



Tellija: KÜ Lai
Tellija kontaktisik: Tiit Viibur
Aadress: Lai 5, Rakvere 44308, Lääne-Virumaa
Tel: 5011044
E-post: lai5rakvere@gmail.cm

Töö nr. 1701



ENERGIAAUDIT



3-KORRUSELINE 17-KORTERIGA JA ÜHE BÜROORUUMIGA
KIVIMAJA
LAI 5, RAKVERE, LÄÄNE-VIRUMAA

Auditeerimise aeg: veebruar. 2017

Logeritega sisekliima mõõtmine: 23.-28.02.2017

Aruanne esitatud: 21.märts.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 /digitaalne/

Eessõna

Käesolevas energiaauditi aruandes on esitatud Rakveres, aadressil Lai 1 asuva 3-korruselise ja 17- korteriga ja ühe bürooruumiga kivimaja kütte, ventilatsiooni, elektri-, gaasi- 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 paigaldamine, vestlused korterivaldajatega ning küsitluslehe täitmine; 3) Kogutud andmete põhjal tehnilis-majanduslike arvutuste tegemine ning auditiaruande koostamine.

Hoone auditeerimisel analüüsiti 2014 – 2016 aasta elektri, gaasi 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.

Hoones on mõõdetud summaarset soojustarbimist, sooja tarbevee tarbimist, elektritarbimist üldiselt, gaasi tarbimist toidu valmistamiseks 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 korteriühistu juhatuse liige Tiit Viibur (tel. 5011044). Ruumide sisekliimast parema ülevaate saamiseks on teostatud kolmes korteris temperatuuri ja suhtelise niiskuse mõõtmisi loggeritega. 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 läbiviidud rekonstrueermis/renoveerimistööd	14
2.4 Kasutatud mõõtmeseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte.....	14
2.5 Energia- ja veevarustuse üldisloomustus	15
2.6 Gaasi kulu toidu valmistamiseks	16
2.7 Soojusenergia kulu (kaugküte + elekter) MWh.....	17
2.8 Elektrienergia kulu kWh.....	18
2.9 Vee kulu m ³	19
2.10 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 Elektri- ja gaasivarustus	24
4. Lisad.	25
4.1 Sisekliima mõõtmistulemused.....	25
4.2 Soojuse-, elektri-, gaasienergia tarbimisandmed kuude lõikes 2014 – 2016.....	27
4.3 Tarbevee tarbimisandmed kuude lõikes 2014 – 2016.	29
4.4 Tasakaalutemperatuuri leidmine.	29
4.5 Illusreerivad pildid.	32
4.6 Kasutatud kirjandus.....	33

1. Auditi tulemuste kokkuvõte ja ülevaade säästuettepanekutest.

Käesolevas peatükis on esitatud kokkuvõte korterelamu energiaauditi läbiviimise tulemustest.

Energiaauditi aluseks on Tellijalt saadud 2014-2016 aastate energiatarbimise andmed (kaugküte, gaas, elekter, tarbevesi).

Hoones on 17 korterit ja üks büroohoone. Vastavalt määrusele Energiatõhususe miinimumnõuded 30.08.2012 nr 68 punkt 1.7 on arvutustes büroo pindala arvestatud eluruumide hulka. Kui hoonel on mitu erinevat kasutusotstarvet, siis alla 10% köetava pinnaga osale rakendatakse suurema pindalaga kasutusotstarbe standardkasutus. Nende kahe pindala summa on 698,3 m².

Maagaasi kütteväärtus on 33-34 MJ/m³. Arvutustes on võetud 1 m³ = 9,3 kWh.

Soojusenergia keskmine kogukulu aastatel 2014-2016 oli mõõdetud 135 MWh/a ja sellele vastav rahaline kulu ca 10098 EUR/a. Normaalaastale taandatud kolme viimase täisaasta soojusenergia keskmine kulu on 151 MWh/a ja lähtuvalt hoone köetavast pinnast 720,9 m² (eluruumid ja trepikojad) on normaalaasta keskmine kogu soojusenergia eritarbimine köetava pinna ühikule 209 kWh/m² (koef. 0,9). Elektrienergiat on tarbitud kokku 33,3 MWh/a (koef.2), maagaasi 3,56 MWh/a (koef. 1,0) ja kaugkütet 151 MWh/a (koef. 0,9). Kaalutud energiaerikasutus (KEK) on 281 kWh/(m² a), energiatarbimise klass – G 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 15% toetuste nõuetele, pakett 2 vastab 25% toetustele ja pakett 3 vastab 40% toetuste nõuetele.

Pakett 1. Hinnanguline KEK arv 186 kWh/(m²a). Energiaklass E:

- Pööningu soojustamine (300 mm)
- Külgliseinte soojustamine (150 mm)
- Otsaseinte soojustamine (150 mm)
- Vanade vahetamata akende vahetus (3-kordne klaaspakett)
- Soojussõlme lisada plaatsoojusvaheti sooja vee valmistamiseks
- Sooja vee torustik soojussõlmest korteritesse
- Mehaaniline väljatõmbeventilatsioon Värske õhu klapiga.
- Püstakute torustiku vahetus
- Vana kanalisatsioonitorustiku vahetus keldri tasemel
- Sokli soojustamine (100 mm)

Pakett 2. Hinnanguline KEK arv 157 kWh/(m²a). Energiaklass D:

- Pööningu soojustamine (300 mm)

- Külgliseinte soojustamine (150 mm)
- Otsaseinte soojustamine (150 mm)
- Vanade vahetamata akende vahetus (3-kordne klaaspakett)
- Uued aknad tõstetakse soojustuse tasapinda
- Soojussõlme lisada plaatsoojusvaheti sooja vee valmistamiseks
- Sooja vee torustik soojussõlmest korteritesse
- Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem.
- Püstakute torustiku vahetus
- Vana kanalisatsioonitorustiku vahetus keldri tasemel
- Sokli soojustamine (100 mm)

Pakett 3. Hinnanguline KEK arv 150 kWh/(m²a). Energiaklass C:

- Pööningu soojustamine (400 mm)
- Külgliseinte soojustamine (200 mm)
- Otsaseinte soojustamine (200 mm)
- Vanade vahetamata akende vahetus (3-kordne klaaspakett)
- Uued aknad tõstetakse soojustuse tasapinda
- Soojussõlme lisada plaatsoojusvaheti sooja vee valmistamiseks
- Sooja vee torustik soojussõlmest korteritesse
- Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem.
- Püstakute torustiku vahetus
- Vana kanalisatsioonitorustiku vahetus keldri tasemel
- Sokli soojustamine (100 mm)

Kuna elektrisüsteem on hiljuti rekonstrueeritud ja üldelektrienergia kulu on antud hoones väga 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	Säästu-väärtus €/a	Liht-tasuvus-aeg, a	Märkus
Säästumeetmete pakett I:						
Pööning	Soojustatakse 300 mm	15 000				
Küljesein	Soojustatakse 150 mm	50 792				
Otsasein	Soojustatakse 150 mm	21 012				
Vanad aknad	Uued 3-klaasiga pakettaknad	1 800				
Ventilatsioon	Mehaaniline väljatõmme värske õhu klapiga	13 000				
Küttesüsteem	Renoveerida soojussõlm, lisada plaatsoojusvaheti sooja vee jaoks	15 000				
Sooja vee torustik	Soojussõlmest korteritesse	5 000				
Püstakute torustik	Vahetada välja vee- ja kanalisatsioonitorusti	30 000				
Kanalisatsioon	Keldri torustiku väljavahetamine	6 000				
Sokkel	Soojustamine 100 mm	4 000				
Kokku		161 604	65	4531	36	

Tabelid 1.2 Sisekliima parendamise ja energiasäästupakett 2

Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus, €	Energia sääst MWh/a	Säästu-väärtus €/a	Liht-tasuvus-aeg, a	Märkus
Säästumeetmete pakett 2:						
Pööning	Soojustatakse 300 mm	15 000				
Küljesein	Soojustatakse 150 mm	50 792				
Otsasein	Soojustatakse 150 mm	21 012				
Vanad aknad	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	1 800				
Uued aknad	Tõstetakse soojustuse tasapinda	17 050				
Ventilatsioon	Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem kasuteguriga 80%	63 000				
Küttesüsteem	Renoveerida soojussõlm, lisada plaatsoojusvaheti sooja vee jaoks	15 000				
Sooja vee torustik	Soojussõlmest korteritesse	5 000				
Püstakute torustik	Vahetada välja vee- ja kanalisatsioonitorusti	30 000				
Kanalisatsioon	Keldri torustiku väljavahetamine	6 000				
Sokkel	Soojustamine 100 mm	4 000				
Kokku		228 654	91	6307	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:						
Pööning	Soojustatakse 400 mm	20 000	96	6650	35	
Küljesein	Soojustatakse 200 mm	50 792				
Otsasein	Soojustatakse 200 mm	21 012				
Vanad aknad	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	1 800				
Uued aknad	Tõstetakse soojustuse tasapinda	17 050				
Ventilatsioon	Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem	63 000				
Küttesüsteem	Renoveerida soojussõlm, lisada plaatsoojusvaheti sooja vee jaoks	15 000				
Sooja vee torustik	Soojussõlmest korteritesse	5 000				
Püstakute torustik	Vahetada välja vee- ja kanalisatsioonitorusti	30 000				
Kanalisatsioon	Keldri torustiku väljavahetamine	6 000				
Sokkel	Soojustamine 100 mm	4 000				
Kokku		233 654	96	6650	35	

1.2 Kokkuvõte säästupakettidest

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

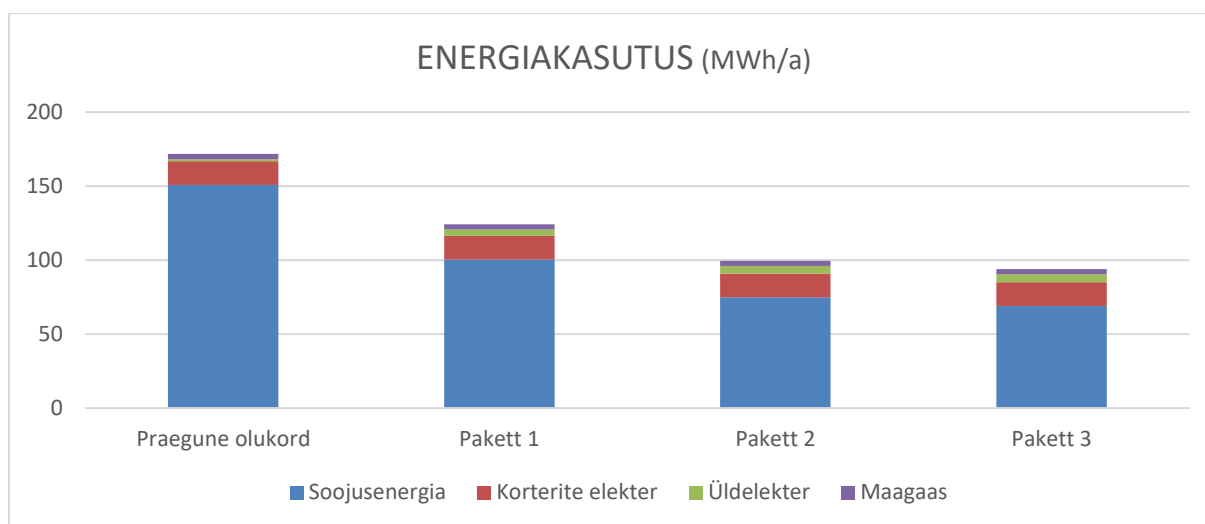
Pakett 2 on kasutusel 80% soojustagastusega ventilatsiooniseade, mis vähendab oluliselt õhu soendamiseks kuluvat kütteenergiat.

Pakett 3 on kasutusel soojustagastusega ventilatsiooniseade mis vähendab oluliselt õhu soendamiseks kuluvat kütteenergiat. Parema soojapidavuse saamiseks on lisatud rohkem soojustust.

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	151	100	74	69	MWh/a
sh küte	151	86	60	55	MWh/a
sh soe vesi		14	14	14	MWh/a
Gaasi tarbimine	4	4	4	4	MWh/a
sh toidu valmistamiseks	4	4	4	4	MWh/a
Ventilatsioonisüsteemi elektritarbimine normaalaastal		3	4	4	MWh/a
Elektritarbimine (va ventilatsioon)	32	17	17	17	MWh/a
sh soe vesi	14	0	0	0	MWh/a
sh korterid	16	16	16	16	MWh/a
sh üldelekter	1	1	1	1	MWh/a
Energiakasutus	186	123	99	94	MWh/a
Kaalutud energiakasutus	203	134	113	108	MWh/a
Kaalutud energiaerikasutus (KEK)	281	185	156	150	kWh/(m ² a)
Kaalutud energiaerikasutuse klass	G	E	D	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	161 604	228 654	233 654
Toetus	%	15	25	40
Toetus	EUR	24 241	57 164	93 462
Omafinantseering	EUR	0	0	0
Laenusumma	EUR	137 363	171 491	140 192
Kuumakse	EUR/kuus	916	1143	935
Laenukoormus 1 m² eluruumile	EUR/kuus/m²	1,31	1,64	1,34

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	151	100	74	69
Maagaasi tarbimine	MWh/a	4	4	4	4
Elektri tarbimine	MWh/a	32	20	21	21
Küttesoojuse hind	EUR/MWh	64	64	64	64
Maagaasi hind	EUR/MWh	37	37	37	37
Elektri hind	EUR/MWh	140	140	140	140
Aastased kulud	EUR/a	14 216	9 337	7 839	7 522
Aastased energia erikulud	EUR/kuus/m ²	1,70	1,11	0,94	0,90
Remondifond	EUR/kuus/m ²	0,45	0,15	0,15	0,15
Laenukoormus 1 m ² eluruumile	EUR/kuus/m ²	0,00	1,31	1,64	1,34
Kokku	EUR/kuus/m²	2,15	2,58	2,72	2,39
Muutus	EUR/kuus/m²	0,00	0,43	0,58	0,24

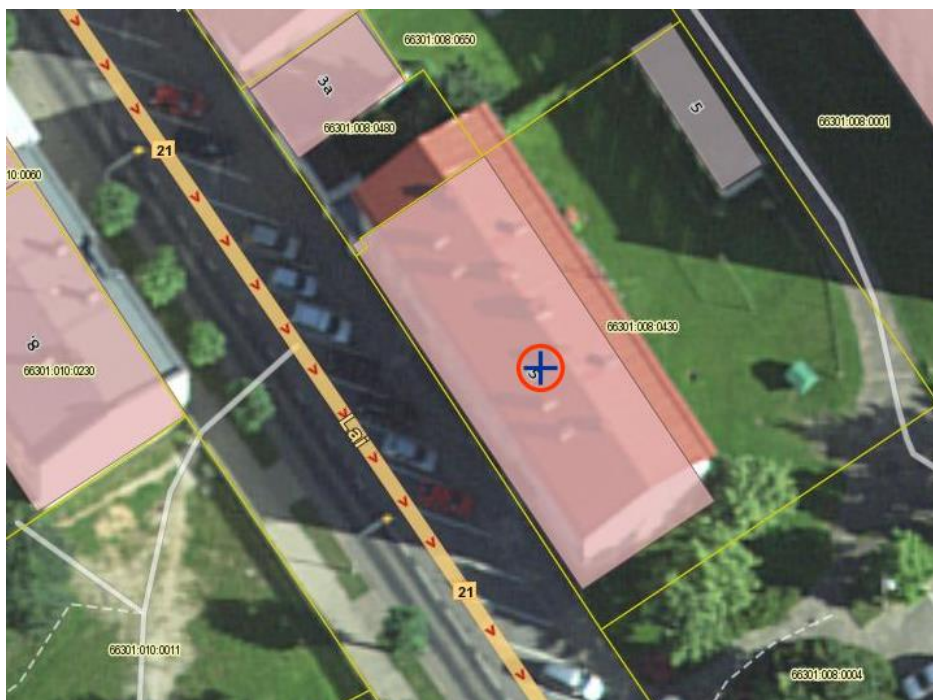
On näha, et laenumakse, hooldustasu ja energiatarbe muutuse koosmõjus elanike maksekoormus tõuseb pakettide 1 ja 2 puhul umbes pool euro. Pakett 3 korral tõuseb maksekoormus poole vähem. Haldustasu 0,22 eurot jääks samaks.

2. Hoone energiakasutuse hetkeseis.

2.1 Hoone asukoht ja paiknemine

Hoone asub Rakvere kesklinnas tiheasustusalas (vt Joonis 1.1).

Joonis 1.1 Joonis Maa-ameti kaardiservelilt. Hoone asub Rakvere kesklinnas tiheasustusalas.



2.2 Hoone üldandmed

Hoone on kahe trepikojaga, kolmekorruseline, viilkatusega, keldriga kivimaja. Tabel 2.1 annab ülevaate hoone põhiandmetest.

Tabel 2.1. Hoone andmed

Hoone aadress:	Lai 5, Rakvere, Lääne- Viru maakond
EHR kood:	108009540
Katastritunnus:	66301:008:0430
Kasutamise otstarve:	11222 Muu kolme või enama korteriga elamu
Esmane kasutus:	1960
Korruste arv:	3
Trepikodade arv:	2
Ehitusalane pind: (EHR)	341 m ²
Suletud netopind: (EHR)	957,9 m ²
Kõetav pind:	720,9 m ²
Eluruumide pind:	698,3 m ²
Hoone maht: (EHR)	4597 m ³

Köetavate ruumide maht:	4597m ³
Korterite arv:	18
Elanike arv:	33
Kelder:	Jah
Soe kelder	Ei
Lähedal asuvad hooned:	Jah

Hoones on on 1-toalisi 2, üldpinnaga 53,6 m², 2-toalisi 14, üldpinnaga 544,1 m², 3-toalisi 2, üldpinnaga 100,6 m². Keldrikorruusel asuvaid kütetorustike poolt soojendatud ruume pole hoone köetava pinna hulka arvestatud. Trepikojad on arvestatud köetava pinna hulka.

Andmed on saadud Riigi Arhiivis olevast Lai 5 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
2008	Vahetatud katus
2008	Renoveeritud keskküttesüsteem, autom. juhtimisega
	Vahetatud elektrikilbid trepikodades

Hoone üldine olukord on keskpärane. Puuduvad visuaalsed märgid põhikonstruktsioonide olukorra halvenemisest. Üksikud tellised on seina tasapinnast väljapoole tulnud. Pandus on 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 10794138 10794141	RH +- 2,5% Temp +- 0,21° C	1 - 95% -20 – (+70)° C
Termokaamera	Fluke Ti10	08010855	Temp +- 2,0 %	-20 – (+125)° C

Logereid kasutati kolmes korteris 6, 9 ja 18 korteris seitsme ööpäeva jooksul õhutemperatuuri ja niiskuse registreerimiseks. Graafikud on esitatud lisades 3.1. – 3.4.

Sisetemperatuuri mõõtmised (vt Graafikud 3.1 – 3.4) näitasid , et temperatuurid ja niiskus ruumides on sarnased. Kolme korteri keskmine temperatuur on 20-23 °C vahel. Korteri piires oli kõikumine 2-3 kraadi. Täpsem info ja logerite graafikud on Lisas 4.1. Niiskuse keskmine tulemus oli ühes korteris 35% ja kahes oli 40%. Välistemperatuur oli mõõdistuste ajal +1 - -8 °C. Selle hea tulemuse taga on renoveeritud küttesüsteem. Teistes kortermajades pole nii head tulemust olnud.

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)

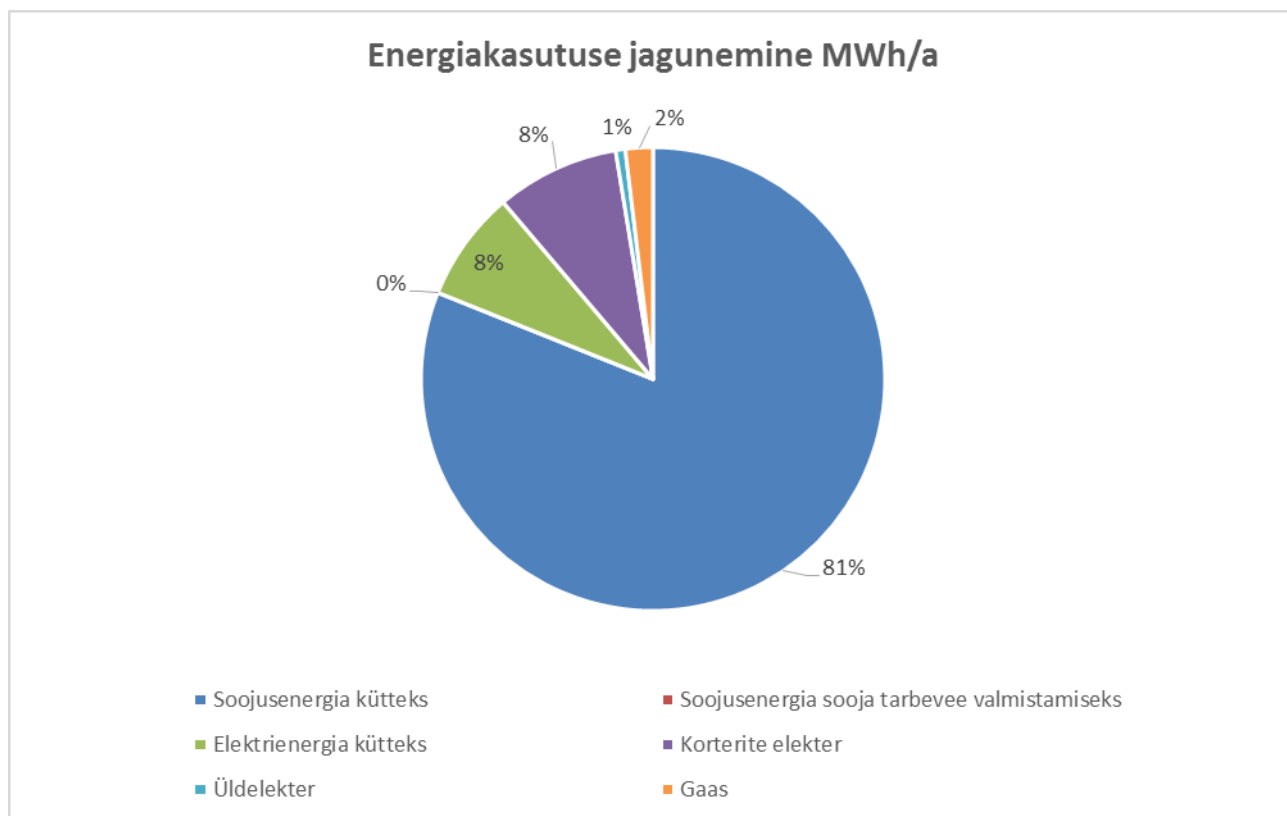
Termokaameraga tehtud uuringud on esitatud eraldi aruandena.

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 kahetorusüsteem. Soojussõlm on renoveeritud ja automatiseeritud, plaatsoojusvaheti abil on süsteem muudetud kinniseks.
Korteri 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:	Elektriboilerid
Sooja tarbevee arvestus:	Jah
Ventilatsiooni liik:	Loomulik: õhu sissepääs läbi akende ebatiheduste, väljapääs ventilatsioonilõõrdest
Elektrienergia tarnija:	Eesti Energia AS
Gaasi tarnija:	Eesti Gaas AS
Gaas:	Tsentraalne varustus
Elektrivõrgu pingeline:	3 x 230/400 V
Peakaitse:	63 A

Hoones viimasel kolmel aastal keskmiselt tarbitud soojusenergia, elektri- ja gaasenergia kokku jagunevad järgmiselt:



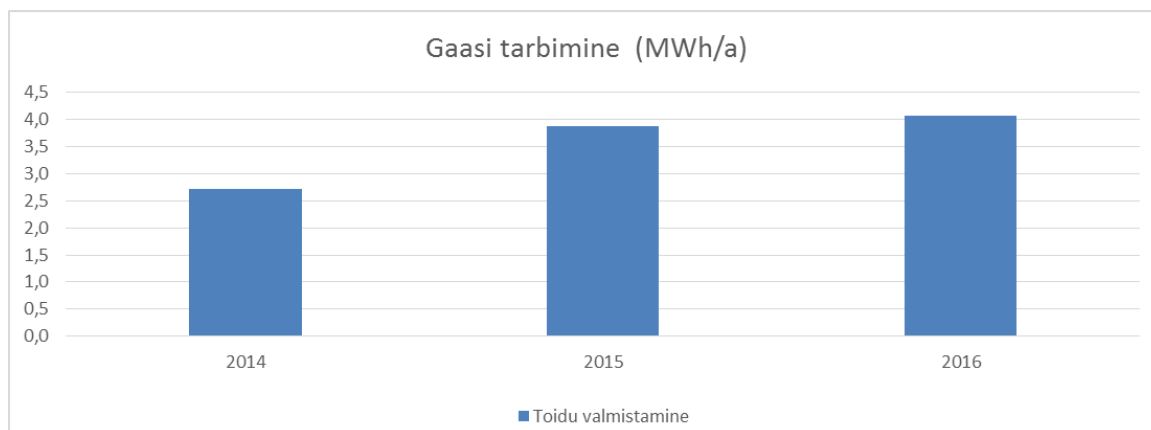
Graafik 2.1. Energiakasutuse jagunemine

2.6 Gaasi kulu toidu valmistamiseks

Tabel 2.5 Gaasitarbimise üldiseloostus

Gaasi tarbimine	2014	2015	2016	Ühik
Maagaasi kasutamine toidu valmistamiseks	293	416	438	m ³ /a
Maagaasi kasutamine toidu valmistamiseks	2,72	3,87	4,07	MWh/a
Gaasi tariif/hind	0,49	0,40	0,34	€/m ³
Kulutused gaasile	144	166	149	€/a
Gaasi eritarbimine köetava pinna kohta	0,41	0,58	0,61	m ³ /(m ² a)
Gaasi eritarbimine eluruumide kohta	0,42	0,60	0,63	m ³ /(m ² a)
Gaasi eritarbimine köetava pinna kohta	3,78	5,37	5,65	kWh/(m ² a)
Gaasi eritarbimine eluruumide kohta	3,90	5,54	5,83	kWh/(m ² a)

Gaasi kasutatakse korterites söögi valmistamiseks. Gaasipliidid on 3 korteris.

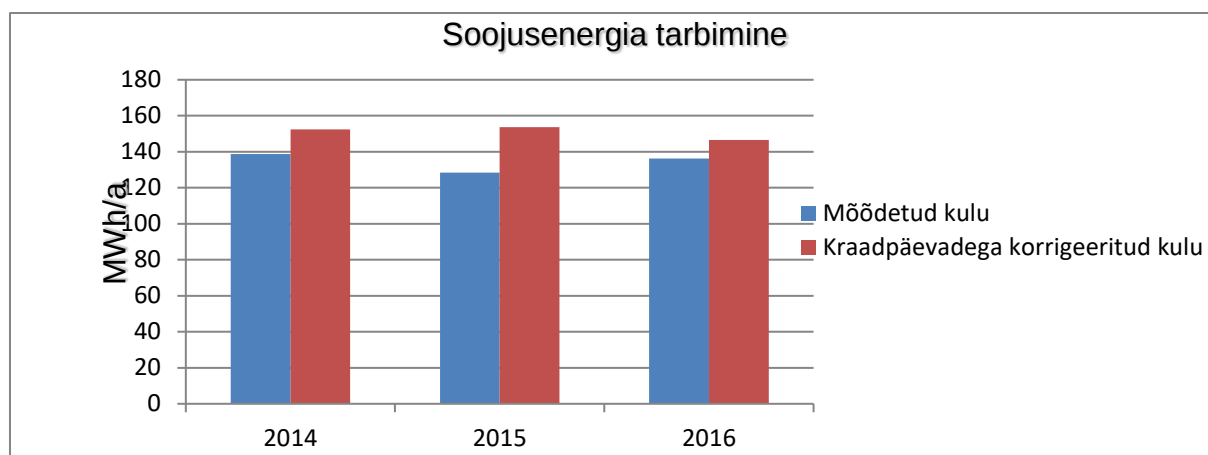
**Graafik 2.2. Gaasitarbimise jaotus aastate lõikes**

2.7 Soojusenergia kulu (kaugküte) MWh

Tabel 2.6 Soojusenergia tarbimine

Soojusenergia tarbimine	2014	2015	2016	Ühik
Mõõdetud tarbimine (kaugküte)	139	129	136	MWh/a
Arvestatud tarbimine (soe vesi)	0	0	0	MWh/a
Mõõdetud tarbimine kokku	139	129	136	MWh/a
Tegelik aasta kraadpäevade arv	4114	3777	4205	°C d
Normaalaasta kraadpäevade arv	4518			°C d
Kraadpäevadega korrigeeritud soojustarbimine (kaugküte)	152	154	146	MWh/a
Soojuse tariif/hind (kaugküte)	68,2	68,7	63,8	€/MWh
Kulutused soojusele (kaugküte)	10396,1	10559,9	9339,4	€/a
Kraadpäevadega korrigeeritud soojustarbimine kaugküte	152,4	153,7	146,5	MWh/a
Eritarbimine köetava pinna kohta	211	213	203	kWh/(m ² a)
Eritarbimine eluruumide pinna kohta	218	220	210	kWh/(m ² a)

Hinnad on arvestatud käibemaksuga (vt Eessõna).



Graafik 2.3. Soojusenergia tarbimine korrigeerituna kraadpäevadega

2.8 Elektrienergia kulu kWh

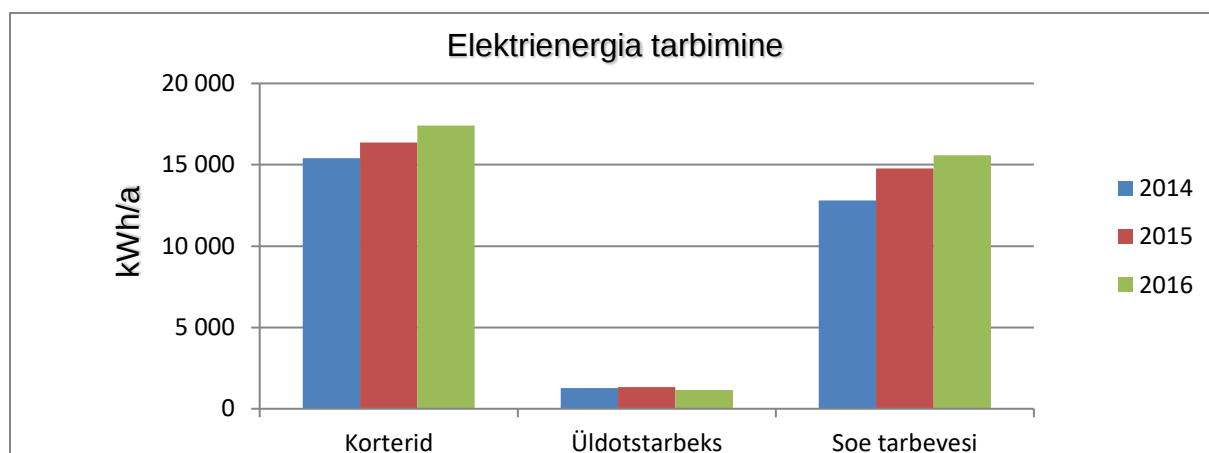
Elektri tarbimine jaguneb kolme suuremasse tarbijagruppi: üldelekter, korterite olmeelekter ja elekter kütteks (vt Tabel 2.7).

Tabel 2.7 Elektrienergia tarbimine

Elektrienergia tarbimine	2014	2015	2016	Ühik
Elektrienergia korterid	15407	16374	17410	kWh/a
Elektrienergia soojaks tarbeveeks	12809	14778	15570	kWh/a
Elektrienergia üldotstarbeks sh. kelder, trep.	1 271	1 328	1 157	kWh/a
Elektrienergia kokku	29 487	32 480	34 137	kWh/a
Elektri tariif/hind (elekter)	0,14	0,14	0,14	€/kWh
Elektrienergia maksumus	4128	4547	4779	€/a
Eritarbimine köetava pinna kohta	41	45	47	kWh/(m ² a)
Eritarbimine eluruumide pinna kohta	42	47	49	kWh/(m ² a)

Üldiselt on üldelektri eritarbimine suurusjärgus kuni 1-2,5 kWh/(m²a) köetava pinna kohta, Lai 5 majal on see 1,7 kWh/(m²a).

Korterite elektri eritarbimine on pikaajase statistika alusel üldjuhul 40 kWh/(m²a) juures. Lai 1 hoone korral võib täheldada 45% madalamat eritarbimist.



Graafik 2.4. Elektrienergia tarbimise jaotus

2.9 Vee kulu m³

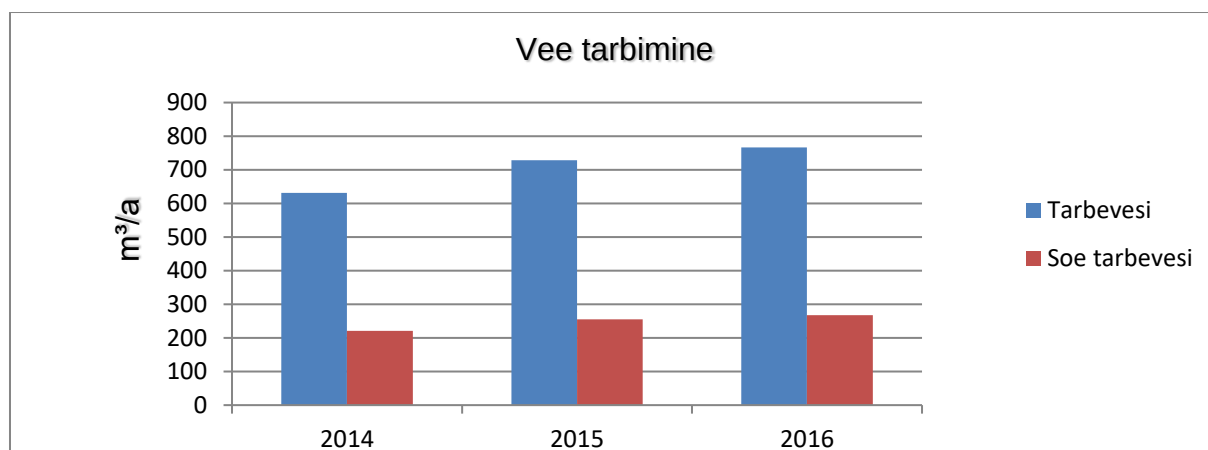
Vee kulust annab ülevaate Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Tarbevee tarbimine

Tarbevee kulu	2014	2015	2016	Ühik
Tarbevesi	631	728	767	m ³ /a
Tarbevee tariif/hind	2,29	2,58	2,58	€/m ³
Kulutused tarbeveele	1443	1878	1979	€/a
Tarbevee eritarbimine köetava pinna kohta	0,88	1,01	1,06	m ³ /(m ² a)
Tarbevee eritarbimine eluruumide kohta	0,90	1,04	1,10	m ³ /(m ² a)
Soe tarbevesi	221	255	268	m ³ /a
Sooja tarbevee tarbimine	12,8	14,8	15,5	MWh/a
Sooja tarbevee tariif/hind	4,7	4,9	4,8	€/m ³
Kulutused tarbeveele	60	73	75	€/a
Erikulu köetava pinna kohta	0,31	0,35	0,37	m ³ /(m ² a)
Erikulu elamispinna pinna kohta	0,32	0,37	0,38	m ³ /(m ² a)
Elanike arv	33	33	33	in
Erikulu inimese kohta	19	22	23	m ³ /a

Hinnad on arvestatud käibemaksuga (vt. Eessõna). Vee kulu inimese kohta on 1,8 m³ kuus. Soe tarbevesi valmistatakse elektriboilerite abil. Sooja tarbevee kogused on arvestuslikud. Arvutustes on see 35% tarbevee kogusest. Hinnanguline energiakulu vee soojendamiseks on 58 kW/m³.

Sooja vee arvestuslik erikulu inimese kohta on 45 l/pers*päev, mille kohaselt maja soojavee tarbimine peaks olema 542 m³/a. Tegelik tarbimine on ligi poole väiksem ja sõltub ilmselt elanike tarbimisharjumistest, leibkondade koosseisust ja vanuselisest struktuurist.



Graafik 2.5. Tarbe- ja sooja vee tarbimise jaotus

2.10 Hoone soojusbilanss

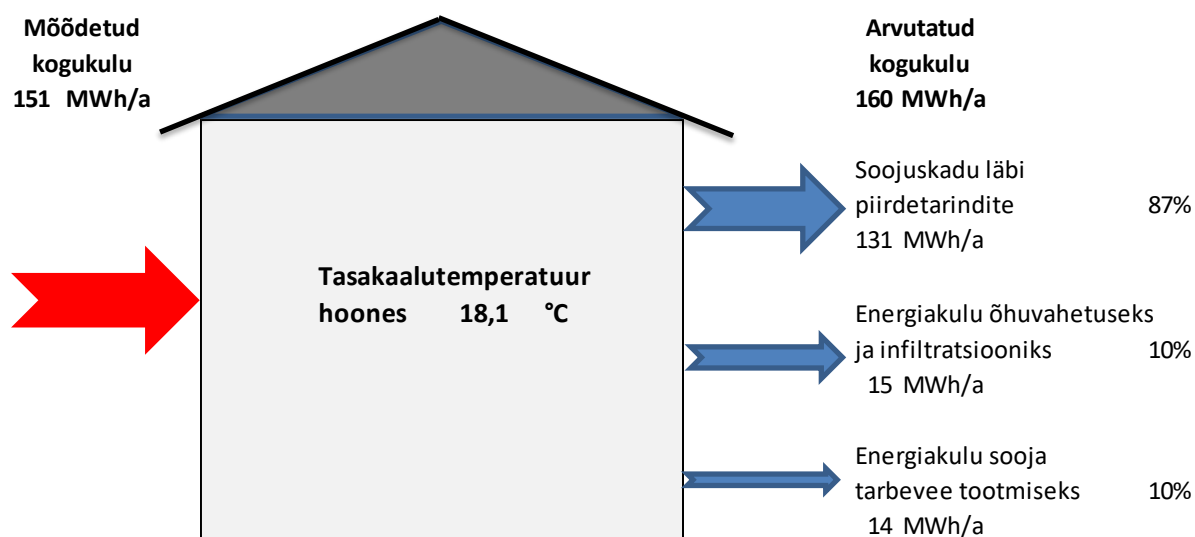
Hoones tarbitud soojusenergia, elektrienergia, gaasienergia ja inimeste elutegevuse tagamiseks vajalik ning sellega kaasnev energia (vabaenergia) moodustavad hoone energiabilansi ühe poole. Soojakaod läbi välispiirete, sooja vee valmistamine ja ventilatsiooniks vajaliku õhu soojendamise energiakulu moodustavad 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	Energiakulu sooja tarbevee valmistamiseks	Arvutatud kogukulu	Mõõdetud kogukulu
	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Katus	16				
Välisseinad küljed	50				
Välisseinad otsad	21				
I korruse põrand	16				
Vanad aknad	2				
Uued aknad	25				
Uksed	1				
Kokku	131	20		151	151



Joonis 2.1. Hoone soojusbilanss

Tasakaalutemperatuur on 18,05 °C, mis arvutati arvutusliku meetodiga (vt. Lisa 4.4). Piirdetarindite soojuskaod 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 ($t_e=18,05^{\circ}\text{C}$)							Säästumeetmete pakett I ($t_e=16,51^{\circ}\text{C}$)			
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 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	Viikatus	Pööning soojustamata	298	0,5	134,3	15,7	Soojustus puistevillaga 300 mm	0,12	3,6	12,1
Välisseinad küljed	Silikaatkivi	Soojustamata	508	0,9	431,7	50,4	Lisasoojustus 150 mm ja kate	0,20	10,1	40,2
Välisseinad otsad	Silikaatkivi	Soojustamata	210	0,9	178,6	20,8	Lisasoojustus 150 mm ja kate	0,20	4,2	16,6
I korruse põrand	r/b laepaneel + põrandakonstruktsioon.	Põranda osa, mille all on külm kelder	298	0,5	134,3	15,7	Ei renoveerita	0,5	13,4	2,3
Vanad aknad/rõduuksed	Peamiselt 2- klaasiga puitaknad	Amortiseerunud	9	2,4	20,4	2,4	Uued 3-klaasiga pakettaknad	1,1	0,9	1,4
Uued aknad/rõduuksed	Peamiselt 2- klaasiga plastikaknad	Head	153	1,4	214,1	25,0	Ei renoveerita	1,4	21,3	3,6
Uksed	Uued metalluksed	Head	6,72	1,4	9,4	1,1	Ei renoveerita	1,4	0,9	0,2
Ventilatsioon		Puudulik					Mehaaniline õhu väljatõmme koos värsket õhu klapi paigaldamisega (värsket õhu radiaator). Soojuskaoks on sissetuleva õhu soojendamiseks kuluv energia.		26,3	-11,2
Kokku					1122,7	131,0			80,8	65,3

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

Säästumeetmete pakett II (t _e =16,33°C)					Säästumeetmete pakett III (t _B =16,33°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 puistevillaga 300 mm	0,12	3,5	12,2	Soojustus puistevillaga 400 mm	0,10	2,9	12,8
Välisseinad küljed	Lisasoojustus 150 mm ja kate	0,20	9,8	40,5	Lisasoojustus 200 mm ja kate	0,14	6,9	43,5
Välisseinad otsad	Lisasoojustus 150 mm ja kate	0,20	4,1	16,8	Lisasoojustus 200 mm ja kate	0,14	2,9	18,0
I korruse põrand	Ei renoveerita	0,5	14,5	1,2	Ei renoveerita	0,5	14,5	1,2
Uued aknad	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	1,1	0,9	1,5	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	1,1	0,9	1,5
Uued aknad	Tõstetakse soojustuse tasapinda	1,1	16,3	8,7	Tõstetakse soojustuse tasapinda	1,1	16,3	8,7
Uksed	Ei renoveerita	1,4	0,9	0,2	Ei renoveerita	1,4	0,9	0,2
Ventilatsioon	Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem kasuteguriga 80%		5,2	9,9	Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem kasuteguriga 80%		5,1	10,1
			55,2	90,9			50,3	95,9

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	Plaatsoojusvahetiga kinnine süsteem	
Soojussõlme renoveerimine	2008	
Soojussõlme automaatika		
Küttesüsteemi ringluspump	Biral AG , tüüp Redline M15-2	
Soojuse arvesti	Kamstrup Multical 601, tüüp 6358898	
Sooja tarbevee valmistamine	Elektriboilerid	Valmistada plaatsoojusvaheti abil
Küttesüsteem	Kahetoru süsteem, uued radiaatorid	
Küttetorustike soojustus	Korralikult soojustatud peale uue soojussõlme paigaldust	Soojustada soojussõlme ruumis
Küttesüsteemi tasakaalustatus	Kui ei ole tasakaalus, tellida vastav spetsialist. Reguleerimisventiilid on teil olemas	
Küttekehad	Uued radiaatorid	
Korterite soojusmõõtjad	Ei	Paigaldada termostaadid

Hoone küttesüsteem on korras. 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..

Soojussõlm on heas korras.

3.3 Vee- ja kanalisatsioonisüsteem

Külm tarbevesi saadakse linnavõrgust. Tarnija on Rakvere Vesi AS. Sooja tarbevett valmistatakse elektriboilerite abil. Sooja vett on soovitatav valmistada soojussõlmes plaatvaheti abil. Keldris on kanalisatsioonitorustik amortiseerunud ja tuleks äravahetada.

Olmekanaliseatsioon juhitakse linnavõrku. 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.

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

Kolmes köögis on kasutusel gaasipliidid. Ebapiisav ventilatsioon gaasipliidide kasutamisel on elanikele ohtlik.

3.5 Elektri- ja gaasivarustus

Hoone on ühendatud Eesti Energia AS elektrivõrguga ühe liitumispunkti kaudu. Elektrivõrgu pinge on 380/220V. 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 ja paigaldada kaasaegsem üldvalgustus, mis põhineks LED-lampidel. Soovitan kasutada keldris liikumisanduriga LED lampe. 18 W lamp koos anduriga maksab umbes 22 eurot koos käibemaksuga. Energiakasutus valgustusele väheneb üle 10 korra.

Kui elamu peakaitse on üle 100 ampri, siis peab olema sõlmitud leping käidukorraldajaga. Samuti peab iga viie aasta tagant teostama elektripaigaldiste korralise auditi.

Hoone on ühendatud tsentraalsesse gaasivõrku. Tarnijaks on Eesti Gaas AS. Korterites kasutatakse gaasi toidu valmistamiseks. Tuleks jälgida, et gaasi ja elektrienergia hoonesisene jaotamine ning kasutamine oleks ohutu. Vanad seadmed tuleks üle kontrollida või vahetada välja.

KÜ juhatus on kohustatud gaasipaigaldisega seotud suitsugaaside lõõride puhastamist tellima kord aastas ning seda peab teostama pädev korstnapühkija. Gaasiseadme hoolduse ja kontrolliga võib tegeleda ainult eripädevusega isik, kodus omal käel seda teha ei tohi. Mõistlik oleks kõik tööd kortermajas tellida korraga ja kindlal kuul aastas.

4. Lisad.

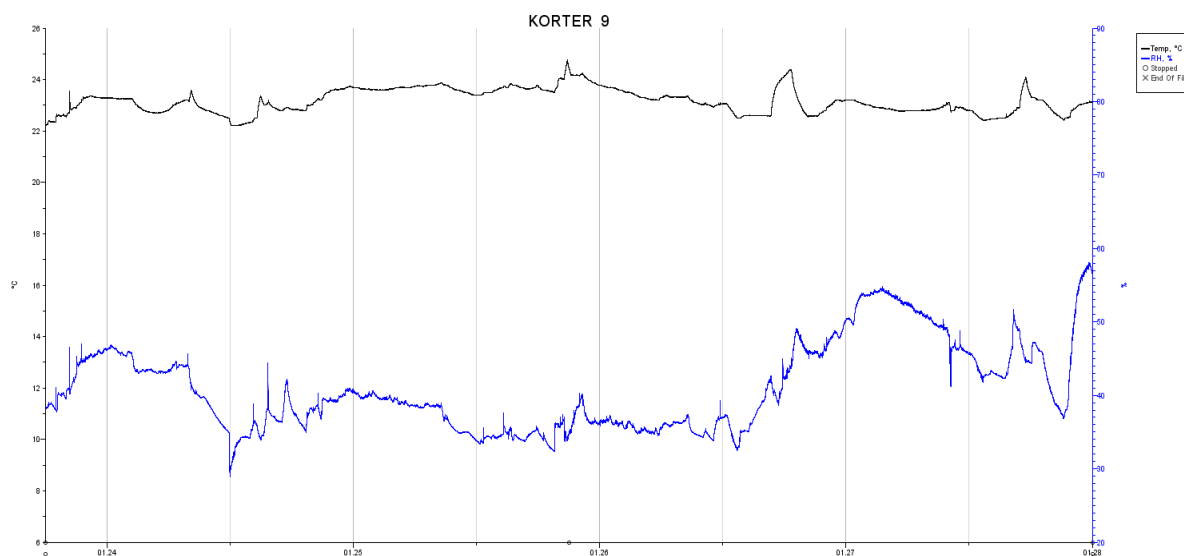
4.1 Sisekliima mõõtmistulemused

Esimese korruse kontoris sai mõõdetud CO₂ sisaldust õhus. Tulemus oli 1783 ppm. Lubatud ülemine piir on 1000 ppm. Põhjuseks on nõrk ventilatsioon.



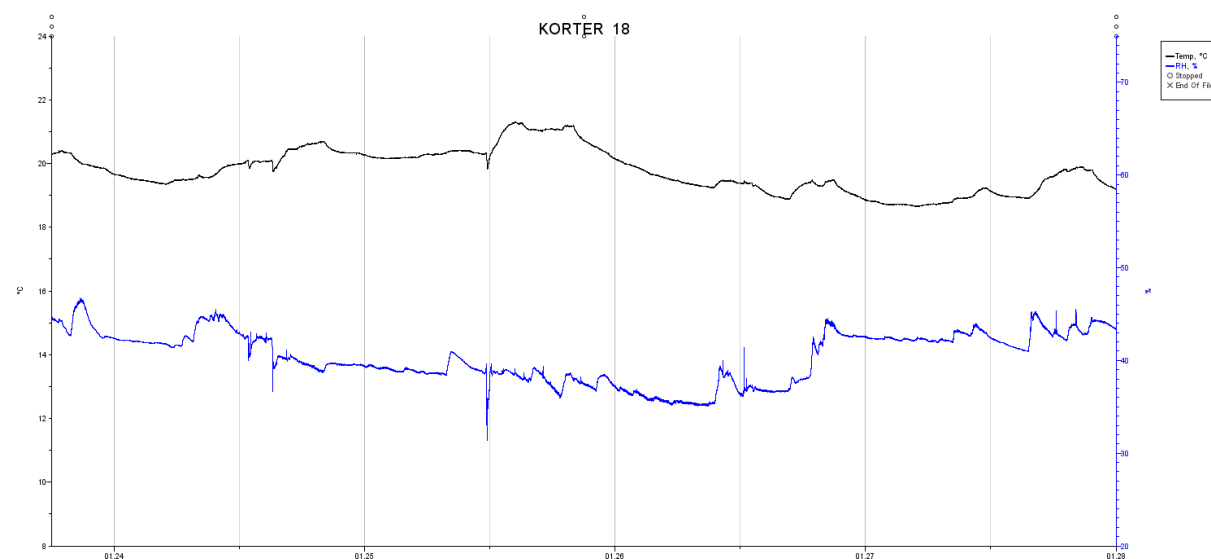
Ruumi siseõhu suhteline niiskus peab jääma piirdesse: talvel 25-45 %, suvel 30-70 % (Sisekliima, EPN 12.2)

Temperatuur ja niiskus teise korruse korteris. Temperatuur on vahemikus 22-24 °C, keskmine on 23 °C. Niiskus on vahemikus 35-55 %, keskmine on 40%.



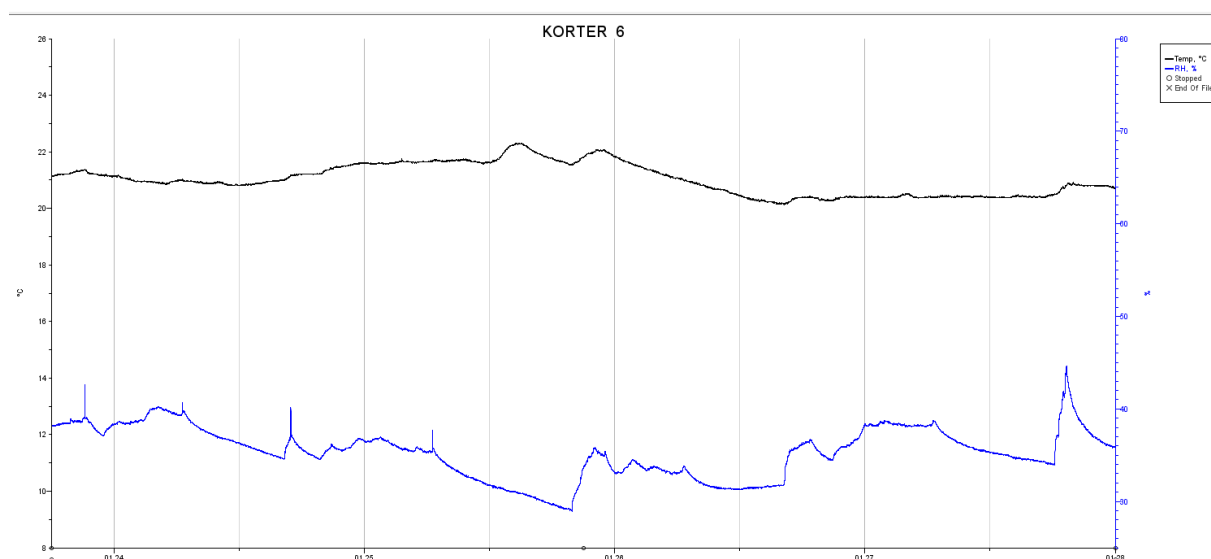
Graafik 3.1. Suhteline õhuniiskus ja temperatuur korteris 9

Temperatuur ja niiskus kolmanda korruse korteris. Temperatuur on vahemikus 19-21 °C, keskmine on 20 °C. Niiskus on vahemikus 35-45 %, keskmine on 40%.



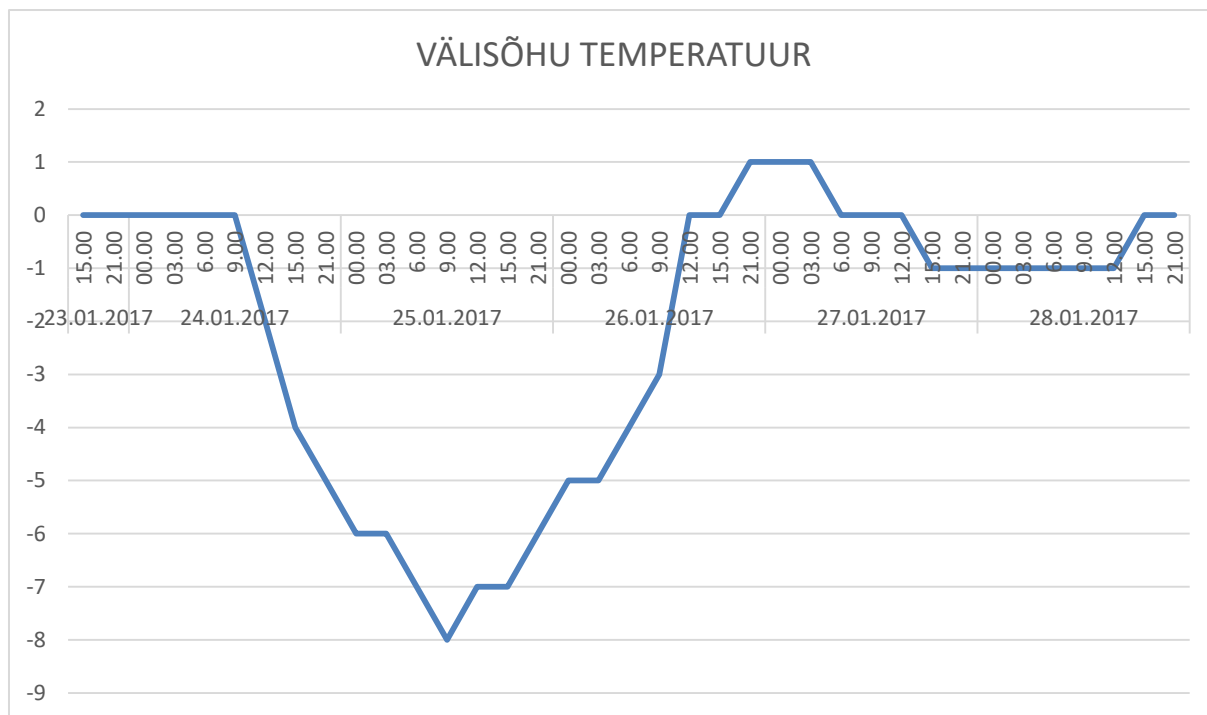
Graafik 3.2. Suhteline õhuniiskus ja temperatuur korteris 18

Esimese korruse korter. Temperatuur on vahemikus 20-22 °C, keskmine on 21 °C. Niiskus on vahemikus 30-45 %, keskmine on 35%.



Graafik 3.3. Suhteline õhuniiskus ja temperatuur korteris 6

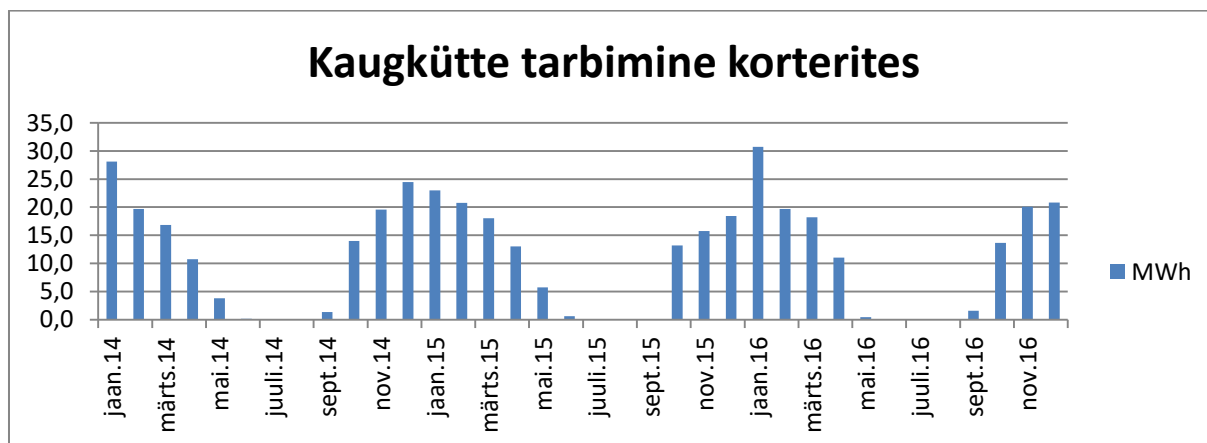
Välisõhu temperatuur ilm.ee andmetel Rakvere kohta.



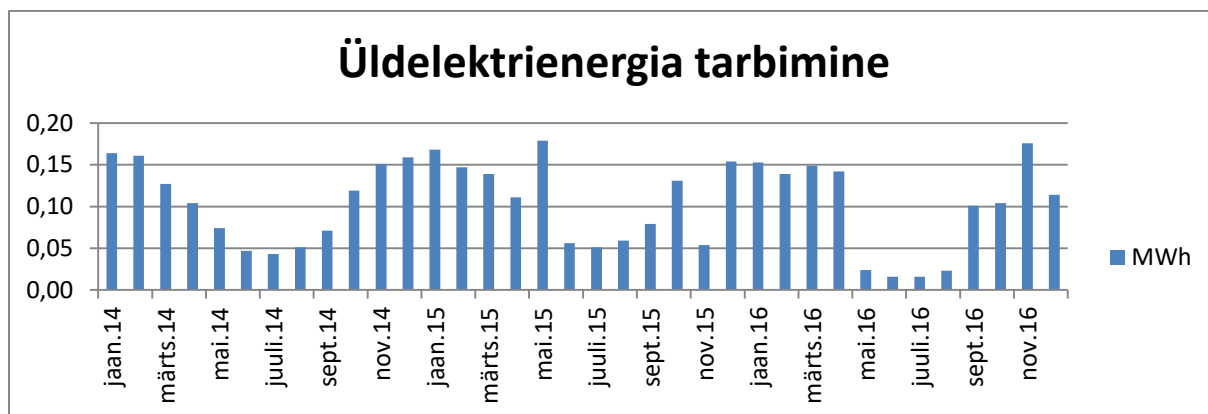
Graafik 3.4. Välisõhutemperatuur

4.2 Soojuse-, elektri-, gaasienergia tarbimisandmed kuude lõikes 2014 – 2016.

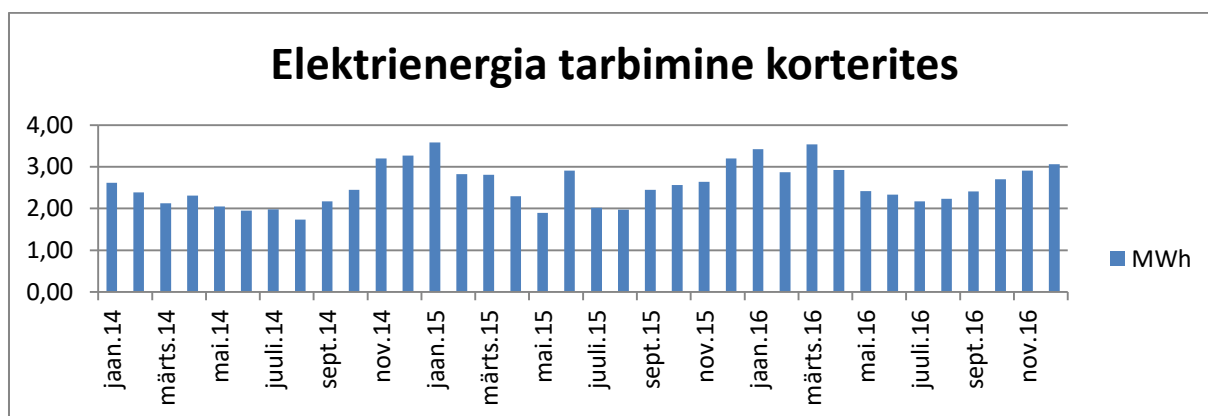
Tabel 4.1 Kaugkütte tarbimine korterites ja trepikodades



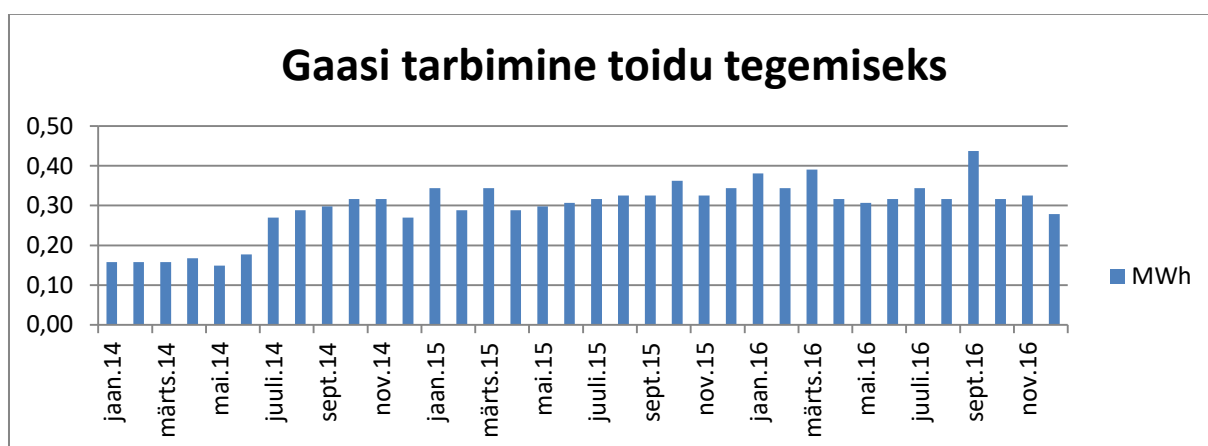
Tabel 4.2 Üldelektrienergia tarbimine



Tabel 4.3 Elektrienergia tarbimine korterites

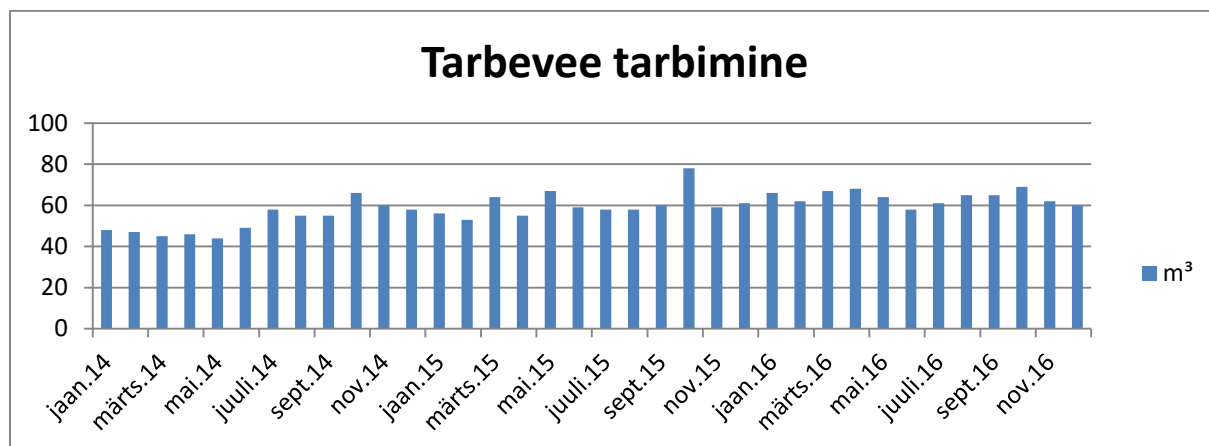


Tabel 4.4 Gaasi tarbimine korterites toidu tegemiseks

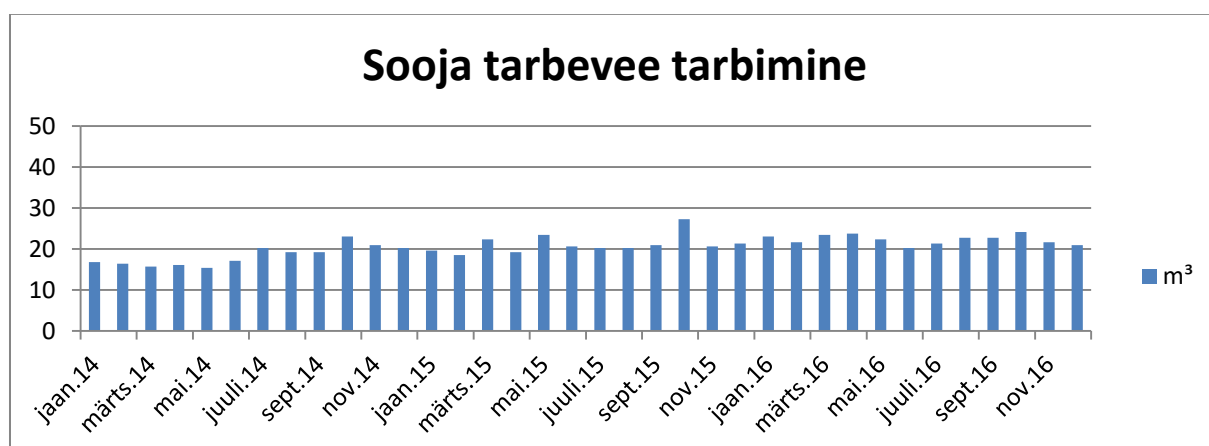


4.3 Tarbevee tarbimisandmed kuude lõikes 2014 – 2016.

Tabel 4.5 Tarbevee tarbimine



Tabel 4.6 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: $\sum(U \cdot A)/1000 = (298 \times 0,45 + 508 \times 0,9 + 210 \times 0,9 + 298 \times 0,45 + 9 \times 2,4 + 153 \times 1,4 + 7 \times 1,4)/1000 = 1,12 \text{ kW/}^\circ\text{C}$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest enne renoveerimist. Erisoojuskadu $H = L \cdot p \cdot c = 0,25 (\text{m}^3/\text{s}) \times 1,2 \times 1,005 = 0,14 \text{ kW/}^\circ\text{C}$ $L = V \cdot n / 3600$

Õhuvahetuse kordarvuks on võetud 0,25 1/h.

Hoone erisoojuskadod $H = \sum(U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 1,26 \text{ kW/}^\circ\text{C}$.

Vabasoojuse arvutus:

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

Vabasoojus valgustuselt ja elektriseadmetelt (korterite elektrikulu 16,4 MWh)

$\Phi_{el} + \Phi_{sead} = 104 \times 8,5 \times 10 \text{ astmes}^{-5} = 1,39 \text{ kW}$

Päikese kiirgusest tingitud keskmine vabasoojuskiirgus:

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

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

edel $57,6 \times 0,75 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,65 \times 75 = 1,71 \text{ kW}$

kagu $57,9 \times 0,75 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,65 \times 12,6 = 0,29 \text{ kW}$

kirre $32 \times 0,75 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,65 \times 61,2 = 0,77 \text{ kW}$

loe $31,7 \times 0,75 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,65 \times 12,6 = 0,16 \text{ kW}$

Kokku 2,92 kW

Kokku vabasoojus $\Phi_{vs} = \Phi_{in} + \Phi_{el} + \Phi_p = 5,31 \text{ kW}$

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

Seega arvestuslik vabasoojuskooormus $\Phi_{vs} = 5,31 \text{ kW}$

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 2,95 \text{ °C}$

Tasakaalutemperatuur hoones enne renoveerimist $t_B = t_s - t_{vs} = 18,05 \text{ °C}$

21°C on hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur.

Peale hoone renoveerimist (Säästumeetmete pakett 1):

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 1:

$\sum (U \cdot A) / 1000 = 0,56 \text{ kW/°C}$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$H = L \cdot p \cdot c = L \cdot 1,2 \cdot 1,005 = 0,27 \text{ kW/°C}$

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

Hoone erisoojuskadod $H = \sum (U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 0,83 \text{ kW/°C}$

Kokku vabasoojus $\Phi_{VS} = \Phi_{in} + \Phi_{el} + \Phi_p = 5,31 \text{ kW}$

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

Seega arvestuslik vabasoojuskooormus $\Phi_{vs} = 3,72 \text{ kW}$

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 4,49 \text{ °C}$

Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist $t_B = t_s - t_{vs} = 16,51 \text{ °C}$

21°C on hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur.

Peale hoone renoveerimist (Säästumeetmete pakett 2):

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 2:

$\sum (U \cdot A) / 1000 = 0,52 \text{ kW/°C}$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$H = L \cdot p \cdot c = L \cdot 1,2 \cdot 1,005 = 0,27 \text{ kW/°C}$

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

Hoone erisoojuskaod $H = \sum(U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 080 \text{ kW/}^\circ\text{C}$

Kokku vabasoojus $\Phi_{vs} = \Phi_{in} + \Phi_{el} + \Phi_p = 5,31 \text{ kW}$

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

Seega arvestuslik vabasoojuskooormus $\Phi_{vs} = 3,72 \text{ kW}$

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $t_{vs} = \Phi_{vs}/H = 4,67 \text{ }^\circ\text{C}$

Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist $t_B = t_s - t_{vs} = 16,33 \text{ }^\circ\text{C}$

21°C on hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur.

Peale hoone renoveerimist (Säästumeetmete pakett 3):

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 3

$\sum(U \cdot A)/1000 = 0,47 \text{ kW/}^\circ\text{C}$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$H = L \cdot p \cdot c = L \cdot 1,2 \cdot 1,005 = 0,27 \text{ kW/}^\circ\text{C}$

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

Hoone erisoojuskaod $H = \sum(U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 0,74 \text{ kW/}^\circ\text{C}$

Kokku vabasoojus $\Phi_{vs} = \Phi_{in} + \Phi_{el} + \Phi_p = 5,31 \text{ kW}$

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

Seega arvestuslik vabasoojuskooormus $\Phi_{vs} = 3,72 \text{ kW}$

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $t_{vs} = \Phi_{vs}/H = 5,02 \text{ }^\circ\text{C}$

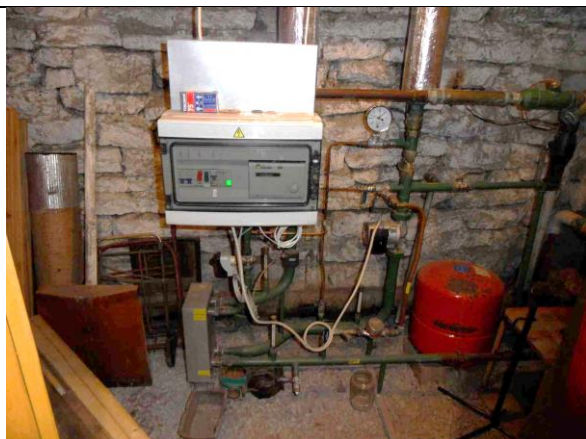
Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist $t_B = t_s - t_{vs} = 15,98 \text{ }^\circ\text{C}$

21°C on hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur.

4.5 Illusreerivad pildid.



1. Korterelamu Laia tänava poolt



2. Soojussõlm



3. Vana torustik keldris



4. Soojussõlme automaatika



5. Ehituskvaliteet keldris



6. Vahetatud elektriseadmed



7.Maja tagust on keeruline renoveerida



8.Vesi jookseb keldrisse

4.6 Kasutatud kirjandus.

1. Energiatõhususe miinimumnõuded. Vabariigi Valitsuse 30.08.2012 määrus nr. 68 (RT I, 05.09.2012, 4).
2. Hoonete enrgiatõhususe arvutamise metoodika 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