



Tellija: KÜ Rakvere linn, Rohuaia tn 22
Tellija kontaktisik: Anti Palmi
Aadress: Rohuaia 22, Rakvere, Lääne-Viru maakond
Tel: 5304622
E-post: antipalmi@gmail.com

Töö nr. 1904



ENERGIAAUDIT



5-KORRUSELINE 60-KORTERIGA PANEELILAMU ROHUAIA 22, RAKVERE, LÄÄNE-VIRUMAA

Auditeerimise aeg: 22.veebruar.2019

Logerid: 22.02-01.03.2019

Aruanne esitatud: 11.märts.2019

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 Rohuaia 22 asuva 5-korruselise ja 60 korteriga paneel lamu 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, termopildistamine, vestlused korterivaldajatega ning küsitluslehe täitmine; 3) Kogutud andmete põhjal tehnilis- majanduslike arvutuste tegemine ning auditiaruande koostamine.

Hoone auditeerimisel analüüsiti 2016 – 2018 aasta kütte-, elektri- ja tarbevee kulu ning vastavaid rahalisi kulutusi. Meetmete tasuvuse hindamisel võeti arvesse praegusi kütte- 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.

Hoones on mõõdetud soojustarbimist, elektritarbimist üldiselt ning tarbevee kulu. Korterite elektrikulu andis Elektrilevi. 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 renoveerimisetootust KredEx'ist 25 või 40%, siis tuleb renoveerimiseks palgata tehniline konsultant, kelle leiab KredEx'i kodulehelt.

Objekti ülevaatusel abistas audiitorit korteriühistu juhatuse liige Anti Palmi. 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	Kasutatud mõõtmeseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte.....	15
2.5	Energia- ja veevarustuse üldisloomustus.....	15
2.6	Soojusenergia kulu (kaugküte) MWh.....	17
2.7	Elektrienergia kulu kWh.....	18
2.8	Vee kulu m ³	19
2.9	Hoone soojusbilanss	20
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	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
4.1	Termouuring.....	27
4.2	Soojuse-ja elektrienergia tarbimisandmed kuude lõikes 2016 – 2018.	30
4.3	Tarbevee tarbimisandmed kuude lõikes 2016 – 2018.	31
4.4	Tasakaalutemperatuuri leidmine.	32
4.5	Illusreerivad pildid.	34
4.6	Kasutatud kirjandus.....	34

1. Auditi tulemuste kokkuvõte ja ülevaade säästuettepanekutest.

Käesolevas peatükis on esitatud kokkuvõte korterelamu energiaauditi läbiviimise tulemustest.

Energiaauditi aluseks on Tellijalt saadud 2016-2018 aastate energiatarbimise andmed (kaugküte, elekter, tarbevesi).

Soojusenergia keskmine kogukulu aastatel 2016-2018 oli mõõdetud 572 MWh/a ja sellele vastav rahaline kulu ca 37301 EUR/a. Normaalaastale taandatud kolme viimase täisaasta soojusenergia keskmine kulu on 648 MWh/a ja lähtuvalt hoone köetavast pinnast 3353,3 m² (eluruumid ja trepikojad) on normaalaasta keskmine kogu soojusenergia eritarbimine köetava pinna ühikule 174 kWh/m² (koef. 0,65). Elektrienergiat on tarbitud kokku 121 MWh/a (koef.2). Kaalutud energiatarbimine on 198 kWh/(m² a), energiatarbimise klass – E 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%, pakett 2 vastab 40% toetustele ja pakett 3 vastab 40% toetuste nõuetele. Uut määrust koos protsentidega pole veel avaldatud.

Pakett 1. Hinnanguline KEK arv 162 kWh/(m²a). Energiaklass D:

- Katuse soojustamine (300 mm)
- Külgliseinte soojustamine (200 mm)
- Otsaseinte soojustamine (200 mm)
- Sokli soojustamine (150mm)
- Vanade vahetamata akende vahetus (3-kordne klaaspakett)
- Kahetoruküttesüsteem, uued värskõhuradiaatorid, termostaatventiilid
- Mehaaniline väljatõmbeventilatsioon kasutades värskõhuradiaatoreid sissetuleva õhu soojendamiseks.
- Vana vee- ja kanalisatsioonitorustiku vahetus kuni kaevu tasemeni

Pakett 2. Hinnanguline KEK arv 142 kWh/(m²a). Energiaklass C:

- Katuse soojustamine (300 mm)
- Külgliseinte soojustamine (200 mm)
- Otsaseinte soojustamine (200 mm)
- Sokli soojustamine (150mm)
- Kõigi akende vahetus (3-kordne klaaspakett). Aknad soojustuse tasapinda
- Kahetoruküttesüsteem, uued radiaatorid, termostaatventiilid

- Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem kasuteguriga 80%.
- Vana vee- ja kanalisatsioonitorustiku vahetus kuni kaevude tasemeni

Pakett 3. Hinnanguline KEK arv 147 kWh/(m²a). Energiaklass C:

- Katuse soojustamine (300 mm)
- Külgliseinte soojustamine (200 mm)
- Otsaseinte soojustamine (200 mm)
- Sokli soojustamine (150mm)
- Kõigi akende vahetus (3-kordne klaaspakett). Aknad soojustuse tasapinda
- Kahetoruküttesüsteem, uued värskõhuradiaatorid, termostaatventiilid
- Vana vee- ja kanalisatsioonitorustiku vahetus kuni kaevu tasemeni
- Väljatõmbeventilatsioon koos ventilatsiooniseadmega pööningul ja ventilatsiooni soojuspumbaga (~ COP 3,0) keldris.

Kuna üldelektrienergia 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 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
Säästumeetmete pakett I:						
Katus	Soojustatakse 300 mm	71 730				
Küljesein	Soojustatakse 200 mm	145 168				
Otsasein	Soojustatakse 200 mm	36 412				
Sokkel	Soojustatakse 150 mm	12 686				
Vanad aknad/rõduuksed	Uued 3-klaasiga pakettaknad	7 760				
Ventilatsioon	Mehaaniline väljatõmme värske õhu klapiga	18 000				
Küttetorustik	Vanade radiaatorite asendamine värske õhu radiaatoritega	84 000				
	Radiaatorite varustamine termostaatidega					
	Üleminek 2-toru süsteemile					
Kanaliseatsioon ja vesi	Püstakute torustiku väljavahetamine kuni kaevuni	105 000				
Kokku		480 757	217	13902	35	

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	Soojustatakse 300 mm	71 730				
Küljesein	Soojustatakse 200 mm	145 168				
Otsasein	Soojustatakse 200 mm	36 412				
Sokkel	Soojustatakse 150 mm	12 686				
Vanad aknad/rõduksed	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	7 760				
Uued aknad/rõduksed	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	127 702				
Ventilatsioon	Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem	210 000				
Küttetorustik	Vanade radiaatorite asendamine plekk radiaatoritega	84 000				
	Radiaatorite varustamine termostaatide					
	Üleminek 2-toru süsteemile					
Kanaliseatsioon ja vesi	Püstakute torustiku väljavahetamine kuni kaevuni	105 000				
Kokku		800 459	345	22052	36	

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	Soojustatakse 300 mm	71 730				
Küljesein	Soojustatakse 200 mm	145 168				
Otsasein	Soojustatakse 200 mm	36 412				
Sokkel	Soojustatakse 150 mm	12 686				
Vanad aknad/ rõduksed	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	7 760				
Uued aknad/ rõduksed	Tõstetakse soojustuse tasapinda	127 702				
Ventilatsioon	Väljatõmbeventilatsioon koos vent. seadmega katusel	200 000				
Küttetorustik	Vanade radiaatorite asendamine värskõhu radiaatoritega	104 000				
	Radiaatorite varustamine termostaatidega					
	Üleminek 2-toru süsteemile					
	Soojuspump (COP 3)					
Kanaliseerimine ja vesi	Püstakute torustiku väljavahetamine kuni kaevuni	105 000				
Kokku		810 459	340	21760	37	

1.2 Kokkuvõte säästupakettidest

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

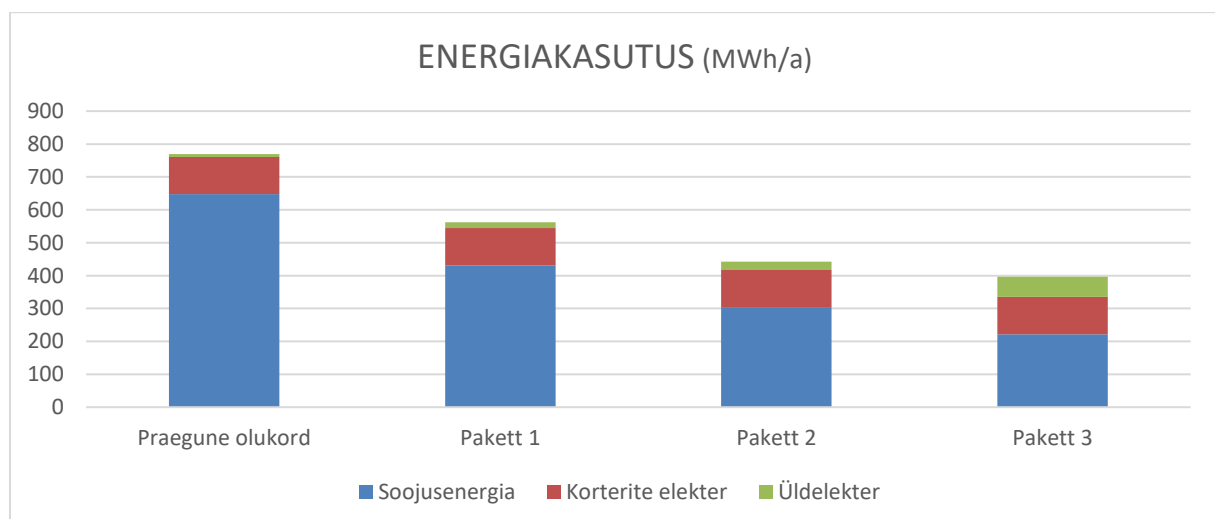
Pakett 2 on kasutusel 80% soojustagastusega ventilatsiooniseade, mis vähendab oluliselt õhu soendamiseks kuluvat kütteenergiat.

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	648	431	304	222	MWh/a
sh küte	584	367	240	190	MWh/a
sh soe vesi	64	64	64	32	MWh/a
Gaasi tarbimine	0	0	0	0	MWh/a
sh toidu valmistamiseks	0	0	0	0	MWh/a
Ventilatsioonisüsteemi elektritarbimine normaalaastal (sh soojuspump)		10	18	54	MWh/a
Elektritarbimine (va ventilatsioon)	121	121	121	121	MWh/a
sh soe vesi	0	0	0	0	MWh/a
sh korterid	113	113	113	113	MWh/a
sh üldelekter	8	8	8	8	MWh/a
Energiakasutus	769	562	443	397	MWh/a
Kaalutud energiakasutus	663	542	476	495	MWh/a
Kaalutud energiaerikasutus (KEK)	198	162	142	147	kWh/(m ² a)
Kaalutud energiaerikasutuse klass	E	D	C	C	



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
Investeering	EUR	480 757	800 459	810 459
Toetus	%	30	40	40
Toetus	EUR	144 227	320 183	324 183
Omafinantseering	EUR	0	0	0
Laenusumma	EUR	336 530	480 275	486 275
Kuumakse	EUR/kuus	2244	2664	2697
Laenukoormus 1 m² eluruumile	EUR/kuus/m²	0,68	0,81	0,82

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	Olemas olev olukord	Pakett 1	Pakett 2	Pakett 3
Küttesoojuse tarbimine	MWh/a	648	431	304	222
Elektri tarbimine	MWh/a	113	131	139	175
Küttesoojuse hind	EUR/MWh	64	64	64	64
Elektri hind	EUR/MWh	120	120	120	120
Aastased kulud	EUR/a	55 035	43 326	36 136	35 222
Aastased energia erikulud	EUR/kuus/m ²	1,39	1,10	0,91	0,89
Remondi- ja hooldustasu	EUR/kuus/m ²	0,25	0,15	0,15	0,15
Laenukoormus 1 m ² eluruumile	EUR/kuus/m ²	0,00	0,68	0,81	0,82
Kokku	EUR/kuus/m²	1,64	1,93	1,87	1,86
Muutus	EUR/kuus/m²	0,00	0,28	0,23	0,22

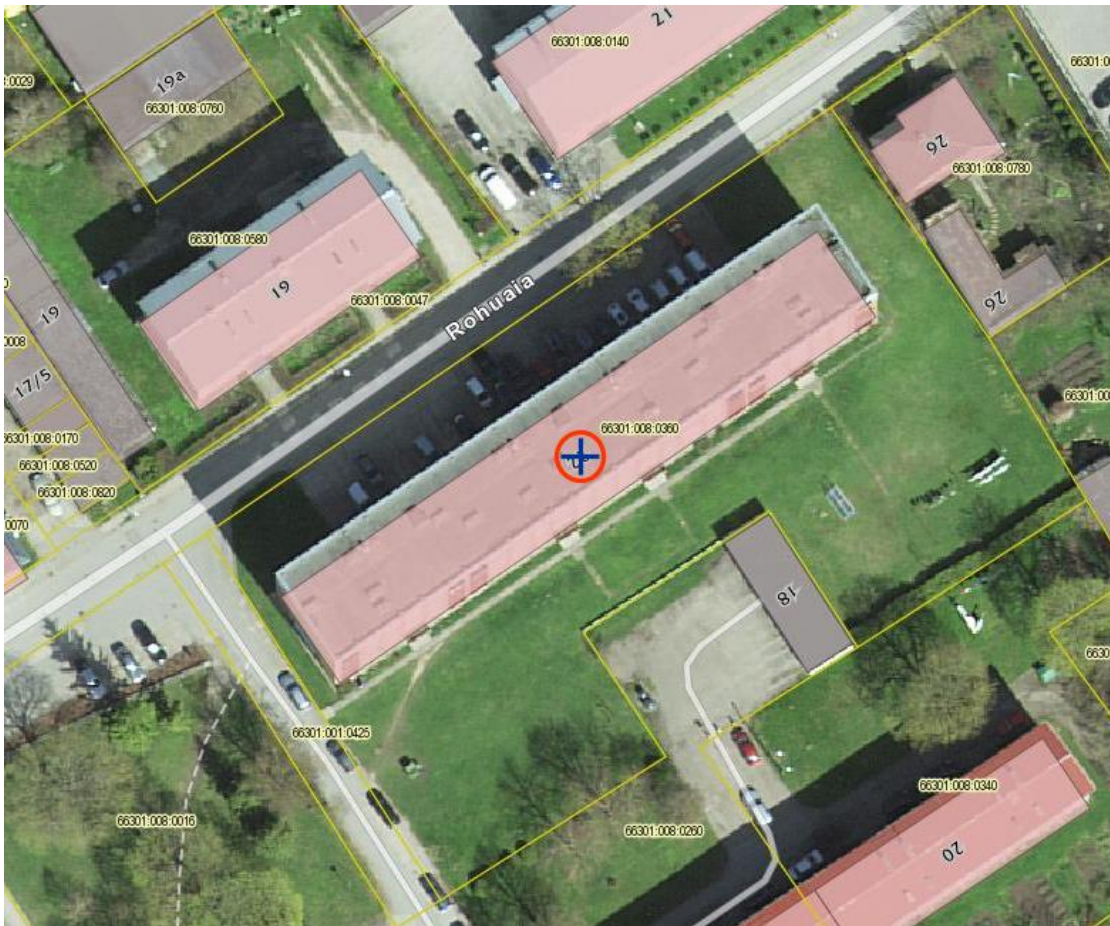
On näha, et laenumakse, hooldustasu ja energiatarbe muutuse koosmõjus elanike maksekoormus tõuseb natuke kõikide pakettide juures. Samas paraneks sisekliima ja hoone olukord.

2. Hoone energiakasutuse hetkeseis.

2.1 Hoone asukoht ja paiknemine

Hoone asub Rakvere linna keskel tiheasustusalas (vt Joonis 1.1).

Joonis 2.1 Joonis Maa-ameti kaardiservelilt. Hoone asub Rakvere tiheasustusalas.



2.2 Hoone üldandmed

Hoone on nelja trepikojaga, viiekorruseline, lamekatusega, keldriga paneelilamu. Tabel 2.1 annab ülevaate hoone põhiandmetest.

Tabel 2.1. Hoone andmed

Hoone aadress:	Rohuaia 22, 44313 Rakvere, Lääne-Virumaa
EHR kood:	108012087
Katastritunnus:	66301:008:0360
Kasutamise otstarve:	11222 Muu kolme või enama korteriga elamu
Esmane kasutus:	1983
Korruste arv:	5
Trepikodade arv:	4
Ehitusalane pind: (EHR)	1010 m ²
Suletud netopind: (EHR)	4403,3 m ²
Köetav pind:	3353,3 m ²
Eluruumide pind:	3293,3 m ²
Hoone maht: (EHR)	14994 m ³
Köetavate ruumide maht:	8047,9 m ³
Korterite arv:	60
Elanike arv:	102
Kelder:	Jah
Soe kelder	Ei
Lähedal asuvad hooned:	Jah

Hoones on on 1-toalisi 10, üldpinnaga 317,9 m², 2-toalisi 20, üldpinnaga 968,2 m², 3-toalisi 20, üldpinnaga 1231,8 m², 4-toalisi 10, üldpinnaga 775,4 m². Keldrikorrusel asuvaid kütetorustike poolt soojendatud ruume pole hoone köetava pinna hulka arvestatud. Trepikojad on arvestatud köetava pinna hulka.

Andmed on saadud Riigi Arhiivis olevast Rohuaia 22 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
	Soojussõlme renoveerimine
	Akende vahetus

Hoone üldine olukord on keskpärane. Puuduvad visuaalsed märgid põhikonstruktsioonide olukorra halvenemisest. Krohv pudeneb ja niiskus pääseb konstruktsioonidesse. Korterites on hallitust.

2.4 Kasutatud mõõtmeseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte

Tabel 2.3. Mõõtmeseadmed

Mõõtmeseade	Tüüp	Seerianumber	Täpsus	Töövahemik
Temperatuuri ja niiskuse logerid	HOBO UX100-011	10794137 10794138 10794141	RH +- 2,5% Temp +- 0,21° C	1 - 95% -20 – (+70)° C
CO ₂ andur	Telaire T7001	1091730	CO ₂ +-0,1%	< (+50)° C
Termokaamera	FLIR E5	63983872	Temp < 0,10 °C	-20 – (+250)° C

Logereid kasutati kolmes korteris 60, 27 ja 20 õhutemperatuuri ning niiskuse registreerimiseks. Graafikud on esitatud lisades 3.1. – 3.4. Nendes korterites mõõdeti CO₂ sisaldust õhus. Samuti toimus korterites termokaameraga pildistamine. Sisetemperatuuri mõõtmised (vt Graafikud 3.1 – 3.4) näitasid, et temperatuurid ruumides on väga kõrged. Vahemikud olid 21-27 kraadi. Keskmised olid 25, 25 ja 26 kraadi. Niiskus oli korteris 60 üle normi piiri. Välistemperatuur oli mõõdistuste ajal -8 °C. Küttekulude kokkuvõtteks on vajalik on küttesüsteemi täielik renoveerimine ja üleminek 2-toru süsteemile.

Korteris 60 oli CO₂ sisaldus 856 ppm. Lubatud ülemine piir on 1000 ppm. Korteris 27 oli 759 ja korteris 20 906 ppm.

Termopildid tehti hommikul kell 8.15 välistemperatuuril -8 C°. Suurimad külmasillad on rõdudega piirnevatel seintel ja sokli osas. Selle maja projektis on seinapaksus 24 cm. Teistel sarnastel majadel on 30 või 35 cm. Selle võrra on soojapidavus väiksem ja termopildil paistab maja läbi.

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)

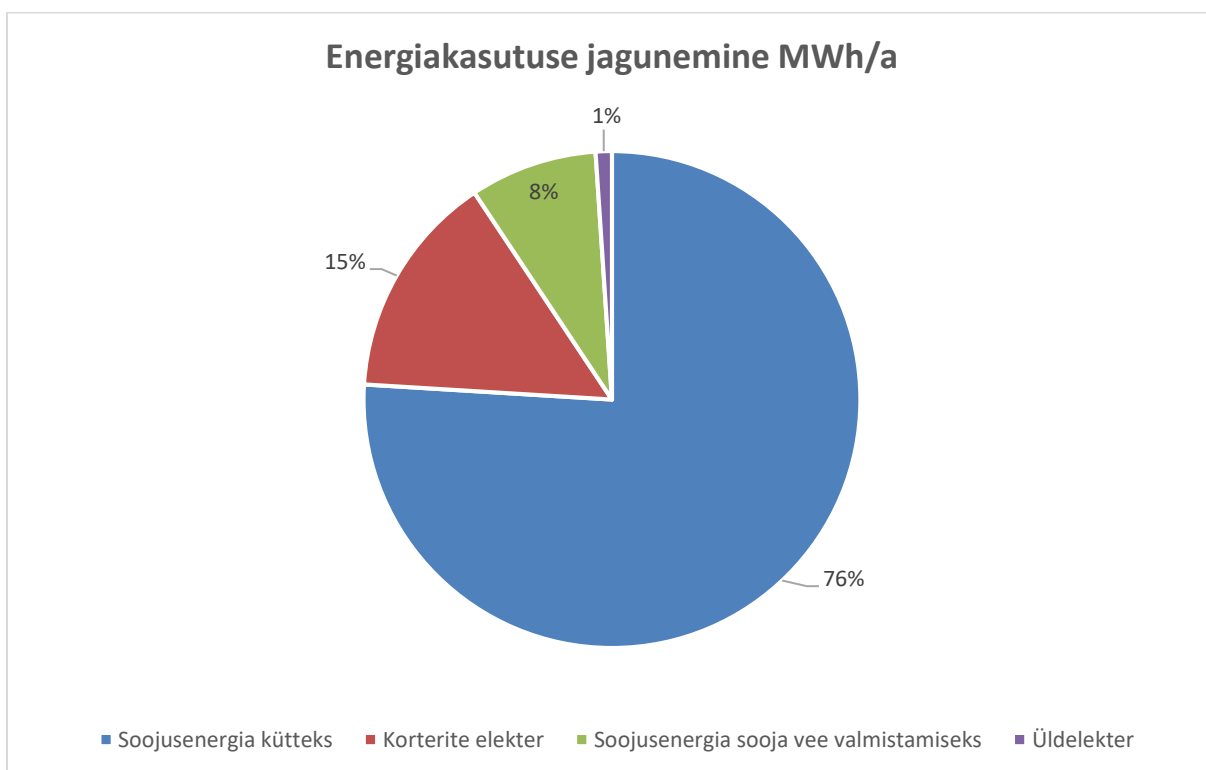
2.5 Energia- ja veevarustuse üldiseloostus

Tabel 2.4 Energia- ja veevarustuse üldiseloostus

Soojusenergia tarnija:	Rakvere Soojus AS
Põhiline kütteviis:	Kaugküte
Küttesüsteemi põhimõtteline lahendus:	Kasutusel on ühetorusüsteem. Soojussõlm on automatiseeritud.
Korteri soojakulu mõõturid:	Puuduvad
Kas küttesüsteem on varustatud üldise soojakulu mõõturiga?	Jah
Tarbevee tarnija:	AS Rakvere Vesi

Veevarustuse ja kanalisatsiooni liik:	Tsentraalne võrk
Sooja tarbeveega varustamine:	Põhiliselt tsentraalne
Sooja tarbevee arvestus:	Ei
Ventilatsiooni liik:	Loomulik: õhu sissepääs läbi akende ebatiheduste, väljapääs ventilatsioonilõõridest
Elektrienergia tarnija:	Eesti Energia AS
Elektrivõrgu pinge:	3 x 380 V
Peakaitse:	200 A

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



Graafik 2.1. Energiakasutuse jagunemine

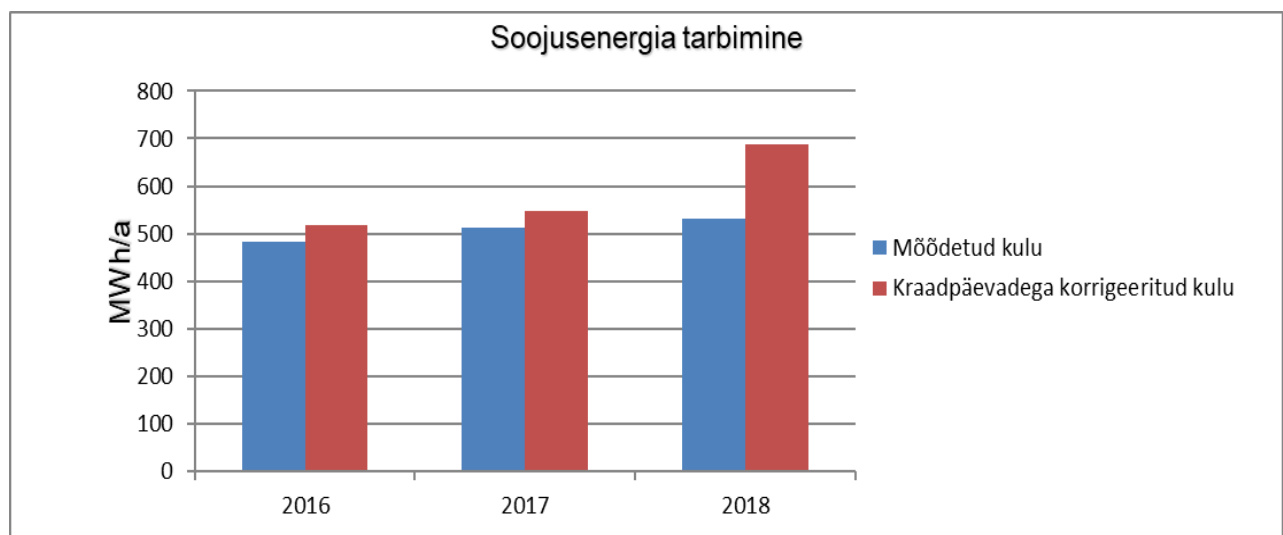
2.6 Soojusenergia kulu (kaugküte) MWh

Kaugkütte kulu võrreldes teiste sarnaste korterelamutega Rakveres on suurem! See on tänu õhemale seinapaneelile. Probleem on ka tasakaalustamata küttesüsteemis.

Tabel 2.5 Soojusenergia tarbimine

Soojusenergia tarbimine	2016	2017	2018	Ühik
Möödetud tarbimine (kaugküte)	553	576	589	MWh/a
Arvutatud tarbimine (soe tarbevesi)	71	63	57	MWh/a
Möödetud tarbimine kütteks	482	513	531	MWh/a
Tegelik aasta kraadpäevade arv	4205	4232	3491	°C d
Normaalaasta kraadpäevade arv	4518			°C d
Kraadpäevadega korrigeeritud soojustarbimine (kaugküte)	518	548	688	MWh/a
Soojuse tariif/hind (kaugküte)	63,7	63,4	64,3	€/MWh
Kulutused soojusele (kaugküte)	32967,5	34731,8	44204,0	€/a
Kraadpäevadega korrigeeritud soojustarbimine kokku	588,8	610,6	744,9	MWh/a
Eitarbimine köetava pinna kohta	154	163	205	kWh/(m ² a)
Eitarbimine eluruumide pinna kohta	157	166	209	kWh/(m ² a)

Hinnad on arvestatud käibemaksuga (vt Eessõna).



Graafik 2.2. Soojusenergia tarbimine korrigeerituna kraadpäevadega

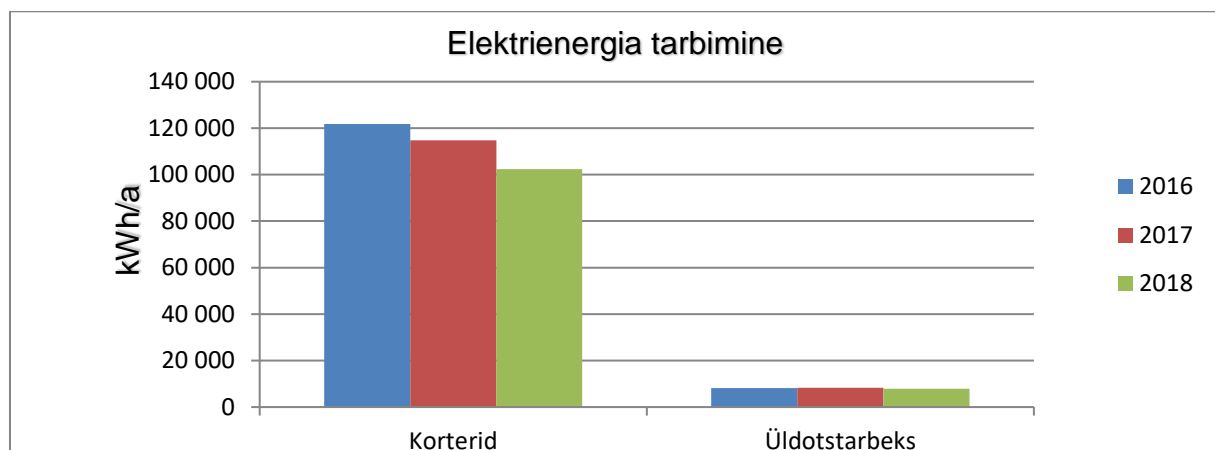
2.7 Elektrienergia kulu kWh

Elektri tarbimine jaguneb kahte suuremasse tarbijagruppi: üldelekter ja korterite olmeelekter (vt Tabel 2.7).

Tabel 2.6 Elektrienergia tarbimine

Elektrienergia tarbimine	2016	2017	2018	Ühik
Elektrienergia korterid	121861	114730	102392	kWh/a
Elektrienergia üldotstarbeks sh. kelder, trep.	8 171	8 338	7 854	kWh/a
Elektrienergia kokku	130 032	123 068	110 246	kWh/a
Elektri tariif/hind (elekter)	0,12	0,12	0,12	€/kWh
Elektrienergia maksumus	15604	14768	13230	€/a
Eritarbimine köetava pinna kohta	39	37	33	kWh/(m ² a)
Eritarbimine eluruumide pinna kohta	39	37	33	kWh/(m ² a)

Üldiselt on üldelektri eritarbimine suurusjärgus kuni 1-2,5 kWh/(m²a) köetava pinna kohta, Rohuaia 22 majal on see 2,4 kWh/(m²a). Parem tulemus oleks ilmselt tänu LED valgustitele ja liikumisanduritele. LED pirnidega on võimalik kokku hoida kuni 10% elektrienergiast. Korterite elektri eritarbimine on pikaajase statistika alusel üldjuhul 40 kWh/(m²a) juures. Rohuaia 22 hoone korral võib täheldada 15% madalamat eritarbimist.



Graafik 2.3. Elektrienergia tarbimise jaotus

2.8 Vee kulu m³

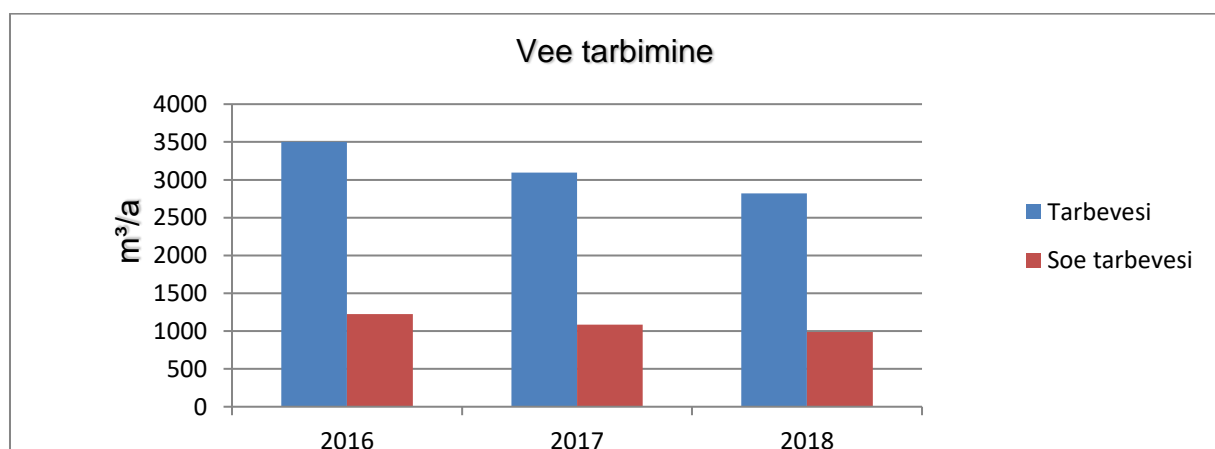
Vee kulust annab ülevaate Tabel 2.8.

Tabel 2.7 Tarbevee tarbimine

Tarbevee kulu	2016	2017	2018	Ühik
Tarbevesi	3500	3095	2822	m ³ /a
Tarbevee tariif/hind	2,58	2,58	2,82	€/m ³
Kulutused tarbeveele	9030	7985	7958	€/a
Tarbevee eritarbimine köetava pinna kohta	1,04	0,92	0,84	m ³ /(m ² a)
Tarbevee eritarbimine eluruumide kohta	1,06	0,94	0,86	m ³ /(m ² a)
Soe tarbevesi	1225	1083	988	m ³ /a
Sooja tarbevee tarbimine	71,1	62,8	57,3	MWh/a
Sooja tarbevee tariif/hind	63,7	63,4	64,3	€/MWh
Kulutused soojale tarbeveele	4524	3984	3683	€/a
Erikulu köetava pinna kohta	0,37	0,32	0,29	m ³ /(m ² a)
Erikulu elupinna pinna kohta	0,37	0,33	0,30	m ³ /(m ² a)
Elanike arv	102	102	102	in
Erikulu inimese kohta	34	30	28	m ³ /a

Hinnad on arvestatud käibemaksuga (vt. Eessõna). Vee kulu inimese kohta on 2,6 m³ kuus. Soe tarbevesi valmistatakse tsentraalselt. Arvutustes on võetud sooja vee osakaaluks tarbeveest 35%. 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 1675 m³/a. Tegelik tarbimine on 50 % väiksem ja sõltub ilmselt elanike tarbimisharjumistest, leibkondade koosseisust ja vanuselisest struktuurist.



Graafik 2.4. Tarbe- ja sooja vee tarbimise jaotus

2.9 Hoone soojusbilanss

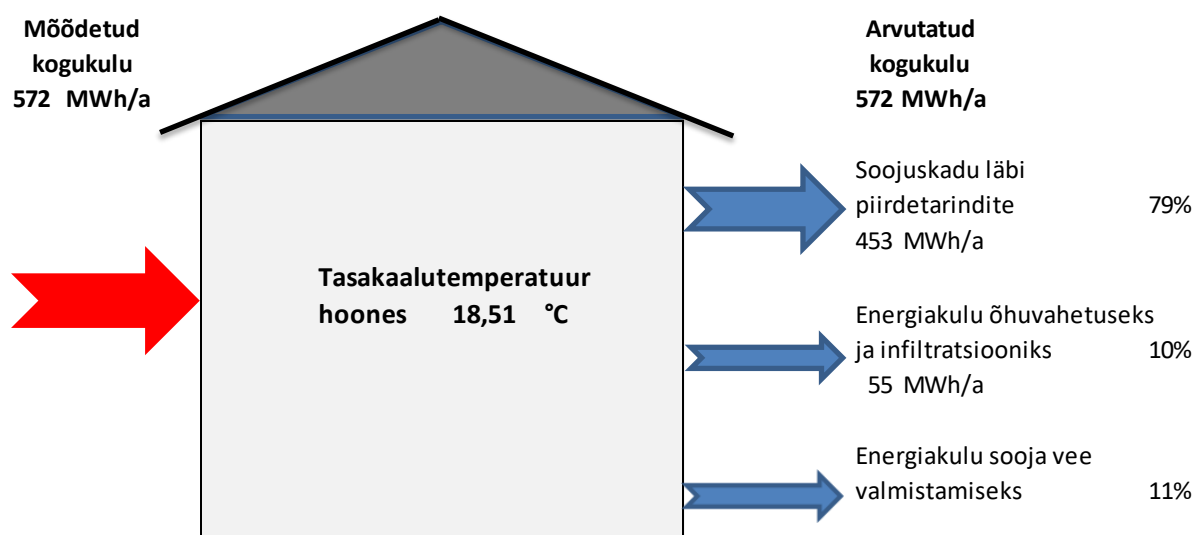
Hoones tarbitud soojusenergia, elektrienergia ja inimeste elutegevuse tagamiseks vajalik ning sellega kaasnev energia (vabaenergia) moodustavad hoone energiabilansi ühe poole. Soojakaod läbi välispiirete, sooja vee valmistamine ja ventilatsiooniks vajaliku õhu soojendamise energiakulu moodustavad hoone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

Energiakulu õhuvahetuseks arvestasime õhuvahetuse kordarvuks 0,3 l/h, kuna on uued tihedad aknad.

Soojusbilanss on näidatud Tabel 2.8 ja Joonis 2.1.

Tabel 2.8 Korterelamu soojuskadude jaotus enne renoveerimist

Piire	Soojuskadu läbi piirdetarindite	Energiakulu õhuvahetuseks ja infiltratsiooniks	Energiakulu sooja tarbevee valmistamiseks	Arvutatud kogukulu	Möödetud kogukulu
	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Katus	58				
Välisseinad küljed	189				
Välisseinad otsad	32				
I korruse põrand	58				
Vanad aknad/rõduksed	10				
Uued aknad/rõduksed	97				
Uksed	9				
Kokku	453	55	64	572	572



Joonis 2.1. Hoone soojusbilanss

Tasakaalutemperatuur on 18,51 °C, mis arvutati arvutusliku meetodiga (vt. Lisa 4.4). Piirdetarindite soojuskaod leiti arvutuslikul meetodil. Õhuvahetuskordarvuks 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 järgnevas Tabelites 3.1 ja 3.2:

Tabel 3.1 Hoone piirdetarindid – olemasolev olukord ja pakett 1

Enne renoveerimist ($t_a=18,51^{\circ}\text{C}$)							Säästumeetmete pakett I ($t_a=15,86^{\circ}\text{C}$)			
Piirdetarind	Materjal/tüüp	Olukorra kirjeldus	Pindala m^2 A	Hinnanguline U-väärtus $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Hinnanguline erisoojuskadu $\text{W}/^{\circ}\text{C}$ H	Hinnangulised soojuskaod MWh/a Q	Parendus- meetmed	Arvutuslik U- väärtus pärast meetme rakendamist $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Hinnangulised soojuskaod pärast meetme rakendamist, MWh/a Q	Energia- sääst, MWh/a
Katus	Lamekatus, ruberoid	Betoonpaneel, soojustatud 100 mm	897	0,6	538,0	58,3	Lisaseostus 300 mm ja kate	0,13	11,4	46,9
Välisseinad küljed	Gaaskukeroon suurpaneel	Soojustamata	1452	1,2	1742,0	188,9	Soojustus 200 mm ja kate	0,21	29,2	159,7
Välisseinad otsad	Gaaskukeroon suurpaneel	Soojustatud 100 mm	364	0,8	291,3	31,6	Soojustus 200 mm ja kate	0,21	7,5	24,1
I korruse põrand	r/b laepaneel + põrandakonstruktsioon.	Soojustamata	897	0,6	538,0	58,3	Ei renoveerita	0,6	52,8	5,5
Vanad aknad/rõduksed	Peamiselt 2- klaasiga puitaknad	Amortiseerunud	39	2,4	93,1	10,1	Uued 3-klaasiga pakettaknad	1,1	4,2	5,9
Uued aknad/rõduksed	Peamiselt 2- klaasiga plastikaknad	Head	639	1,4	893,9	96,9	Ei renoveerita	1,4	87,8	9,1
Välisüksed	Uued metallüksed	Head	51	1,6	81,9	8,9	Ei renoveerita	1,6	8,0	0,8
Ventilatsioon		Puudulik					Mehaaniline õhu väljatõmme koos värske õhu klapi paigaldamisega (värske õhu radiaator). Soojuskaoks on sissetuleva õhu soojendamiseks kuluv energia.		130,0	-34,8
Kokku					4178,2	453,0			331,1	217,2

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

Säästumeetmete pakett II (t _B =15,54°C)					Säästumeetmete pakett III (t _B =15,54°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	Lisasoojustus 300 mm ja kate	0,13	11,2	47,1	Lisasoojustus 300 mm ja kate	0,13	11,2	47,1
Välisseinad küljed	Lisasoojustus 200 mm ja kate	0,21	29,3	159,5	Lisasoojustus 200 mm ja kate	0,21	29,3	159,5
Välisseinad otsad	Lisasoojustus 200 mm ja kate	0,21	7,4	24,2	Lisasoojustus 200 mm ja kate	0,21	7,4	24,2
I korruse põrand	Ei renoveerita	0,6	51,8	6,6	Ei renoveerita	0,6	51,8	6,6
Uued aknad	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	1,1	4,1	6,0	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	1,1	4,1	6,0
Uued aknad	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	1,1	67,6	29,3	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	1,1	67,6	29,3
Uksed	Ei renoveerita	1,4	6,9	2,0	Ei renoveerita	1,4	6,9	2,0
Ventilatsioon	Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem kasuteguriga 80%		25,5	69,8	Mehaaniline õhu väljatõmme koos värskete õhu klapi paigaldamisega (värskete õhu radiaator). Soojuskaoks on sissetuleva õhu soojendamiseks kuluv energia.		151,8	-34,8
					Väljatõmbeventilatsiooni soojuspump (keskm COP on 3).		-100,0	100,0
			203,8	344,6			230,1	340,0

3.2 Kütte- ja tsentraalse sooja tarbevee ettevalmistamise süsteemid

Küttesüsteemi andmed eri osade kohta on antud Tabelis 3.3

Tabel 3.3 Küttesüsteemi andmed

Osa nimetus	Kirjeldus	Ettepanekud ja
Soojussõlm	Automaatne süsteem	Plaatsoojusvaheti abil muuta kinniseks süsteemiks
Soojussõlme automaatika	Danfoss	
Küttesüsteemi ringluspump	WILO Typ TOPP-530/10	
Soojuse arvesti	Kamstrup Multical 601, tüüp 66C02A1335	
Sooja tarbevee valmistamine	Põhiliselt tsentraalselt	Plaatsoojusvaheti abil tsentraalselt soojussõlmes
Küttesüsteem	Ühetoru süsteem	Renoveerida küttesüsteemi tervikuna muutes see kahetoru süsteemiks
Küttetorustike soojustus	Soojussõlmes on uuendatud soojustus	Soojustada peale torustiku vahetust
Küttesüsteemi tasakaalustatus	Pole tasakaalus, kuna on	Paigaldada
Küttekehad	Põhiliselt malmradiaatorid	Võtta kasutusele
Korterite soojusandurid	Ei	Paigaldada termostaadid

Hoone küttesüsteem ei ole korras. Küttekulu on suurem kui sarnastes majades. Osades korterites on remondi käigus vahetatud radiaatorid. 1-toru süsteemis rikub see tasakaalu. Mõnel on soojem ja mõnel on külmem kui keskmiselt. Kolmes korteris oli temperatuur kõrgem tavalisest. 1 kraad temperatuuri langust tähendab 5% küttekulude hoidu. 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.

Küttesüsteemi renoveerimise käigus on soovitav, et kõik kasutaksid tsentraalset sooja tarbevett. Elektriküttega korterid peavad minema üle kaugküttele. Küttesüsteem on ühistu ühisomand ja seal erandeid teha ei saa. Kui keegi soovib peale renoveerimist radiaatori juures mingit muudatust teha, siis peab tal olema kõikide korteromanike kirjalik nõusolek ja uus kütteprojekt. Elektriboileritega sooja vett valmistavad korterid peavad üle minema tsentraalsele soojussõlmes valmistatavale. Hind on kaks korda soodsam.

Soojussõlm tahab renoveerimist. Peaks üle minema kinnisele süsteemile, et vältida mustuse sattumist küttesüsteemi.

3.3 Vee- ja kanalisatsioonisüsteem

Olmekanaliseerimine juhitakse linnavõrku. Eritööde projekterija peaks näitama võimalust kasutada olmekanaliseerimise soojust uuesti. Hoonesisene torustik vajab renoveerimist.

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. Videouuring on soovitatav.

Kuna õhuvahetus pole piisav, siis suureneb niiskus ja sellega hallitusoht. Kui mõnes korteris on välisseina soojustatud seestpoolt, siis on seal hallitus tõenäoliselt olemas. Ühes korteris on hallitus pildile jäädvustatud.

3.5 Elektrivarustus

Hoone on ühendatud Eesti Energia AS elektrivõrguga ühe liitumispunkti kaudu. Elektrivõrgu pinge on 380/220V. Liitumispunkti peakaitse on 200 A. Üle 100 A peakaitsme korral peab ühistul olema käidujuht. Peale renoveerimist leida võimalus võtta kasutusele 100 A peakaitse. See hoiaks ka raha kokku. Elektrisüsteem on osaliselt renoveeritud.

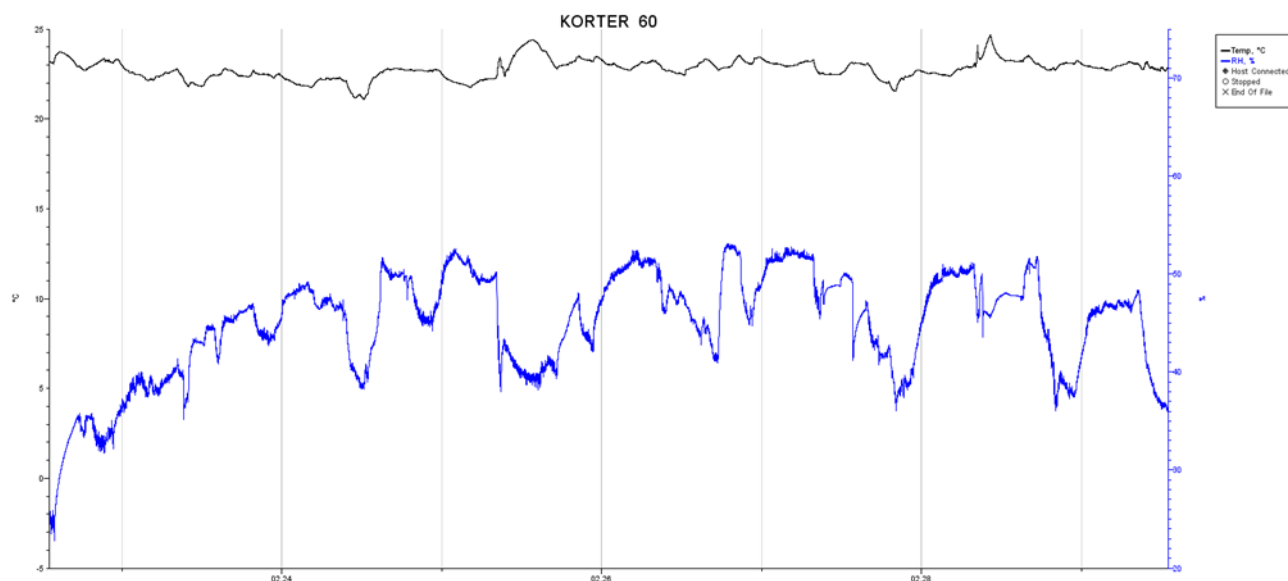
4. Lisad.

4.1 Sisekliima mõõtmistulemused loggeritega

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

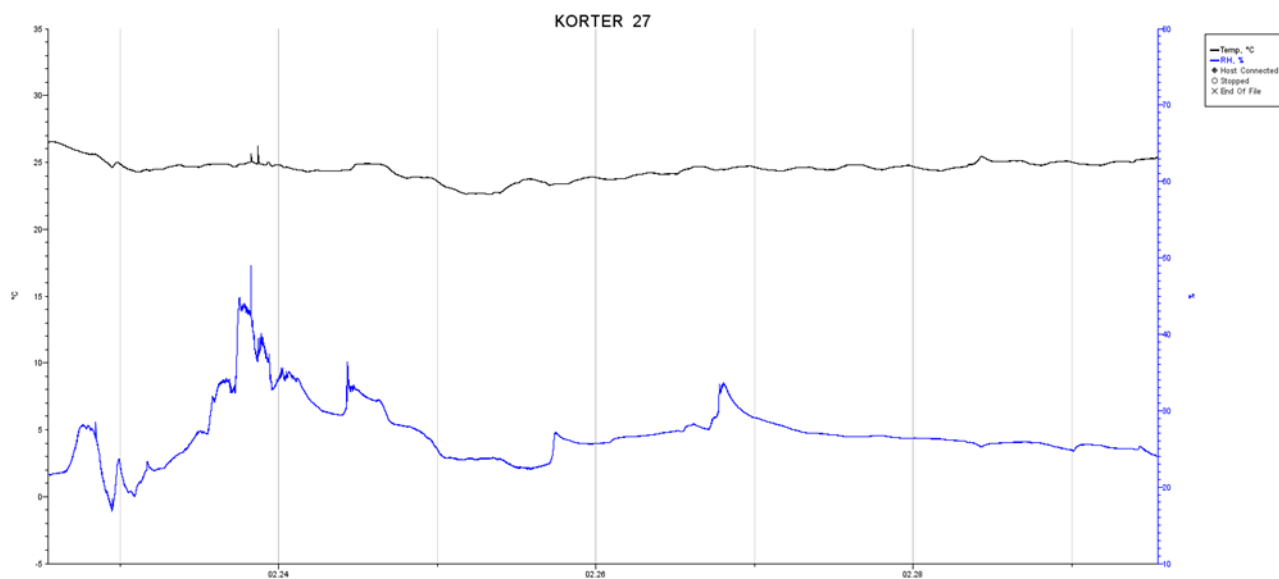
Mõõdistused toimusid 22.02-01.03.2019 . Välis temperatuur oli -8 - $+4$ °C.

Temperatuur ja niiskus korteris 60. Temperatuur on 24 °C (21-25). Niiskus on 45%. (25-53)



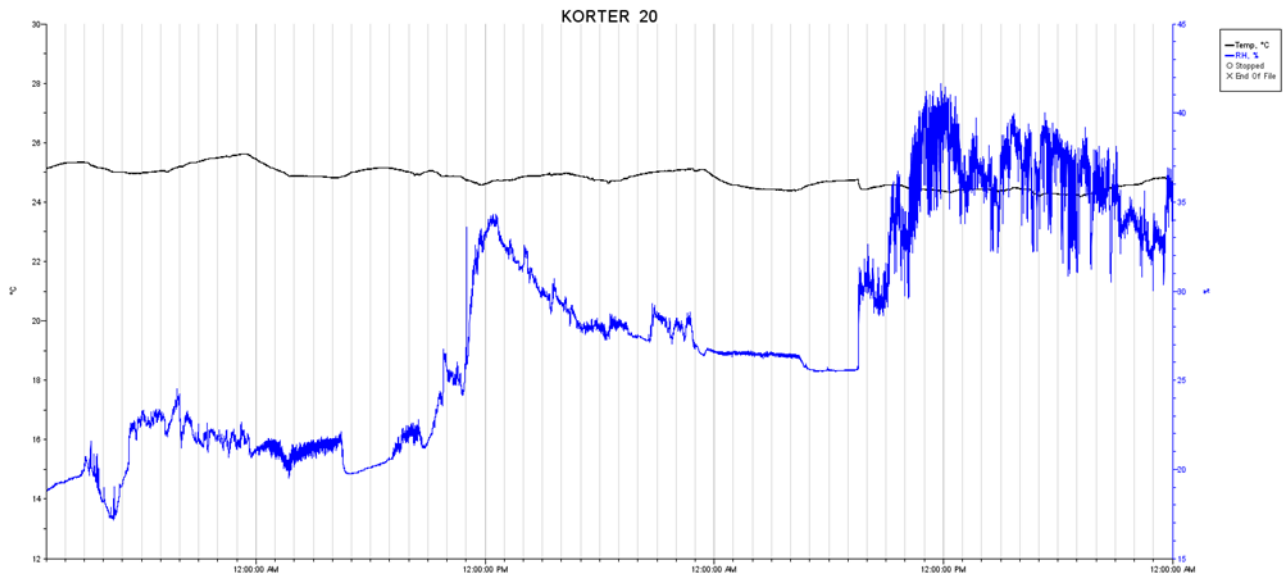
Graafik 4.1. Suhteline õhuniiskus ja temperatuur korteris 60

Temperatuur ja niiskus korteris 27. Temperatuur on 26 °C (23-27). Niiskus on 30% (20-49).

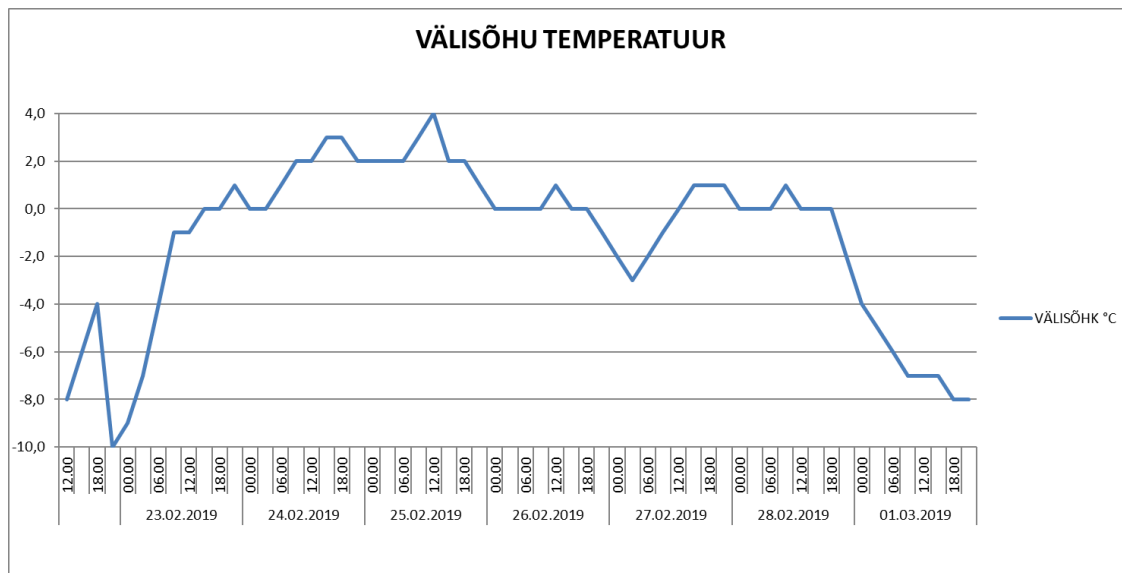


Graafik 4.2. Suhteline õhuniiskus ja temperatuur korteris 27

Temperatuur ja niiskus korteris 20. Temperatuur on 25 °C. Niiskus on 20-41)%.



Graafik 4.3. Suhteline õhuniiskus ja temperatuur korteris 20



Graafik 4.4. Välistemperatuur

Korterite CO₂ sisaldus õhus. Lubatud max on 1000 ppm.



Pildid 4.1. CO₂ sisaldus õhus

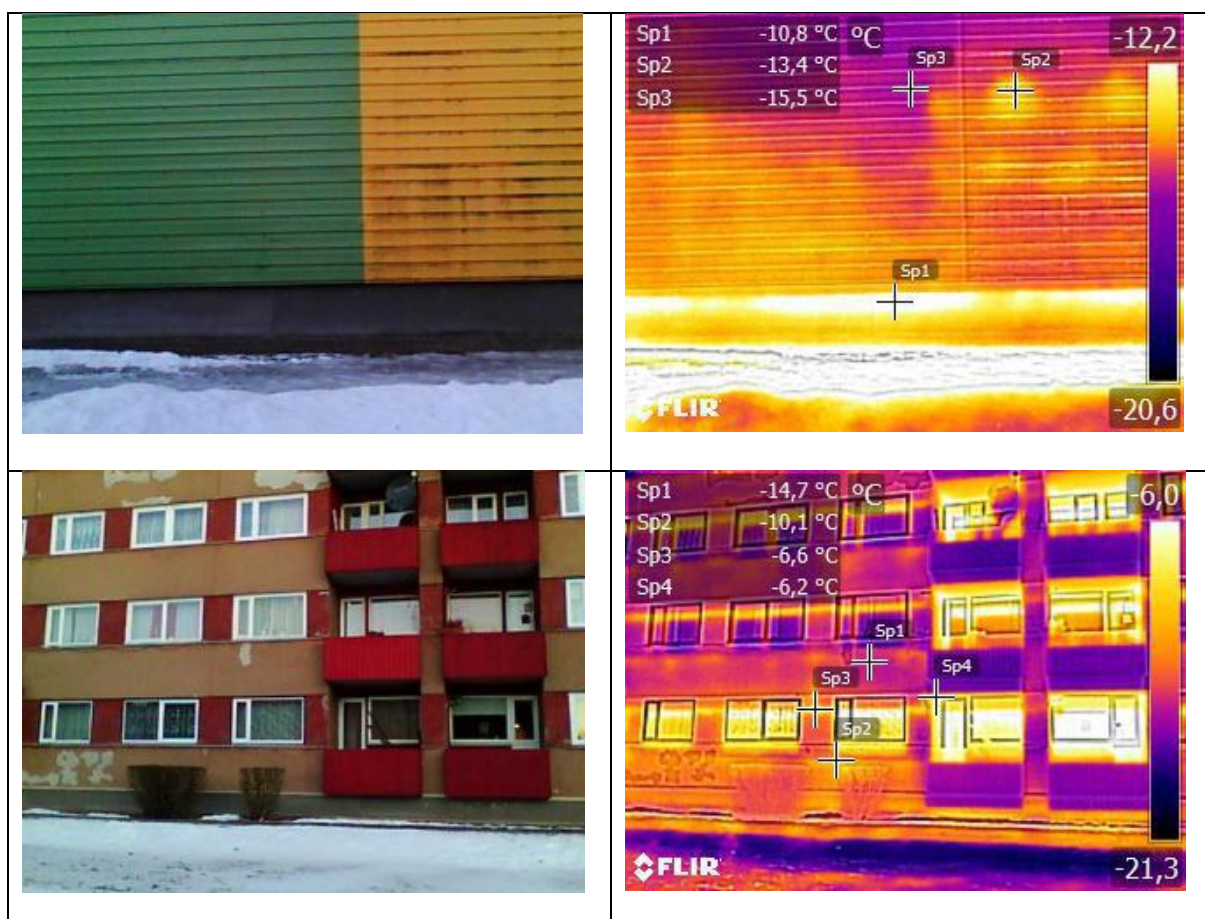
4.1 Termouuring

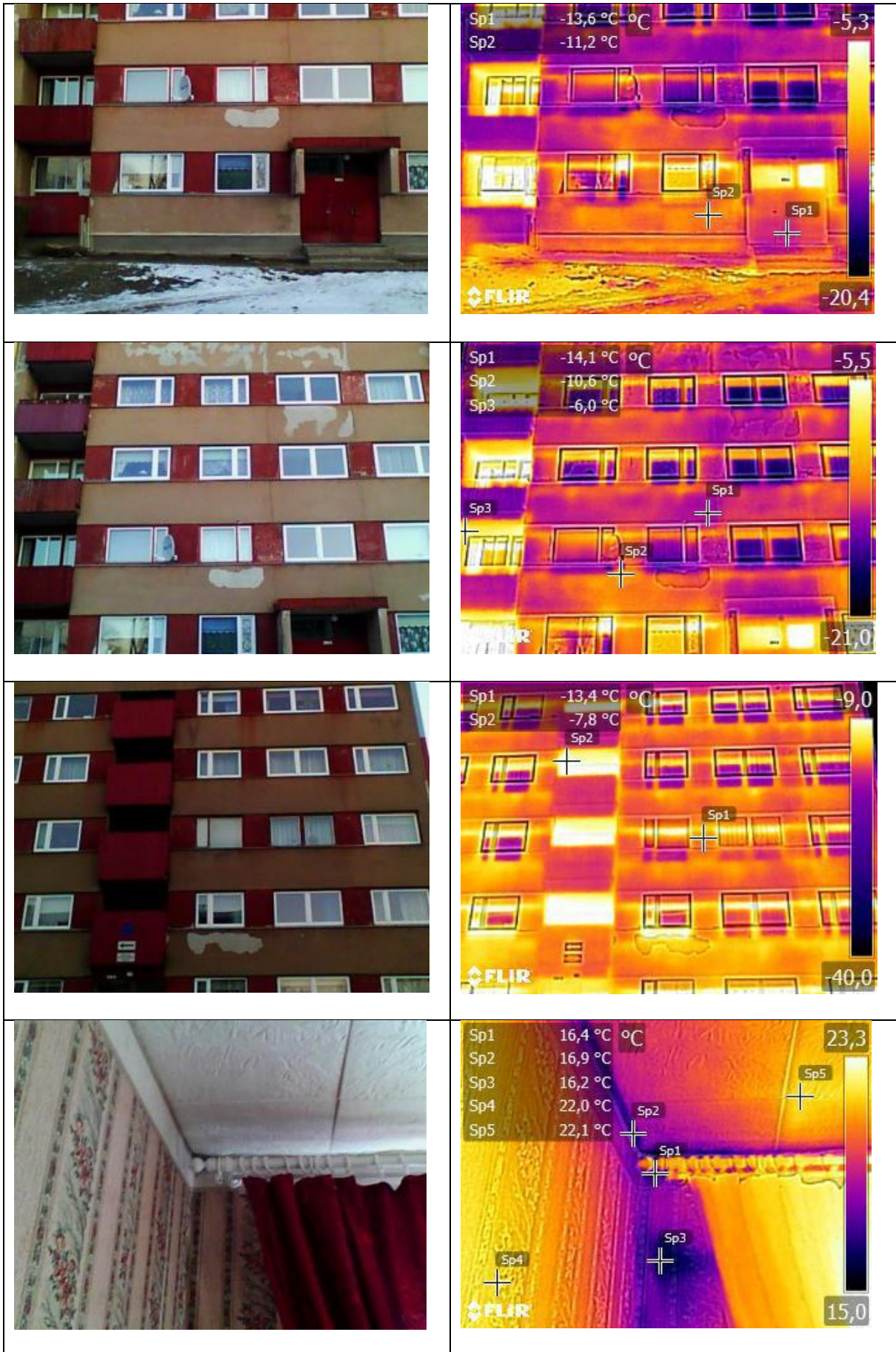
Käesolevas termouuringu raportis on esitatud Rohuaia 22 5-korruselise hoone illustreerivad pildid koos pinnatemperatuuridega.

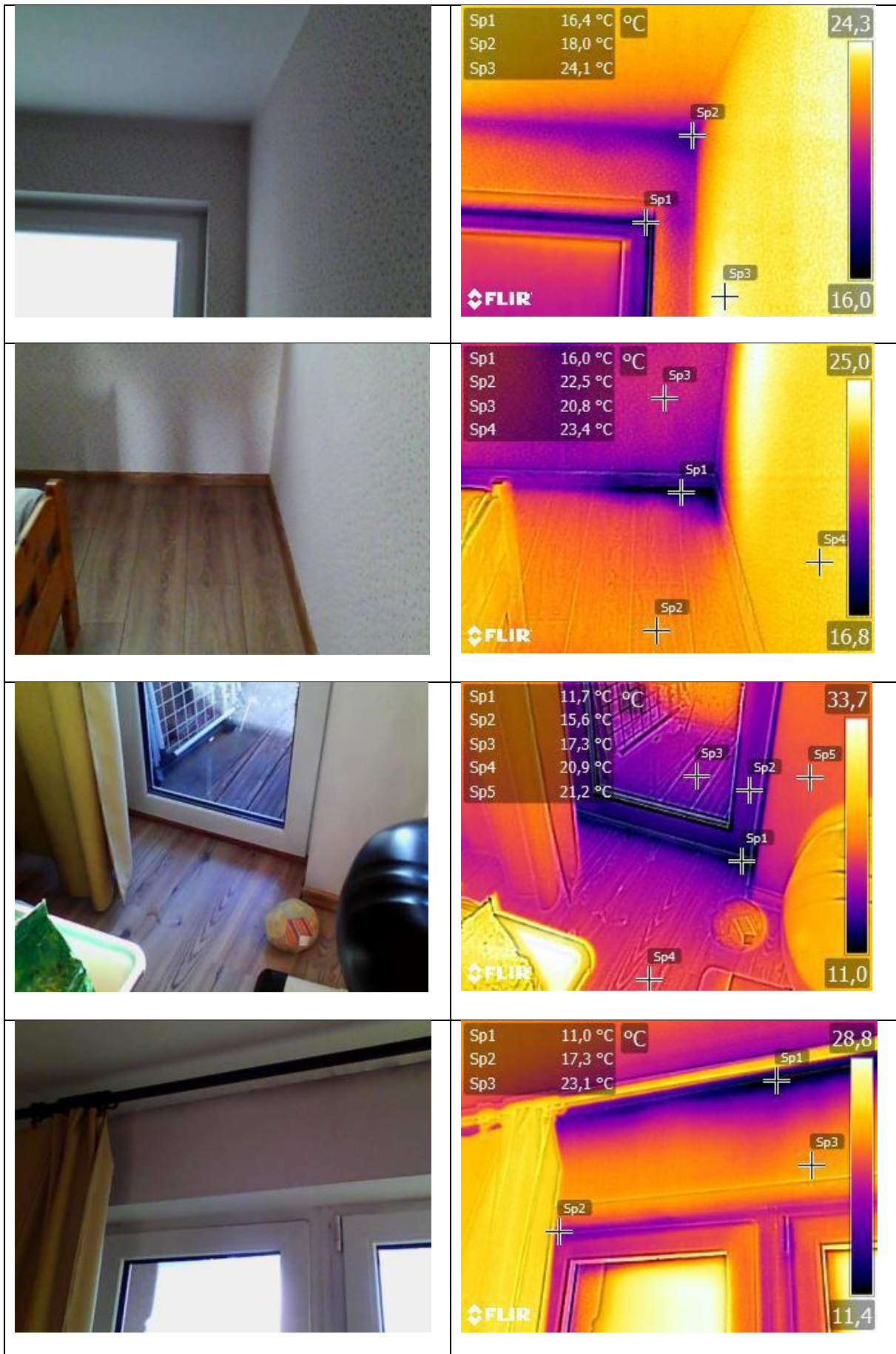
Möödistamise aeg ja välistingimused:

Kuupäev	22.veebruar 2019	Tuule suund	N - põhi
Õhutemperatuur	-8,6 °C	Tuule kiirus	3 m/s
Miinumum temperatuur viimase 12 tunni jooksul	-8,8 °C		
Uuringu kellaeg	8.15 – 9.45	Taevas	Kergelt pilves

Termokaameraga tehtud pildid näitavad seina, lae ja põranda pinna soojuskiirgust. Mida madalam temperatuur, seda tumedam on värvus. Külmasildade olemasolu näitab pinnatemperatuuride erinevus. Temperatuuride näidud punktide kohta, mis on tähistatud, asuvad pildi vasakul üleval nurgas. Maksimum ja miinumum temperatuurid on paremas servas.







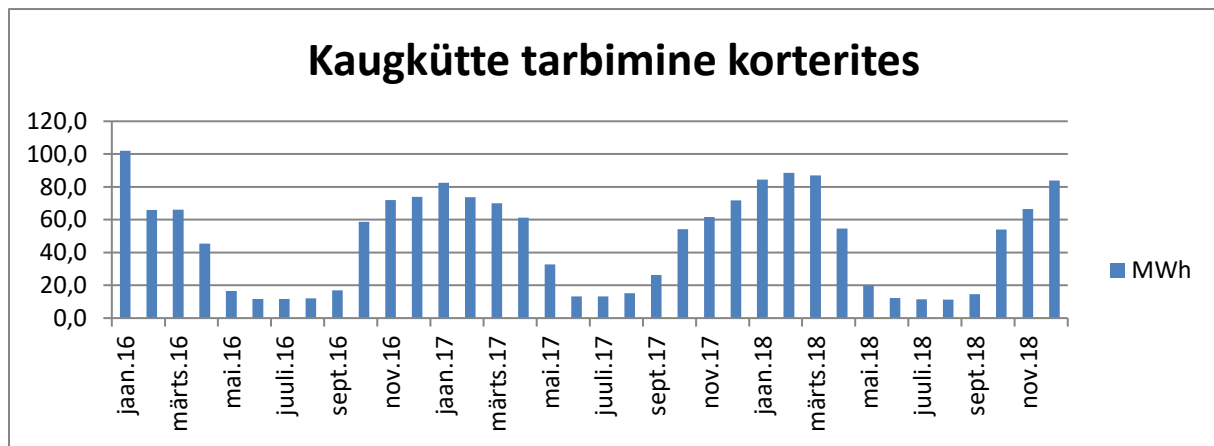
Seinte soojusisolatsioon on halb. Väljas on seina temperatuuride vahe üle 8 kraadi. Tavaliselt on see alla 4 kraadi ja renoveeritud majal alla 1 kraadi. Soovitan seinale 200 mm soojustust panna.

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

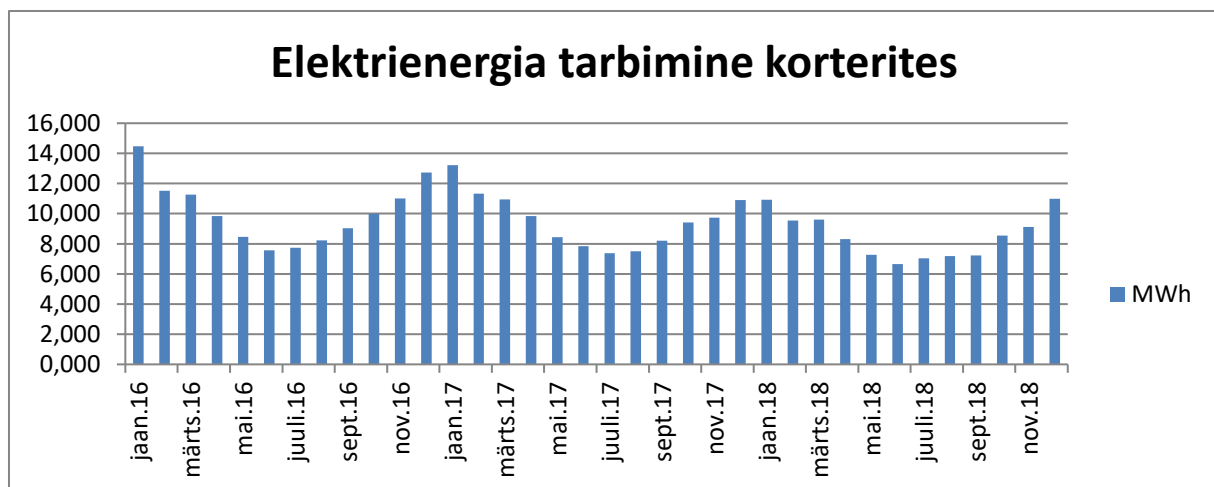
Probleem on tubades valitseva olukorraga. Temperatuuride vahe mõnel pildil on 12 kraadi. KredEx'i soovitus on, et see jääks alla 5 kraadi. Maja nurkades, paneelide ja seinte vahel on külmasillad.

4.2 Soojuse-ja elektrienergia tarbimisandmed kuude lõikes 2016 – 2018.

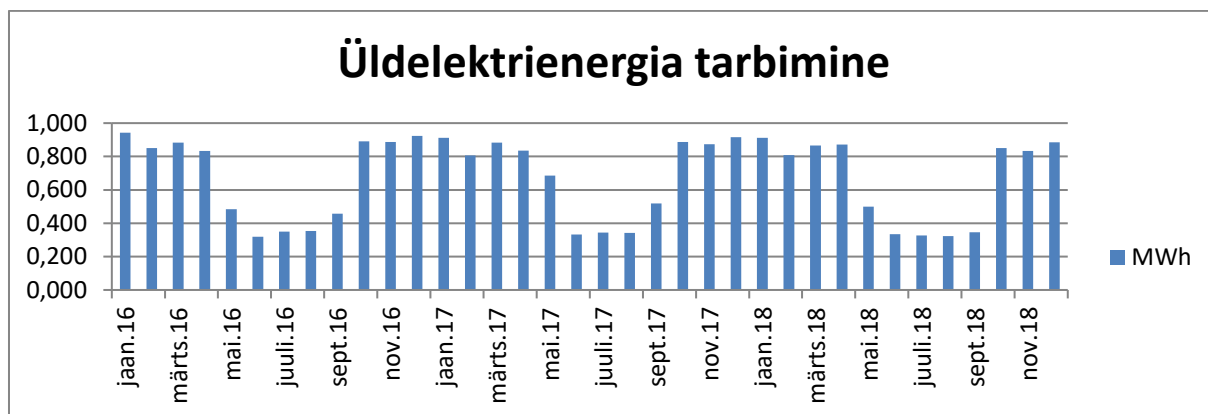
Tabel 4.1 Kaugkütte tarbimine korterites



Tabel 4.2 Elektrienergia tarbimine korterites

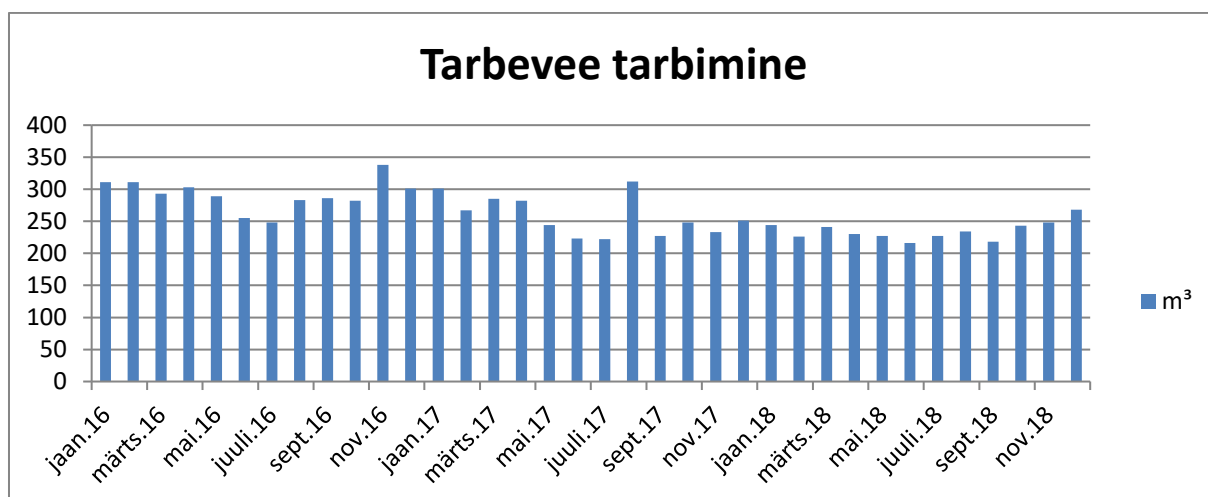


Tabel 4.3 Üldelektrienergia tarbimine

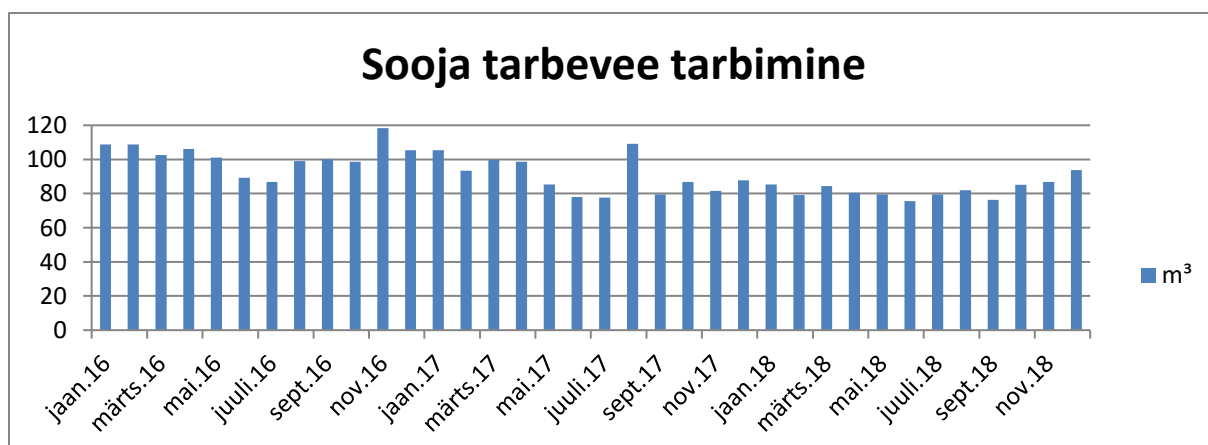


4.3 Tarbevee tarbimisandmed kuude lõikes 2016 – 2018.

Tabel 4.4 Tarbevee tarbimine



Tabel 4.5 Sooja tarbevee tarbimine



4.4 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: $\sum(U \cdot A)/1000 = (897 \times 0,6 + 1452 \times 1,2 + 364 \times 0,8 + 897 \times 0,6 + 39 \times 2,4 + 639 \times 1,4 + 51 \times 1,6)/1000 = 4,18 \text{ kW}/^\circ\text{C}$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest enne renoveerimist. Erisoojuskadu $H = L \cdot p \cdot c = 0,66 (\text{m}^3/\text{s}) \times 1,2 \times 1,005 = 0,79 \text{ kW}/^\circ\text{C}$ $L = V \cdot n / 3600$

Õhuvahetuse kordarvuks on võetud 0,3 1/h.

Hoone erisoojuskadod $H = \sum(U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 4,97 \text{ kW}/^\circ\text{C}$.

Vabasoojuse arvutus:

Vabasoojus inimestelt (102 in): $\Phi_{in} = 102 \times 30/1000 = 3,06 \text{ kW}$

Vabasoojus valgustuselt ja elektriseadmetelt (korterite elektrikulu 112,99 MWh)

$\Phi_{el} + \Phi_{sead} = 112,99 \times 8,5 \times 10^{-5} = 9,60 \text{ kW}$

Päikese kiirgusest tingitud keskmine vabasoojuskirgus:

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

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

loe $31,7 \times 0,75 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,65 \times 327,84 = 4,10 \text{ kW}$

kagu $57,9 \times 0,75 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,65 \times 349,5 = 7,99 \text{ kW}$

Kokku 12,09 kW

Kokku vabasoojus $\Phi_{vs} = \Phi_{in} + \Phi_{el} + \Phi_P = 24,76 \text{ kW}$

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

Seega arvestuslik vabasoojuskooormus $\Phi_{vs} = 12,38 \text{ kW}$

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 2,49 \text{ }^\circ\text{C}$

Tasakaalutemperatuur hoones enne renoveerimist $t_B = t_s - t_{vs} = 18,51 \text{ }^\circ\text{C}$

21°C on hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur.

Peale hoone renoveerimist (Säästumeetmete pakett 1):

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 1:

$\sum(U \cdot A)/1000 = 2,05 \text{ kW}/^\circ\text{C}$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$H = L \cdot p \cdot c = L \cdot 1,2 \cdot 1,005 = 1,32 \text{ kW}/^\circ\text{C}$

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

Hoone erisoojuskadod $H = \sum(U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 3,37 \text{ kW}/^\circ\text{C}$

Vabasoojus

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

Seega arvestuslik vabasoojuskooormus $\Phi_{vs} = 17,33 \text{ kW}$

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $t_{vs} = \Phi_{vs}/H = 5,14 \text{ }^\circ\text{C}$

Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist $t_B = t_s - t_{vs} = 15,86 \text{ }^\circ\text{C}$

21°C on hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur.

Peale hoone renoveerimist (Säästumeetmete pakett 2):

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 2:

$$\sum(U \cdot A)/1000 = 1,85 \text{ kW}/^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$H = L \cdot p \cdot c = L \cdot 1,2 \cdot 1,005 = 1,32 \text{ kW}/^\circ\text{C}$$

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

$$\text{Hoone erisoojuskaod } H = \sum(U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 3,18 \text{ kW}/^\circ\text{C}$$

Vabasoojus

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

Seega arvestuslik vabasoojuskooormus $\Phi_{vs} = 17,33 \text{ kW}$

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $t_{vs} = \Phi_{vs}/H = 5,46 \text{ }^\circ\text{C}$

Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist $t_B = t_s - t_{vs} = 15,54 \text{ }^\circ\text{C}$

21°C on hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur.

Peale hoone renoveerimist (Säästumeetmete pakett 3):

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 3:

$$\sum(U \cdot A)/1000 = 1,85 \text{ kW}/^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$H = L \cdot p \cdot c = L \cdot 1,2 \cdot 1,005 = 1,32 \text{ kW}/^\circ\text{C}$$

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

$$\text{Hoone erisoojuskaod } H = \sum(U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 3,18 \text{ kW}/^\circ\text{C}$$

Vabasoojus

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

Seega arvestuslik vabasoojuskooormus $\Phi_{VS} = 17,33 \text{ kW}$

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $t_{VS} = \Phi_{vs}/H = 5,46 \text{ }^\circ\text{C}$

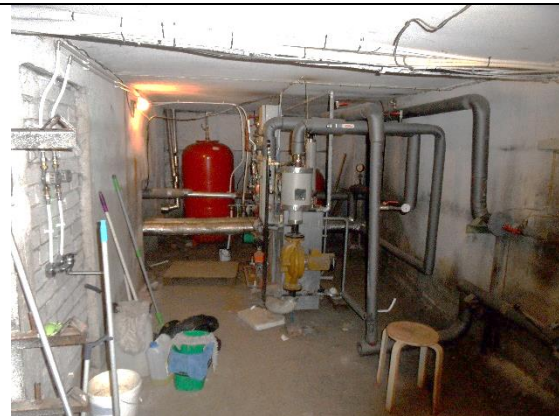
Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist $t_B = t_s - t_{vs} = 15,54 \text{ }^\circ\text{C}$

21°C on hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur.

4.5 Illusreerivad pildid.



1. Korterelamu hoovi poolt



2. Soojussõlm



3. Tasakaalustusventiilid



4. Hallitus lae nurgas

4.6 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 küte
7. Eesti Kraadpäevad – KredEx