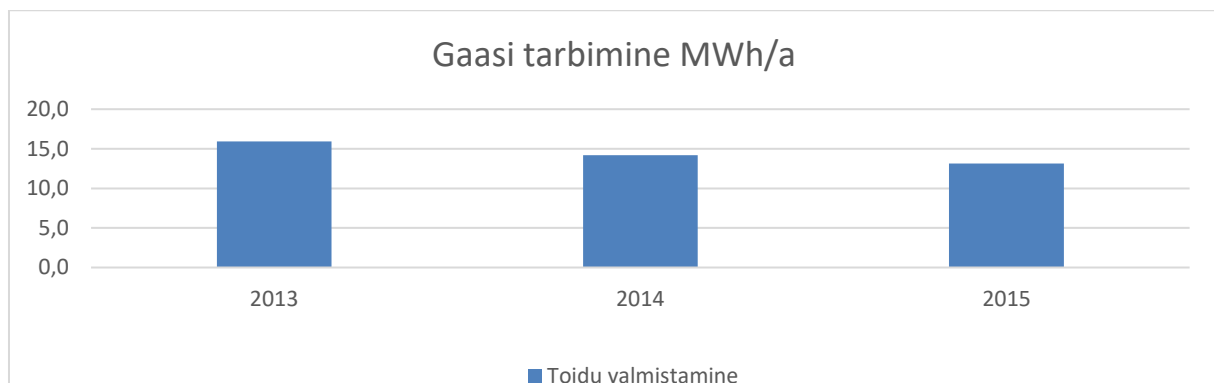
Graafik 2.3. Soojusenergia tarbimine korrigeerituna kraadpäevadega

2.6 Gaasienergia kulu MWh

Gaasi kasutatakse toidu valmistamiseks.

Tabel 2.7 Gaasienergia tarbimine

Gaasi tarbimine	2013	2014	2015	Ühik
Maagaasi kasutamine toidu valmistamiseks	1713	1524	1414	m ³ /a
Maagaasi kasutamine toidu valmistamiseks	15,93	14,17	13,15	MWh/a
Maagaasi kasutamine sooja vee valmistamiseks		0	0	MWh/a
Gaasi tariif/hind	0,51	0,49	0,43	€/m ³
Gaasi tariif/hind	55,18	53,13	46,01	€/MWh
Kulutused gaasile	879	753	605	€/a
Gaasi eritarbimine köetava pinna kohta	0,48	0,43	0,40	m ³ /(m ² a)
Gaasi eritarbimine eluruumide kohta	0,62	0,55	0,51	m ³ /(m ² a)
Gaasi eritarbimine köetava pinna kohta	4,49	4,00	3,71	kWh/(m ² a)
Gaasi eritarbimine eluruumide kohta	5,77	5,13	4,76	kWh/(m ² a)



Graafik 2.4. Gaasienergia tarbimise jaotus

2.7 Elektrienergia kulu kWh

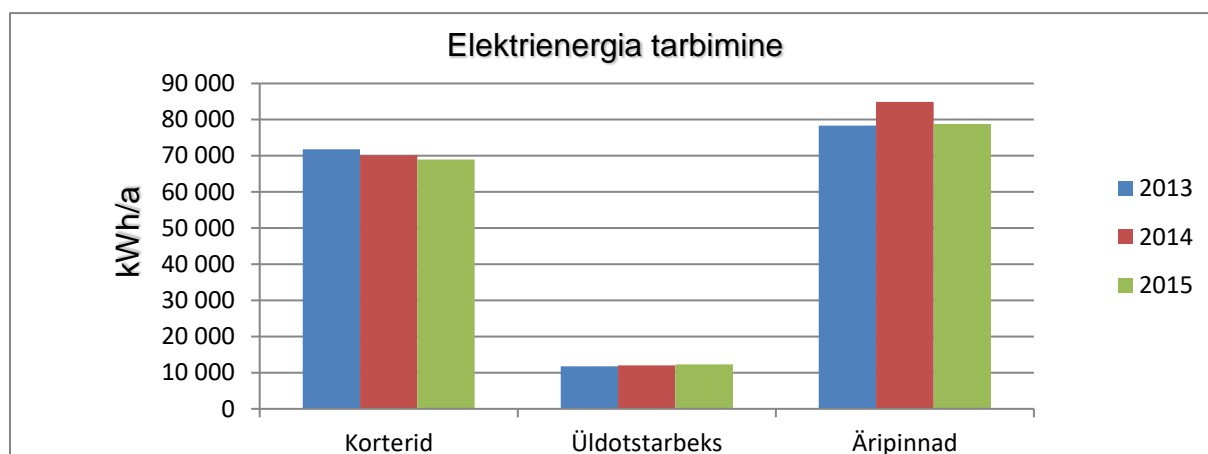
Elektri tarbimine jaguneb kolme suuremasse tarbijagruppi: äripindade elekter, üldelekter ja korterite olmeelekter. Selle hoone kohta pole andmeid eraldi välja toodud (vt Tabel 2.7).

Tabel 2.8 Elektrienergia tarbimine

Elektrienergia tarbimine	2013	2014	2015	Ühik
Elektrienergia korterid	71811	70115	68994	kWh/a
Elektrienergia äripinnad	78380	84929	78815	kWh/a
Elektrienergia üldotstarbeks sh. kelder, trep.	11 746	11 993	12 319	kWh/a
Elektrienergia kokku	161 937	167 037	160 128	kWh/a
Elektri tariif/hind (elekter)	0,14	0,13	0,12	€/kWh
Elektrienergia maksumus	22347	21214	19215	€/a
Eritarbimine köetava pinna kohta	46	47	45	kWh/(m ² a)
Eritarbimine eluruumide pinna kohta	59	60	58	kWh/(m ² a)

Korterite elektri eritarbimine on pikaajalise statistika alusel üldjuhul 40 kWh/(m²a) juures. Lai 1 hoone korral on see 25,3 kWh/(m²a) võib täheldada 36% madalamat eritarbimist. Seda võib seletada vähesel elanike arvuga.

Äripinnad tarbivad rohkem elektrit kui korterid kokku.



Graafik 2.5. Elektrienergia tarbimise jaotus

2.8 Vee kulu m³

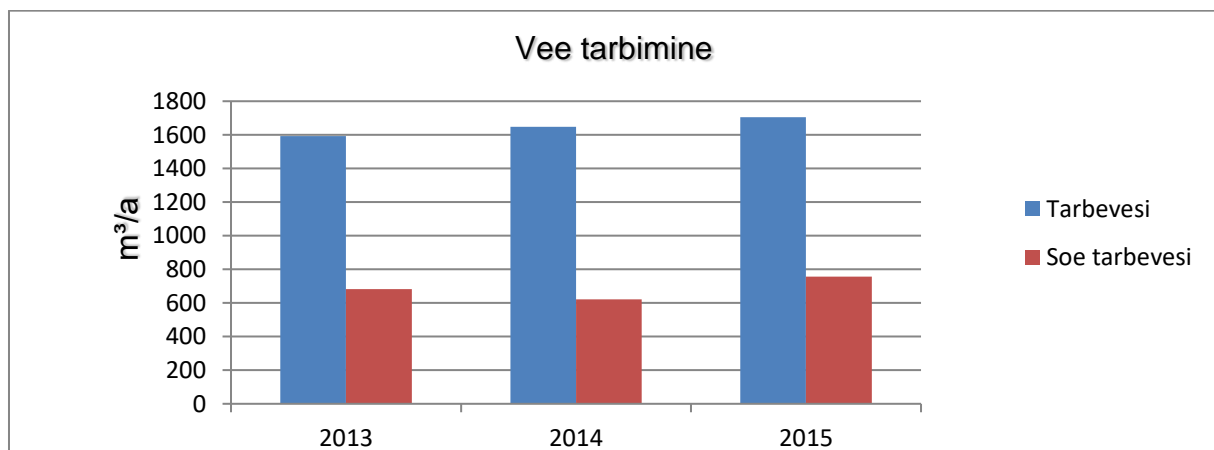
Vee kulust annab ülevaate Tabel 2.8.

Tabel 2.9 Tarbevee tarbimine

Tarbevee kulu	2013	2014	2015	Ühik
Tarbevesi	1592	1647	1706	m ³ /a
Tarbevee tariif/hind	3,22	3,20	3,98	€/m ³
Kulutused tarbeveele	5133	5274	6788	€/a
Tarbevee eritarbimine köetava pinna kohta	0,45	0,46	0,48	m ³ /(m ² a)
Tarbevee eritarbimine eluruumide kohta	0,58	0,60	0,62	m ³ /(m ² a)
Soe tarbevesi	682	622	757	m ³ /a
Sooja tarbevee tarbimine	39,6	36,1	43,9	MWh/a
Sooja tarbevee tariif/hind	8,9	8,9	8,8	€/m ³
Kulutused soojale tarbeveele	6072	5513	6674	€/a
Erikulu köetava pinna kohta	0,19	0,18	0,21	m ³ /(m ² a)
Erikulu elupinna pinna kohta	0,25	0,23	0,27	m ³ /(m ² a)
Elanike arv	96	96	96	in
Erikulu inimese kohta	17	17	18	m ³ /a

Hinnad on arvestatud käibemaksuga (vt. Eessõna). Veekulu inimese kohta on 1,43 m³ kuus. See on väike kulu. Soe tarbevesi valmistatakse tsentraalselt sojussõlmes plaatsoojusvaheti abil. Sooja tarbevee koguseid mõõdetakse. Hinnanguline energiakulu vee soojendamiseks on 58 kWh/m³.

Sooja vee arvestuslik erikulu inimese kohta on 45 l/pers*päev, mille kohaselt maja soojavee tarbimine peaks olema 1577 m³/a. Teil on 687 m³/a.



Graafik 2.6. Tarbe- ja sooja vee tarbimise jaotus

2.9 Hoone soojusbilanss

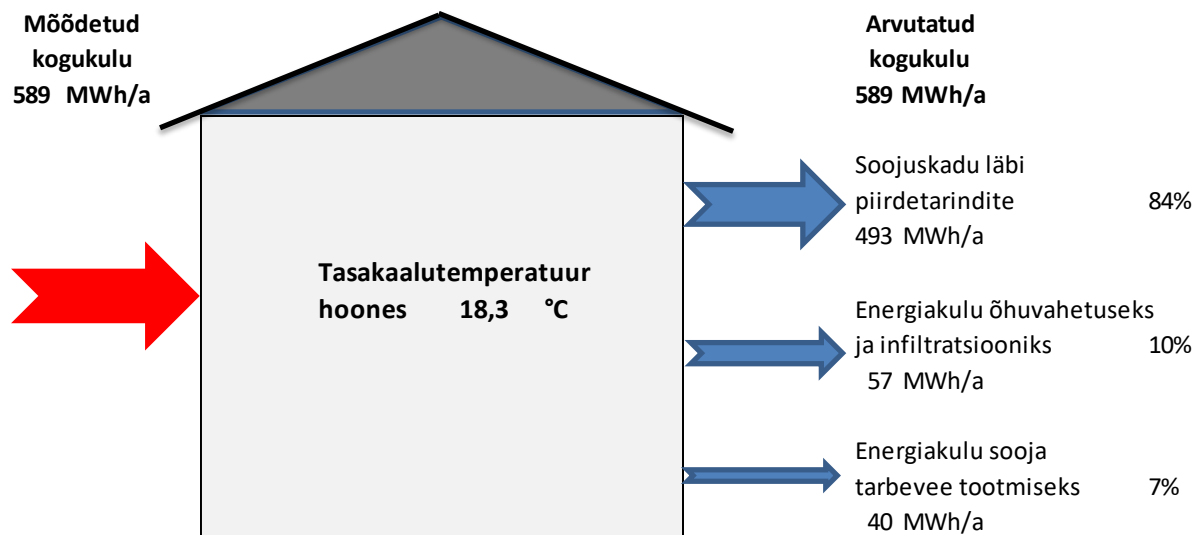
Hoones tarbitud soojusenergia, elektrienergia ja inimeste elutegevuse tagamiseks vajalik ning sellega kaasnev energia (vabaenergia) moodustavad hoone energiabilansi ühe poole. Soojakaod läbi välispiirete, sooja vee valmistamine ja ventilatsiooniks vajaliku õhu soojendamise energiakulu moodustavad hoone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

Energiakulu õhuvahetuseks arvestasime õhuvahetuse kordarvuks 0,3 l/h, kuna on uued tihedad aknad ja hoone ei ole kõrge, ehk loomulik väljatõmme korstnast ei ole suur.

Soojusbilanss on näidatud Tabel 2.10 ja Joonis 2.1.

Piire	Soojuskadu läbi piirdetarindite	Energiakulu õhuvahetuseks ja infiltratsiooniks	Energiakulu sooja tarbevee valmistamiseks	Arvutatud kogukulu	Mõõdetud kogukulu
	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Katus	58				
Välisseinad küljed	155				
Välisseinad otsad	52				
I korruse põrand	58				
Vanad aknad/rõduuksed	13				
Uued aknad/rõduuksed	95				
Trepikodade aknad	8				
Klaasvitriinid	49				
Uksed	5				
Kokku	493	57	40	589	589

Tabel 2.10 Korterelamu soojuskadude jaotus enne renoveerimist



Joonis 2.1. Hoone soojusbilanss

Tasakaalutemperatuur on 18,31 °C, mis arvutati arvutusliku meetodiga (vt. Lisa 4.4). Piirdetarindite soojuskaod leiti arvutuslikul meetodil. Õhuvahetuskindarvuks on võetud antud hoonele 0,3.

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 ($t_b=18,31^{\circ}\text{C}$)							Säästumeetmete pakett I ($t_b=17,42^{\circ}\text{C}$)			
Piirdetarind	Materjal/tüüp	Olukorra kirjeldus	Pindala m^2 A	Hinnanguline U-väärtus $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Hinnanguline erisoojuskadu W°C H	Hinnangulised soojukaod MWh/a Q	Parendus- meetmed	Arvutuslik U- väärtus pärast meetme rakendamist $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Hinnangulised soojukaod pärast meetme rakendamist, MWh/a Q	Energia- sääst, MWh/a
Katus	Lamekatus, ruberoid	Betoonpaneel, soojustatud 50 mm	1195	0,5	538,0	58,3	Soojustus mineraalvillaga 300 mm	0,10	12,8	45,5
Välisseinad küljed	Siilikaattellis	Soojustamata	1901	0,8	1425,9	154,6	Lisasoojustus 200 mm ja kate	0,20	40,7	113,9
Välisseinad otsad	Siilikaattellis	Soojustatud	637	0,8	478,0	51,8	Lisasoojustus 200 mm ja kate	0,20	13,6	38,2
I korruse põrand	r/b laepaneel + põrandakonstruktsioon.	Soojustamata	1195	0,5	538,0	58,3	Ei renoveerita	0,5	57,6	0,8
Vanad aknad/rõduksed	Peamiselt 2- klaasiga puitaknad	Amortiseerunud	49	2,4	118,6	12,9	Uued 3-klaasiga pakettaknad	1,1	5,8	7,0
Uued aknad/rõduksed	Peamiselt 2- klaasiga PVC raamiga aknad	Vahetatud	675	1,3	877,2	95,1	Ei renoveerita	1,4	101,1	-6,0
Trepikodade aknad	PVC-raamiga pakettaknad	Vahetatud	54	1,3	70,2	7,6	Ei renoveerita	1,3	7,5	0,1
Klaasviitriinid	Klaaspakett	Head	344	1,3	447,7	48,5	Ei renoveerita	1,3	47,9	0,6
Äripindade aknad	Klaaspakett	Normaalsed	151	1,3	196,4	21,3	Ei renoveerita	1,3	21,0	0,3
Äripindade välisüksed	Uued metallüksed	Normaalsed	44	1,4	62,2	6,7	Ei renoveerita	1,4	6,7	0,1
Välisüksed	Uued metallüksed	Normaalsed	35	1,4	49,6	5,4	Ei renoveerita	1,4	5,3	0,1
Ventilatsioon		Puudulik					Mehaaniline õhu väljatõmme koos värske õhu klapi paigaldamisega (värske õhu radiaator). Soojuskaoks on sissetuleva õhu soojendamiseks kuluv energia.		121,2	-47,5
Kokku					4801,6	520,6			441,2	153,2

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

Säästumeetmete pakett II (t _B =17,24°C)					Säästumeetmete pakett III (t _B =17,24°C)			
Piirdetarind	Parendus- meetmed	Arvutuslik U- väärtus pärast meetme rakendamist W/(m ² K)	Hinnangulised soojuskaod pärast meetme rakendamist, MWh/a Q	Energia- sääst, MWh/a	Parendus- meetmed	Arvutuslik U- väärtus pärast meetme rakendamist W/(m ² K)	Hinnangulised soojuskaod pärast meetme rakendamist, MWh/a Q	Energia- sääst, MWh/a
Katus	Soojustus mineraalvillaga 300 mm	0,10	12,7	45,6	Soojustus mineraalvillaga 300 mm	0,10	12,7	45,6
Välisseinad küljed	Lisasoojustus 200 mm ja kate	0,20	40,5	114,1	Lisasoojustus 200 mm ja kate	0,20	40,5	114,1
Välisseinad otsad	Lisasoojustus 200 mm ja kate	0,20	13,6	38,3	Lisasoojustus 200 mm ja kate	0,20	13,6	38,3
I korruse põrand	Ei renoveerita	0,5	57,3	1,0	Ei renoveerita	0,5	57,3	1,0
Vanad aknad/rõduuksed	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	1,1	5,8	7,1	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	1,1	5,8	7,1
Uued aknad/rõduuksed	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	1,1	79,0	16,1	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	1,1	79,0	16,1
Trepikodade aknad	Ei renoveerita	1,3	7,5	0,1	Ei renoveerita	1,3	7,5	0,1
Klaasvitrinid	Ei renoveerita	1,3	47,7	0,9	Ei renoveerita	1,3	47,7	0,9
Äripindade aknad	Ei renoveerita	1,3	20,9	0,4	Ei renoveerita	1,3	20,9	0,4
Äripindade välisüksed	Ei renoveerita	1,4	6,6	0,1	Ei renoveerita	1,4	6,6	0,1
Uksed	Ei renoveerita	1,4	5,3	0,1	Ei renoveerita	1,4	5,3	0,1
Ventilatsioon	Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem kasuteguriga 80%		24,1	49,6	Mehaaniline õhu väljatõmme koos värskes õhu klapi paigaldamisega (värskes õhu radiaator). Soojuskaoks on sissetuleva õhu soojendamiseks kuluv energia.		120,7	-46,9
					kaks väljatõmbeventilatsiooni soojuspumpa (keskm COP on 3) soojusväljastusega ca 40 kW.		-170,0	170,0
			321,0	273,3			247,6	346,8

3.2 Kütte- ja tsentraalse 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	Plaatsoojusvahetiga kinnine süsteem	
Soojussõlme paigaldamine	1997	
Soojussõlme automaatika	Danfoss ECL 9600	
Küttesüsteemi ringluspump	Biral AG , tüüp Redline M15-2	
Soojuse arvesti	Kamstrup Multical 601	

Sooja tarbevee valmistamine	Plaatsoojusvaheti	
Küttesüsteem	Ühetoru süsteem	Renoveerida küttesüsteemi tervikuna muutes see kahetoru süsteemiks
Küttetorustike soojustus	Korralikult soojustatud peale soojussõlme paigaldust	Mõnes kohas on jäänud torudele vana soojustus, mis ripendab
Küttesüsteemi tasakaalustatus	Pole tasakaalus, kuna on vahetud radiaatoreid	Tasakaalustada peale torustiku ja radiaatorite vahetust
Küttekehad	Põhiliselt malmradiaatorid	Võtta kasutusele värskeõhuradiaatorid, et väljast tulev külm õhk oleks tuppa jõudes soe
Korterite soojusregulaatorid	Ei	Paigaldada termostaadid

Hoone küttesüsteem ei ole korras. Kasutusel on 1-toru süsteem. Ilmselt pole süsteem süsteem ka tasakaalus. Küttekulu on võrreldav sarnaste soojustamata majadega. Osades korterites on remondi käigus vahetatud radiaatorid. Samuti ei saa radiaatoreid reguleerida ja jahutamine käib akende avamise kaudu. Soovitav on kogu küttesüsteem renoveerida. Termostaatide paigaldamisega saab hoida terves hoones sarnast temperatuuri 21-22 °C ning kokkuhoid kütteenergialt oleks ligikaudu 10%. Termostaadi reguleerimisvahemik peab olema vahemikus 18 - 23 °C.

Soojussõlm on üldiselt heas korras. Sooja vee valmistamise osa on renoveeritud ja torustik isoleeritud.

3.3 Vee- ja kanalisatsioonisüsteem

Külm tarbevesi saadakse linnavõrgust. Tarnija on Rakvere Vesi AS. Sooja tarbevett valmistatakse tsentraalselt soojussõlmes plaatsoojusvaheti abil. Sooja tarbevee tarbimist mõõdetakse.

Olmekanaliseerimine juhitakse linnavõrku.

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 mikrotuulutus on ainult 10-15% nendest.

Ventilatsiooni parendamiseks on vaja teada ventilatsioonišahtide seisukord.

Kuna õhuvahetus pole piisav, siis suureneb niiskus ja sellega hallitusoht. Näiteks korteris 18 Tallinna tänavapoolses tiivas on hallitus. Kui mõnes korteris on välisseina soojustatud seestpoolt, siis on seal hallitus tõenäoliselt olemas.

3.5 Elektrivarustus

Hoone on ühendatud Eesti Energia AS elektrivõrguga ühe liitumispunkti kaudu. Elektrivõrgu pinge on 380/220V. Liitumispunkti peakaitse on 160 A. Üle 100 A peakaitsme korral peab ühistul olema käidujuht. Elektrisüsteem on osaliselt renoveeritud. Osaliselt on kasutusele võetud liikumisandurid. Siis ei lähe terve koridor valgeks, vaid ainult see osa kus toimub liikumine. Võimalusel vahetada hõõgpirnid LED pirnide vastu. Soovitan kasutada trepikodades ja keldris liikumisanduriga LED lampe. Viimase aastaga on LED-id läinud kaks korda odavamaks.

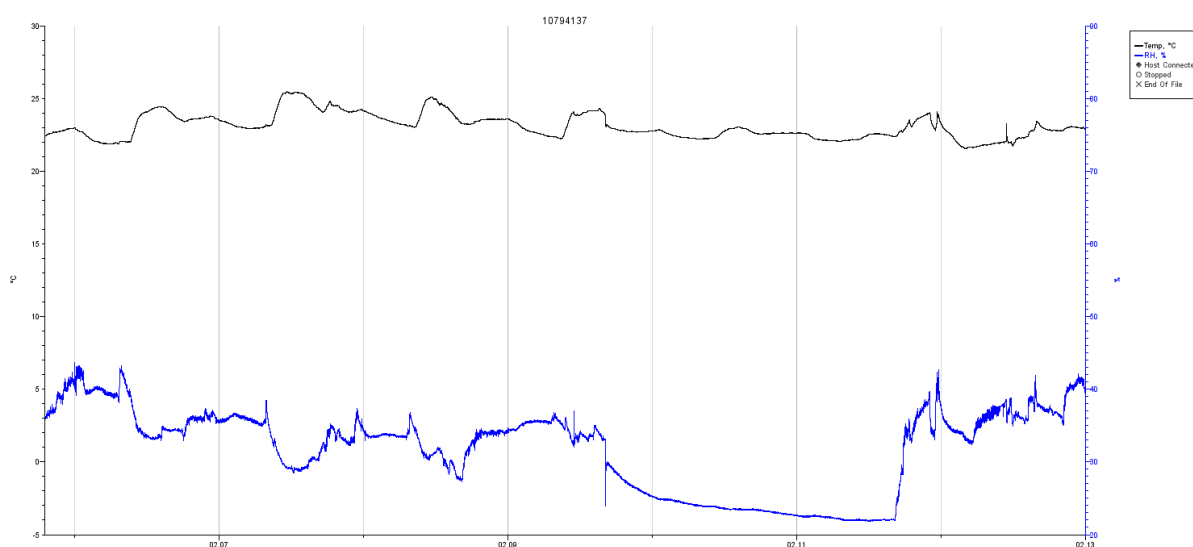
4. Lisad.

4.1 Sisekliima mõõtmistulemused loggeritega

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

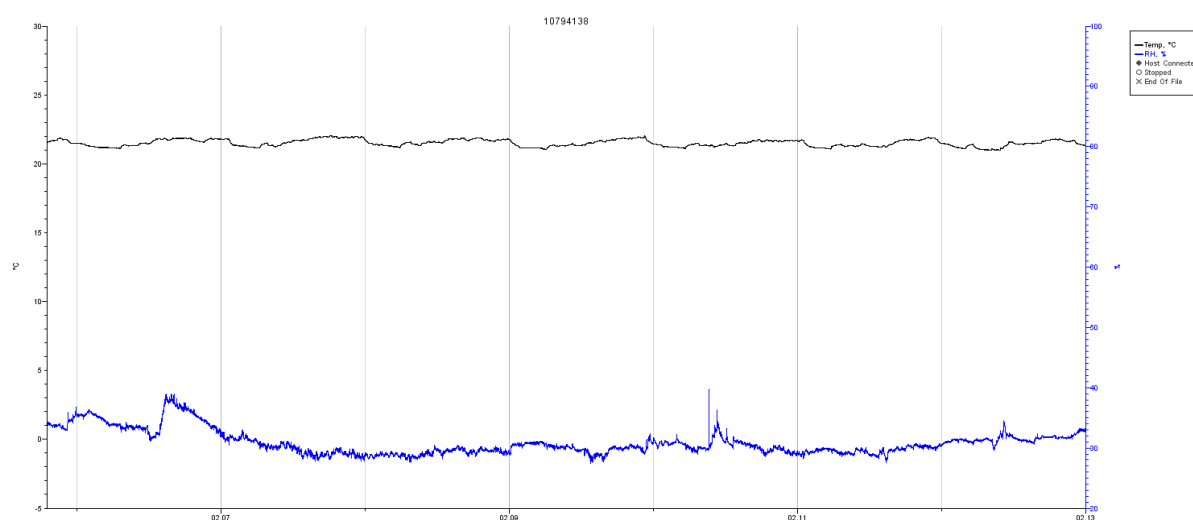
Mõõdistused toimusid 05.02.2017 kell 19.00 - 13.02.2015 kell 15.00. Välistemperatuur oli -19 - + 0,3 °C.

Temperatuur ja niiskus korteris 01. Temperatuur on vahemikus 22-23 °C, keskmine on 23 °C. Niiskus on vahemikus 22-43 %, keskmine on 30%.



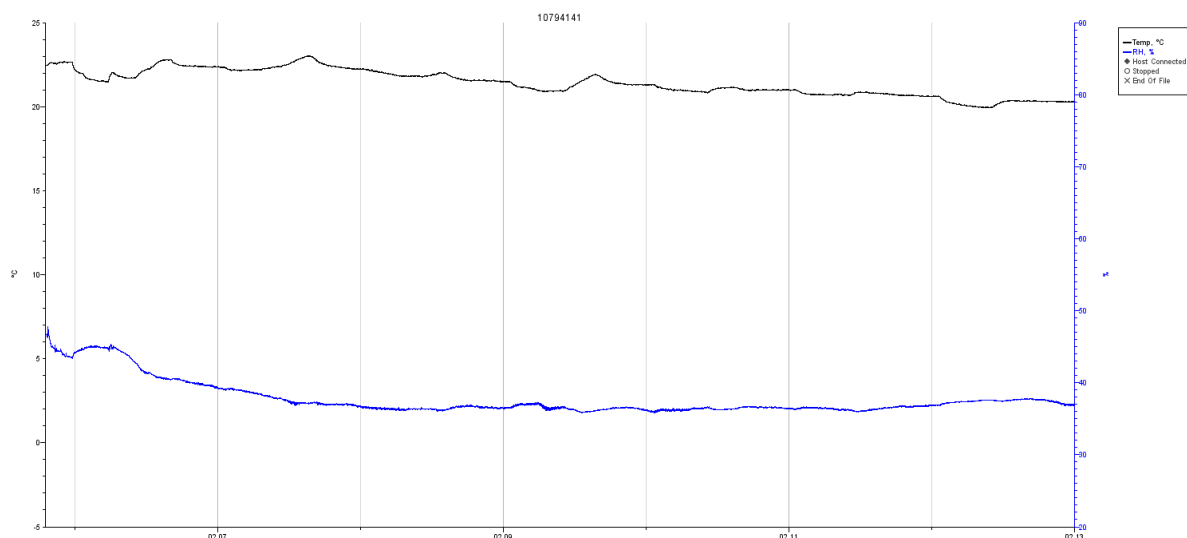
Graafik 3.1. Suhteline õhuniiskus ja temperatuur korteris 01

Temperatuur ja niiskus korteris 10. Temperatuur on vahemikus 21-22 °C, keskmine on 22,5 °C. Niiskus on vahemikus 28-40 %, keskmine on 32%.



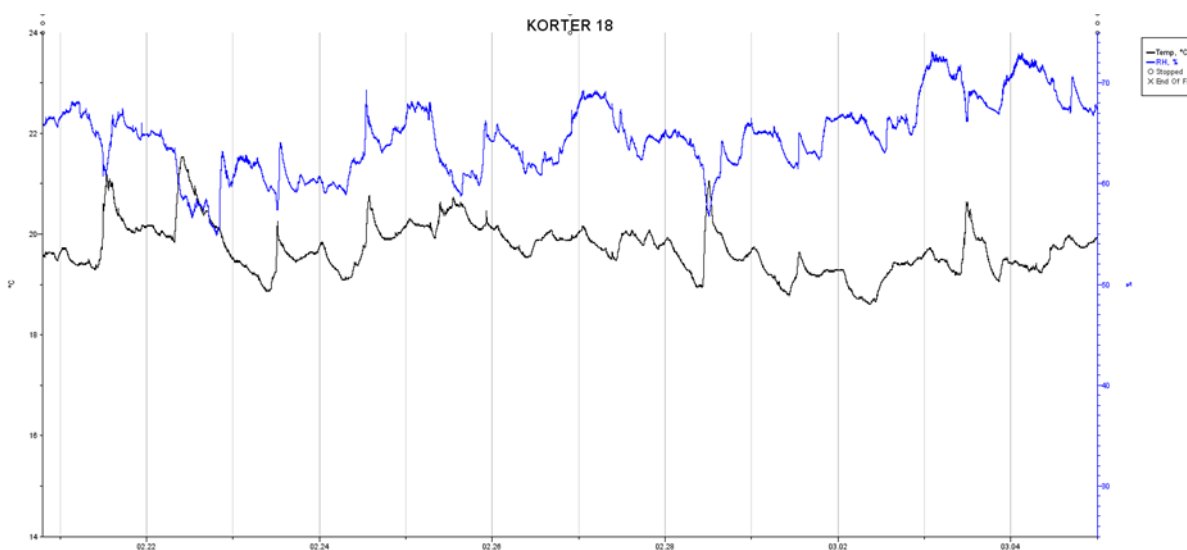
Graafik 3.2. Suhteline õhuniiskus ja temperatuur korteris 10

Temperatuur ja niiskus korteris 36. Temperatuur on vahemikus 21-23,°C, keskmine on 22 °C. Niiskus on vahemikus 38-43 %, keskmine on 38%.

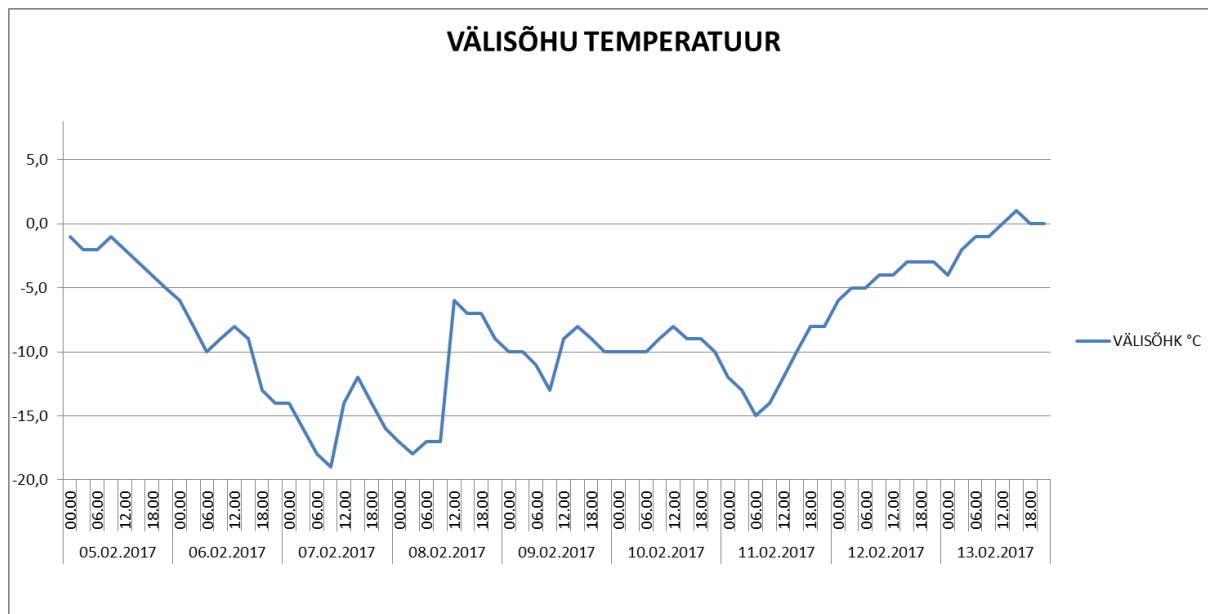


Graafik 3.3. Suhteline õhuniiskus ja temperatuur korteris 36

Temperatuur ja niiskus korteris 18 Tallinna tänava poolses tiivas. Temperatuur on vahemikus 19-21,5,°C, keskmine on 20 °C. **Niiskus on vahemikus 55-74 %, keskmine on 65%. See on liiga niiske ja toas on hallitus.**



Graafik 3.4. Suhteline õhuniiskus ja temperatuur korteris 18



. Graafik 3.5. Välisõhutemperatuur ilm.ee andmetel

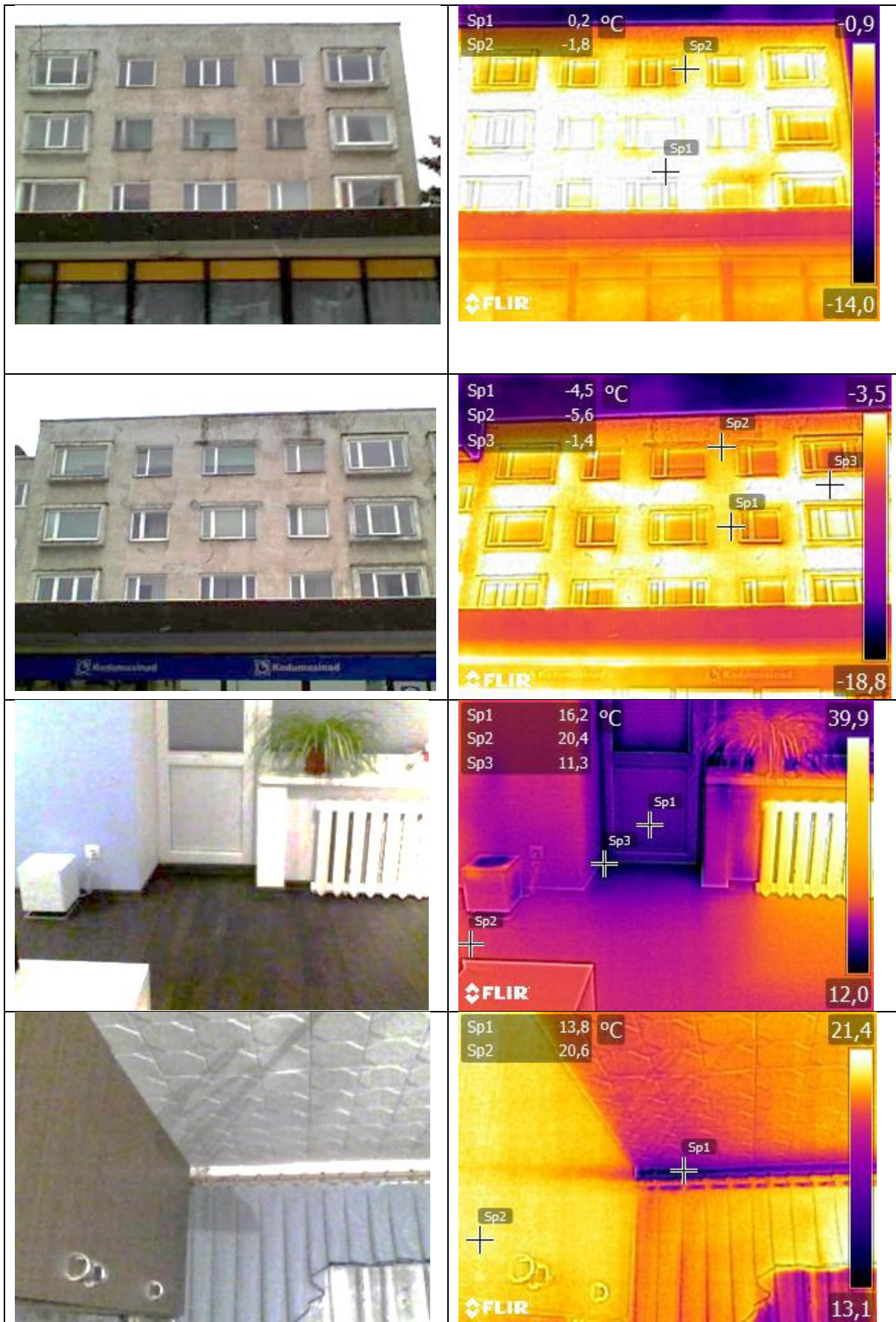
4.2 Termouuring

Käesolevas termouuringu raportis on esitatud Lai 1 4-korruselise hoone illustreerivad pildid koos pinnatemperatuuridega.

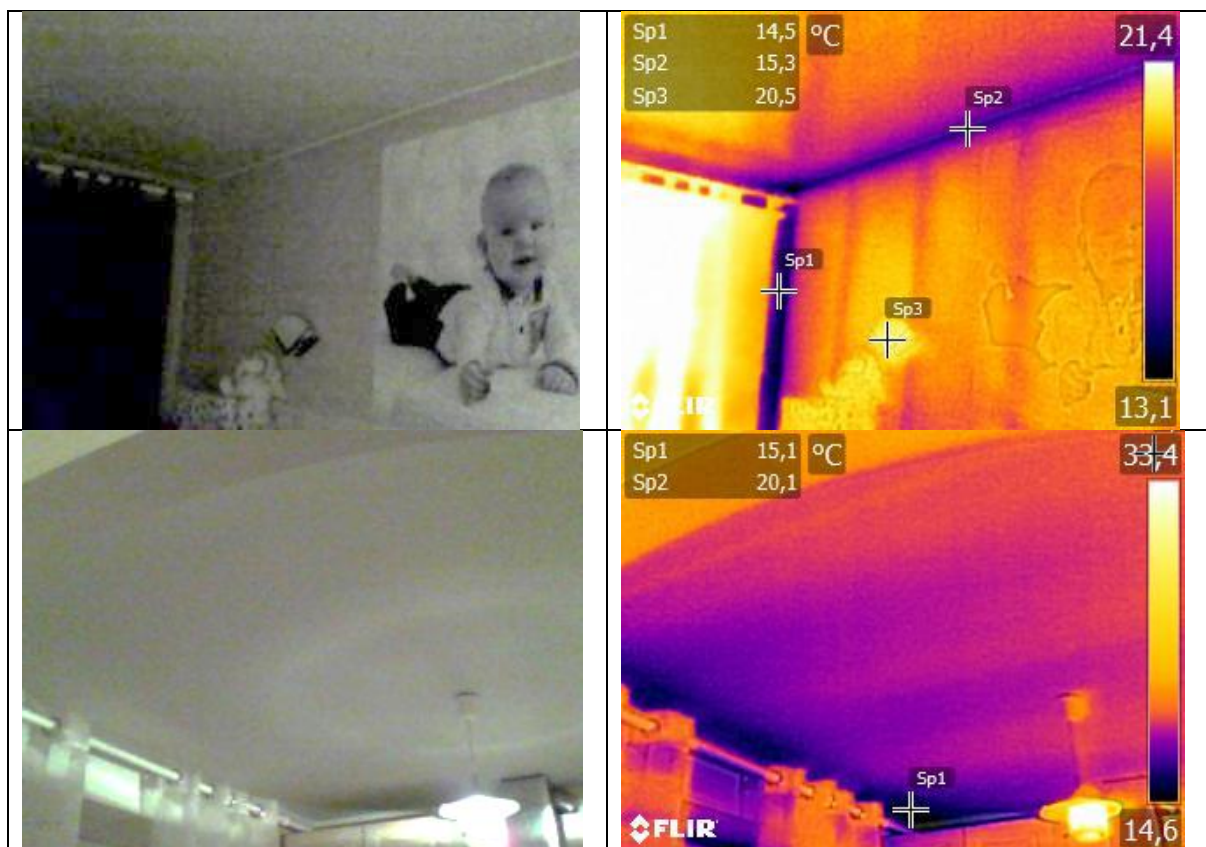
Möödistamise aeg ja välistingimused:

Kuupäev	05.veebruar 2017	Tuule suund	E - ida
Õhutemperatuur	-5 °C	Tuule kiirus	4 m/s
Miinum temperatuur viimase 12 tunni jooksul	-10 °C		
Uuringu kellaeg	18.00 – 19.00	Taevas	Pilves

Termokaameraga tehtud pildid näitavad seina, lae ja põranda pinna soojuskiirgust. Mida madalam temperatuur, seda tumedam on värvus. Väljas tehtud termopiltidel on soojuskadod 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.







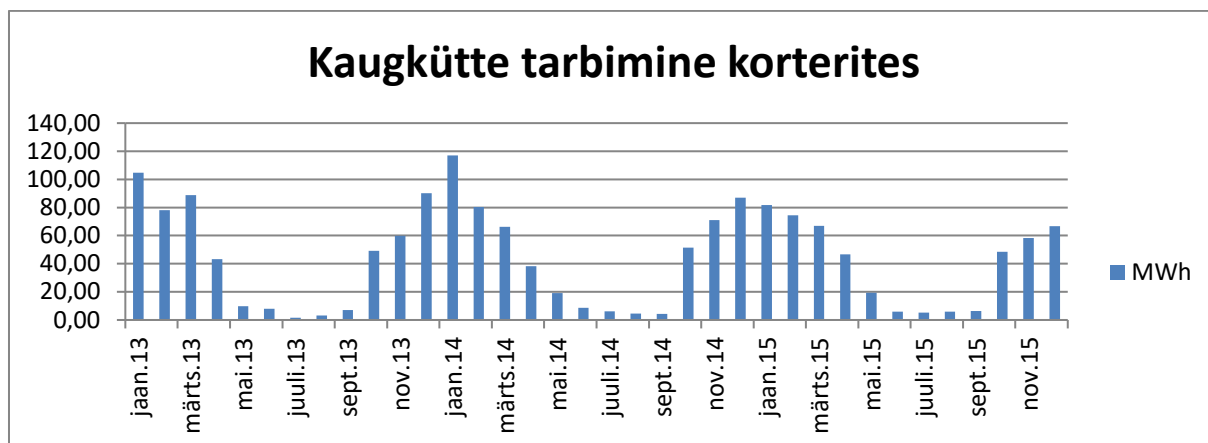
Seinte soojusisolatsioon on halb. Seintel on väljast näha radiaatorite asukohad. Temperatuuride vahe seinal kohati ligi viis kraadi. Soovitan seinalle 150 mm soojustust juurde panna.

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

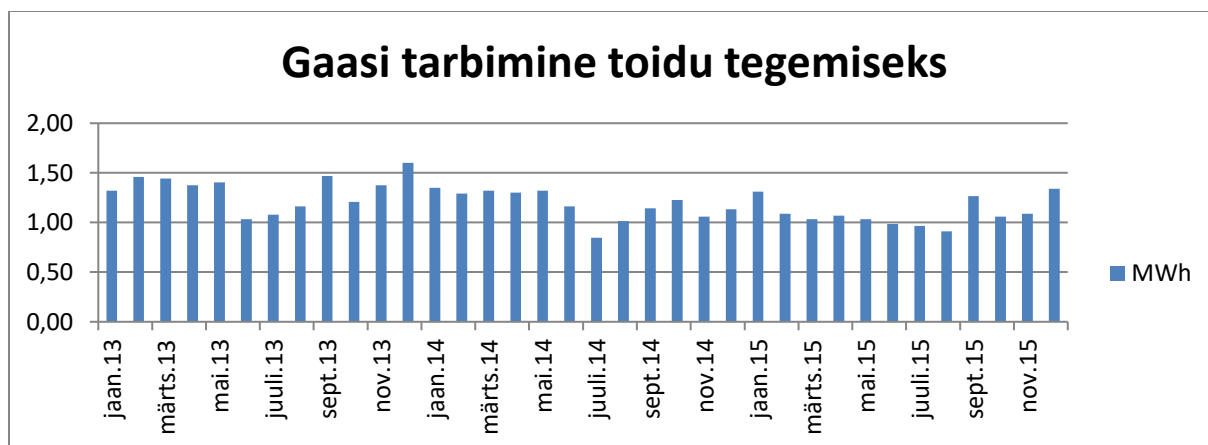
Probleem on tubades valitseva olukorraga. Temperatuuride vahe mõnel pildil on 7 kraadi. Maja nurkades, paneelide ja seinte vahel on külmasillad.

4.3 Soojuse- gaasi- ja elektrienergia tarbimisandmed kuude lõikes 2013 – 2015.

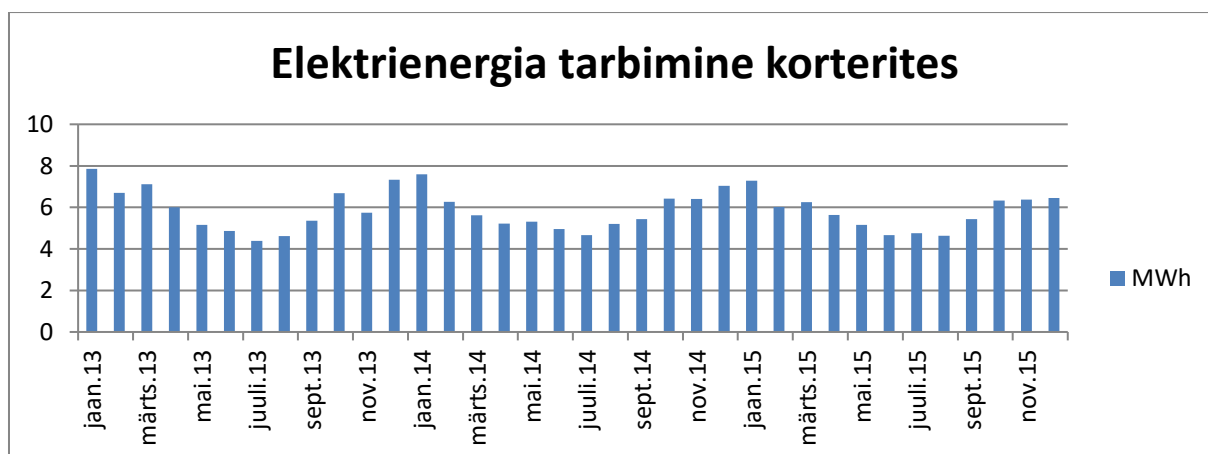
Tabel 4.1 Kaugkütte tarbimine



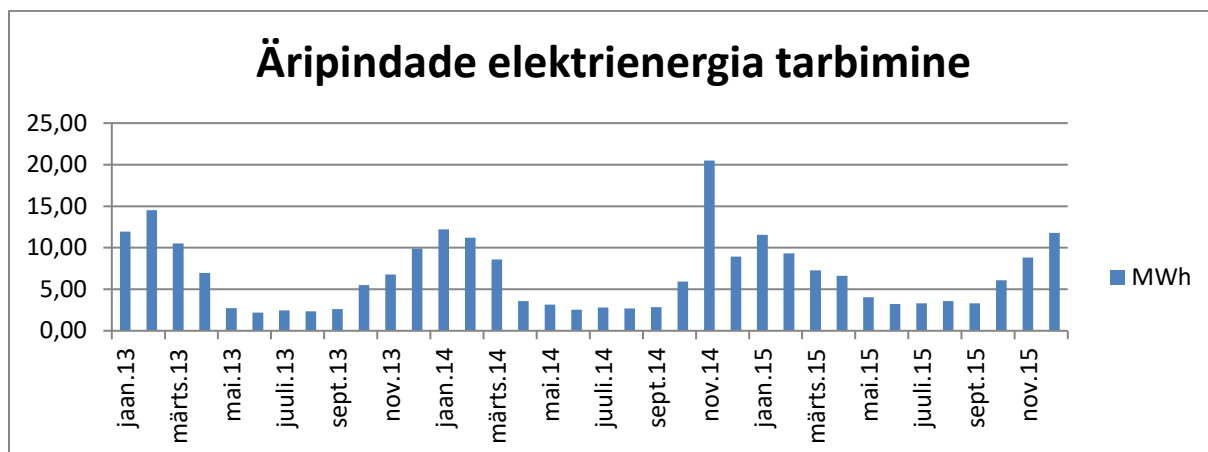
Tabel 4.2 Gaasienergia tarbimine



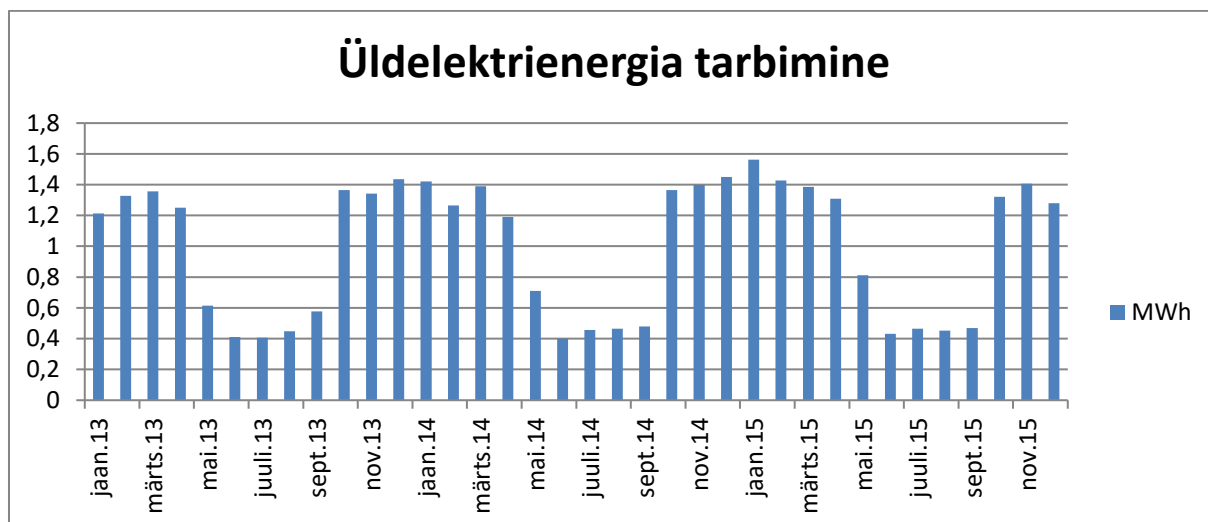
Tabel 4.3 Elektrienergia tarbimine korterites



Tabel 4.4 Elektrienergia tarbimine äripinnal

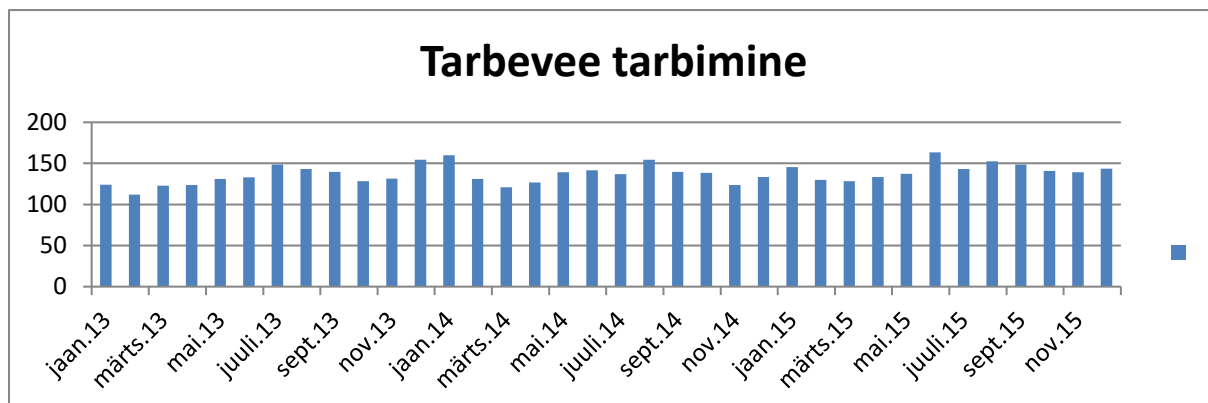


Tabel 4.5 Üldelektrienergia tarbimine

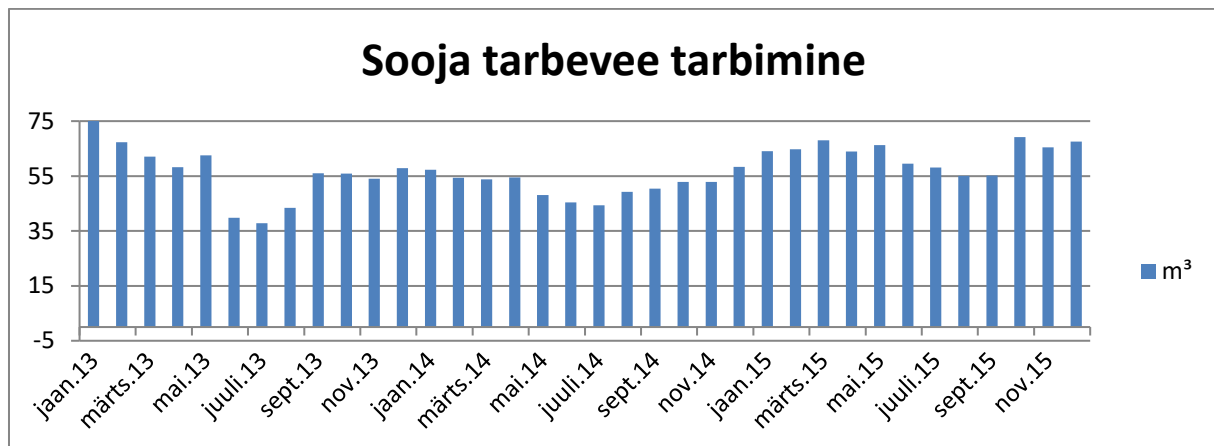


4.4 Tarbevee tarbimisandmed kuude lõikes 2013 – 2015.

Tabel 4.6 Tarbevee tarbimine



Tabel 4.7 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: $\sum(U \cdot A)/1000 = (1195 \times 0,5 + 1901 \times 0,8 + 637 \times 0,8 + 1195 \times 0,5 + 49 \times 2,4 + 675 \times 1,3 + 54 \times 1,3 + 344 \times 1,3 + 151 \times 1,3 + 44 \times 1,4 + 35 \times 1,4)/1000 = 4,80 \text{ kW}/^\circ\text{C}$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest enne renoveerimist. Erisoojuskadu $H = L \cdot p \cdot c = 0,56 (\text{m}^3/\text{s}) \times 1,2 \times 1,005 = 0,68 \text{ kW}/^\circ\text{C}$ $L = V \cdot n / 3600$

Õhuvahetuse kordarvuks on võetud 0,3 1/h.

Hoone erisoojuskad $H = \sum(U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 5,48 \text{ kW}/^\circ\text{C}$.

Vabasoojuse arvutus:

Vabasoojus inimestelt (96 in): $\Phi_{in} = 96 \times 30/1000 = 2,88 \text{ kW}$

Vabasoojus valgustuselt ja elektriseadmetelt (korterite elektrikulu 70,31 MWh)

$\Phi_{el} + \Phi_{sead} = 70,31 \times 8,5 \times 10 \text{ astmes} / 5 = 5,98 \text{ kW}$

Päikese kiirgusest tingitud keskmine vabasoojuskiirus:

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

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

edel $57,6 \times 0,75 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,65 \times 202,02 = 4,59 \text{ kW}$

kagu $57,9 \times 0,75 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,65 \times 161,9 = 3,70 \text{ kW}$

kirre $32 \times 0,75 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,65 \times 212,52 = 2,69 \text{ kW}$

loe $31,7 \times 0,75 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,65 \times 98,28 = 1,23 \text{ kW}$

Kokku 12,07 kW

Kokku vabasoojus $\Phi_{vs} = \Phi_{in} + \Phi_{el} + \Phi_p = 21,07 \text{ kW}$

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

Seega arvestuslik vabasoojuskooormus $\Phi_{vs} = 14,75 \text{ kW}$

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $t_{vs} = \Phi_{vs}/H = 2,69 \text{ }^\circ\text{C}$

Tasakaalutemperatuur hoones enne renoveerimist $t_B = t_s - t_{vs} = 18,31 \text{ }^\circ\text{C}$

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:

$$\sum(U \cdot A)/1000 = 2,99 \text{ kW}/^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$H = L \cdot p \cdot c = L \cdot 1,2 \cdot 1,005 = 1,13 \text{ kW}/^\circ\text{C}$$

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

$$\text{Hoone erisoojuskaod } H = \sum(U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 4,12 \text{ kW}/^\circ\text{C}$$

Kokku vabasoojus $\Phi_{vs} = \Phi_{in} + \Phi_{el} + \Phi_p = 21,07 \text{ kW}$

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

Seega arvestuslik vabasoojuskooormus $\Phi_{vs} = 14,75 \text{ kW}$

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $t_{vs} = \Phi_{vs}/H = 3,58 \text{ }^\circ\text{C}$

Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist $t_B = t_s - t_{vs} = 17,42 \text{ }^\circ\text{C}$

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:

$$\sum(U \cdot A)/1000 = 2,79 \text{ kW}/^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$H = L \cdot p \cdot c = L \cdot 1,2 \cdot 1,005 = 1,13 \text{ kW}/^\circ\text{C}$$

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

$$\text{Hoone erisoojuskaod } H = \sum(U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 3,92 \text{ kW}/^\circ\text{C}$$

Kokku vabasoojus $\Phi_{vs} = \Phi_{in} + \Phi_{el} + \Phi_p = 21,07 \text{ kW}$

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

Seega arvestuslik vabasoojuskooormus $\Phi_{vs} = 14,75 \text{ kW}$

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $t_{vs} = \Phi_{vs}/H = 3,76 \text{ }^\circ\text{C}$

Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist $t_B = t_s - t_{vs} = 17,24 \text{ }^\circ\text{C}$

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

Peale hoone renoveerimist (Säästumeetmete pakett 3):

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 3:

$$\sum(U \cdot A)/1000 = 2,79 \text{ kW}/^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$H=L*p*c=L *1,2*1,005= 1,13 \text{ kW/}^{\circ}\text{C}$$

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

$$\text{Hoone erisoojuskaod } H=\sum(U*A)+L*p*c= 3,92 \text{ kW/}^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Kokku vabasoojus } \Phi_{vs}=\Phi_{in} + \Phi_{el} + \Phi_p= 21,07 \text{ kW}$$

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

$$\text{Seega arvestuslik vabasoojuskooormus } \Phi_{vs}= 14,75 \text{ kW}$$

$$\text{Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt } t_{vs}=\Phi_{vs}/H= 3,76 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist } t_B=t_S -t_{vs}=17,24^{\circ}\text{C}$$

21°C on hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur.

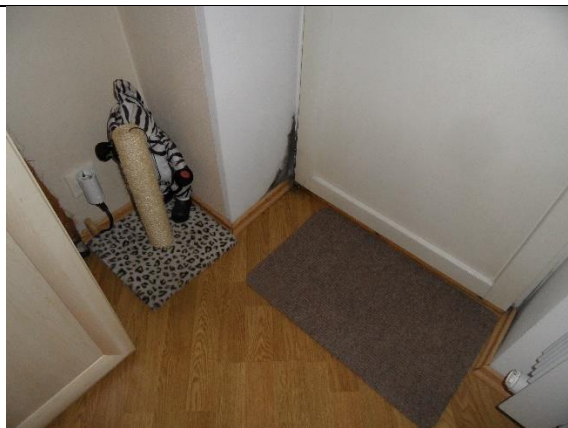
4.6 Illusreerivad pildid.



1.Korterelamu sissekäigu poolt



2.Vaade tänava poolt



3.Hallitus nurgas



4. Termostaadiga radiaator



5.Soojussõlm kahe plaatsoojusvahetiga



6. Halb soojustus



7.Korterelamu sissekäigu poolt



8.Vaade tänava poolt



9.Hallitus nurgas



9.Hallitus nurgas

6.1 Kasutatud kirjandus.

1. Energiatõhususe miinimumnõuded. Vabariigi Valitsuse 30.08.2012 määrus nr. 68 (RT I, 05.09.2012, 4).
2. Hoonete enrgiatõhususe arvutamise meetodika Vabariigi Valitsuse 8. oktoobri 2012.a. määrus nr. 63 (RT I, 18.10.2012, 1).
3. E. Abel, H. Voll, T. Tark (2014) Hoonete energiatarve ja sisekliima
4. T.-A. Kõiv, A. Rant (2013) Hoonete küte
5. Eesti Kraadpäevad – KredEx