



Tellija: KÜ Rakvere Võidu 88
Tellija kontaktisik: Niina Kruusimaa
Aadress: Võidu 88, Rakvere 44312, Lääne-Virumaa
Tel: 55591985
E-post: niina.kruusimaa@mail.ee

Töö nr. 1603



ENERGIAAUDIT



5-KORRUSELINE 60-KORTERIGA PANEELILAMU VÕIDU 88, RAKVERE, LÄÄNE-VIRUMAA

Auditeerimise aeg: veebruar. 2016

Logeritega sisekliima mõõtmine: 12.-19.02.2016

Aruanne esitatud: 11.märts.2016

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

Objekti eest vastutav isik:
Urmas Paales
Tel: +372 5098440
E-post: urmas@elamuaudit.ee

Energiaaudiitor tase 6:
Aare Vabamägi
Tel: +372 5210530
E-post: aare.vabamagi@emovl.ee

Allkiri:

Allkiri

Eessõna

Käesolevas energiaauditi aruandes on esitatud Rakveres, aadressil Võidu 88 asuva 5-korruselise ja 60- korteriga paneelilamu 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 2013 – 2015 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 4%, kuid on võimalik saada 3% või isegi 2,8%.

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 Niina Kruusimaa (tel. 55591985). Ruumide sisekliimast parema ülevaate saamiseks on teostatud kolmes korteris temperatuuri ja suhtelise niiskuse mõõtmisi logeritega. Korteriühistu, kui lõpptarbija seisukohalt on säästupotentsiaal, energiahinnad ja kõik kulutused auditis arvestatud käibemaksuga 20%.

Hoone energeetilise auditeerimise viisid läbi Urmas Paaes (TTÜ tunnistusega energiaaudiitor) ja energiaaudiitor tase 6 (kutsetunnistus nr. 085767) Aare Vabamägi

Sisukord

1. Auditi tulemuste kokkuvõte ja ülevaade säästuettepanekutest	5
1.1 Hoone energiatarbimise säästupaketid	7
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 läbiviidud rekonstrueermis/renoveerimistööd	14
2.4 Kasutatud mõõtmiseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte.....	15
2.5 Energia- ja veevarustuse üldisloomustus.....	16
2.6 Gaasi kulu toidu valmistamiseks.....	17
2.7 Soojusenergia kulu (kaugküte + elekter) MWh.....	18
2.8 Elektrienergia kulu kWh.....	19
2.9 Vee kulu m ³	20
2.10 Hoone soojusbilanss	21
3. Hinnang hoone energiakasutuse kohta, säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus.	22
3.1 Hoone piirdetarindid.....	22
3.2 Kütte- ja tsentraalse sooja tarbevee ettevalmistamise süsteemid	23
3.3 Vee- ja kanalisatsioonisüsteem.....	24
3.4 Ventilatsioonisüsteem ja sisekliima	24
3.5 Elektri- ja gaasivarustus	25
4. Lisad.	26
4.1 Sisekliima mõõtmistulemused.....	26
4.2 Soojuse-, elektri-, gaasienergia tarbimisandmed kuude lõikes 2013 – 2015.....	28
4.3 Tarbevee tarbimisandmed kuude lõikes 2013 – 2015.	29
4.4 Tasakaalutemperatuuri leidmine.	30
4.5 Illusreerivad pildid.	33
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 2013-2015 aastate energiatarbimise andmed (kaugküte, gaas, elekter, tarbevesi).

Soojusenergia keskmine kogukulu aastatel 2013-2015 oli mõõdetud 468 MWh/a ja sellele vastav rahaline kulu ca 30 083 EUR/a. Normaalaastale taandatud kolme viimase täisaasta soojusenergia keskmine kulu on 527 MWh/a ja lähtuvalt hoone köetavast pinnast 3510 m² (eluruumid ja trepikojad) on normaalaasta keskmine kogu soojusenergia eritarbimine köetava pinna ühikule 148 kWh/m² (koef. 0,9). Elektrienergiat on tarbitud kokku 117 MWh/a (koef.2), maagaasi 15 MWh/a (koef. 1,0) ja kaugkütet 520 MWh/a (koef. 0,9). Kaalutud energiatarbimine on 205 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 ekspluatatsiooniga ja lisaväärtusena saada inimeste heaolu paranenud sisekliimast. Säästupaketid on esitatud põhjusel, et teatud meetmetel on omavaheline koosmõju.

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

Pakett 1. Hinnanguline KEK arv 177 kWh/(m²a). Energiaklass D:

- Külgsainte soojustamine (150 mm)
- Otsaseinte soojustamine (150 mm)
- Vanade vahetamata akende vahetus (3-kordne klaaspakett)
- Kahetoruküttesüsteem, uued värskeõhuradiaatorid, termostaatventiilid
- Individuaalne küttekuluarvestamise süsteem (allokaatorid)
- Mehaaniline väljatõmbeventilatsioon kasutades värskeõhuradiaatoreid sissetuleva õhu soojendamiseks.
- Vana kanalisatsioonitorustiku vahetus kuni keldri tasemeni
- Uued veetorustiku püstikud

Pakett 2. Hinnanguline KEK arv 144 kWh/(m²a). Energiaklass C:

- Katuse lisasoojustus (100 + 30 mm)
- Külgliseinte soojustamine (150 mm)
- Otsaseinte soojustamine (150 mm)
- Vanade vahetamata akende vahetus (3-kordne klaaspakett). Aknad soojustuse tasapinda
- Vahetatud akende vahetus (3-kordne klaaspakett). Aknad soojustuse tasapinda
- Kahetoruküttesüsteem, uued radiaatorid, termostaatventiilid
- Individuaalne küttekuluarvestamise süsteem (allokaatorid)
- Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem kasuteguriga 80%.
- Vana kanalisatsioonitorustiku vahetus kuni keldri tasemeni
- Uued veetorustiku püstikud

Pakett 3. Hinnanguline KEK arv 139 kWh/(m²a). Energiaklass C:

- Katuse lisasoojustus (100 + 30 mm)
- Külgliseinte soojustamine (150 mm)
- Otsaseinte soojustamine (150 mm)
- Keldrilae soojustamine (100 mm)
- Vanade vahetamata akende vahetus (3-kordne klaaspakett). Aknad soojustuse tasapinda
- Vahetatud akende vahetus (3-kordne klaaspakett). Aknad soojustuse tasapinda
- Kahetoruküttesüsteem, uued värskeõhuradiaatorid, termostaatventiilid
- Individuaalne küttekuluarvestamise süsteem (allokaatorid)
- Vana kanalisatsioonitorustiku vahetus kuni keldri tasemeni
- Uued veetorustiku püstikud
- Väljatõmbeventilatsioon koos ventilatsiooniseadmega pööningul ja õhk-vesi soojuspumbaga (~ COP 3,0) keldris.

Kuna elektrisüsteem on hiljuti rekonstrueeritud ja ülelektrienergia 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:						
Küljesein	Soojustatakse 150 mm	143 800				
Otsasein	Soojustatakse 150 mm	35 500				
Vanad aknad/rõduuksed	Uued 3-klaasiga pakettaknad	6 000				
Ventilatsioon	Mehaaniline väljatõmme värske õhu klapiga	13 000				
Küttetorustik	Vanade radiaatorite asendamine värske õhu radiaatoritega	95 000				
	Radiaatorite varustamine termostaatide ja allokaatoritega					
	Üleminek 2-toru süsteemile					
Kanaliseatsioon	Püstakute torustiku väljavahetamine	30 000				
Veevarustus	Püstakute torustiku väljavahetamine	35 000				
Kokku		358 300	130	9019	40	

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:						
Katus	Lisasoojustus 100 + 30 mm koos katusekattega	53 400				
Küljesein	Soojustatakse 150 mm	143 800				
Otsasein	Soojustatakse 150 mm	35 500				
Vanad aknad/rõduuksed	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	6 000				
Uued aknad/rõduuksed	Tõstetakse soojustuse tasapinda	9 000				
Ventilatsioon	Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem kasuteguriga 80%	110 000				
Küttetorustik	Vanade radiaatorite asendamine plekk radiaatoritega	95 000				
	Radiaatorite varustamine termostaatide ja allokaatoritega					
	Üleminek 2-toru süsteemile					
Kanaliseatsioon	Püstakute torustiku väljavahetamine	30 000				
Veevarustus	Püstakute torustiku väljavahetamine	35 000				
Kokku		517 700	269	18674	28	

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	Lisasoojustus 100 + 30 mm koos katusekattega	53 400				
Küljesein	Soojustatakse 150 mm	143 800				
Otsasein	Soojustatakse 150 mm	35 500				
I korruse põrand	Keldri lagi soojustatakse 100 mm villaga	22 250				
Vanad aknad/rõduuksed	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	6 000				
Uued aknad/rõduuksed	Tõstetakse soojustuse tasapinda	9 000				
Ventilatsioon	Väljatõmbeventilatsioon koos vent. seadmega katusel	75 000				
Küttetorustik	Vanade radiaatorite asendamine värskeõhu radiaatoritega	120 000				
	Radiaatorite varustamine termostaatide ja allokaatoritega (7 500)					
	Üleminek 2-toru süsteemile					
	Soojuspump (COP 3, ca 40 kW)					
Kanaliseatsioon	Püstakute torustiku väljavahetamine	30 000				
Veevarustus	Püstakute torustiku väljavahetamine	35 000				
Kokku		529 950	336	23279	23	

1.2 Kokkuvõte säästupakettidest

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

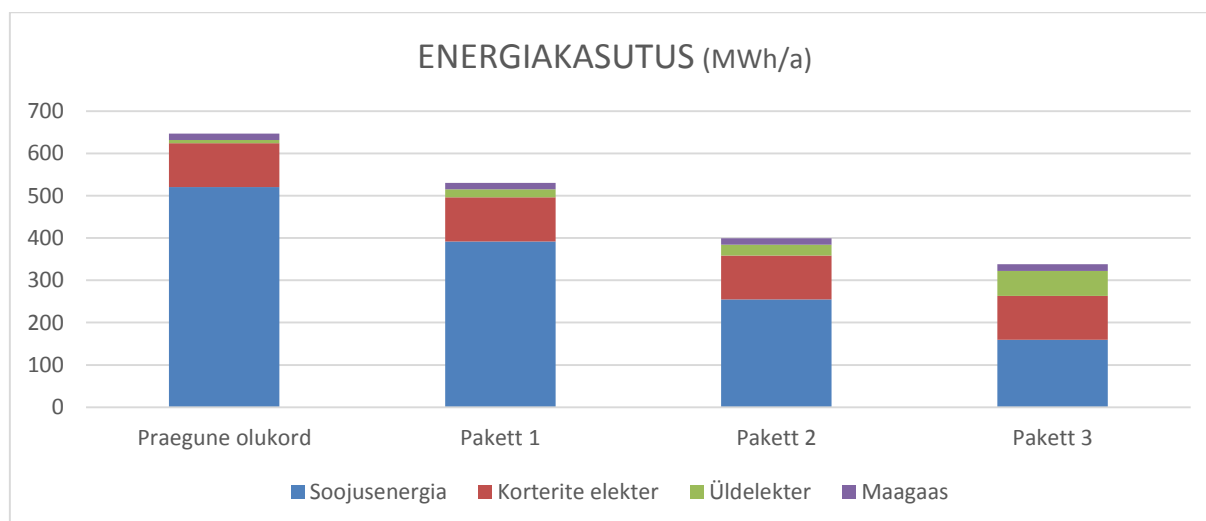
Pakett 2 on kasutusel 80% soojustagastusega ventilatsiooniseade, mis vähendab oluliselt õhu soendamiseks kuluvat kütteenergiat.

Pakett 3 on kasutusel 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	520	392	255	159	MWh/a
sh küte	460	332	195	129	MWh/a
sh soe vesi	60	60	60	30	MWh/a
Gaasi tarbimine	15	15	15	15	
sh toidu valmistamiseks	15	15	15	15	
Ventilatsioonisüsteemi elektritarbimine normaalaastal (sh soojuspump)		12	18	52	MWh/a
Elektritarbimine (va ventilatsioon)	119	117	114	113	MWh/a
sh küte	7	5	3	2	MWh/a
sh korterid	104	104	104	104	MWh/a
sh üldelekter	7	7	7	7	MWh/a
Energiakasutus	654	536	402	340	MWh/a
Kaalutud energiakasutus	720	625	509	489	MWh/a
Kaalutud energiaerikasutus (KEK)	205	178	145	139	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 4% ja laenu tagasimaksed tehakse võrdsete kuumaksetena. 05.03.2016 toimunud Virumaa Foorumil teatas Swedbanki korteriühistute valdkonna juht Janis Pugri, et võiks kalkuleerida isegi intressiga 3%. Näiteks Pakett 3 oleks kuumakse 2119,80 eurot ja laenukoormus eluruumile 0,64 eur/m².

Tabel 1.5 Laenumakse

Näitaja	Ühik	Pakett 1	Pakett 2	Pakett 3
Investeering	EUR	358 300	517 700	529 950
Toetus	%	25	40	40
Toetus	EUR	89 575	207 080	211 980
Omafinantseering	EUR	0	0	0
Laenusumma	EUR	268 725	310 620	317 970
Kuumakse	EUR/kuus	2015	2330	2385
Laenukoormus 1 m² eluruumile	EUR/kuus/m²	0,61	0,71	0,72

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	Olemasolev olukord	Pakett 1	Pakett 2	Pakett 3
Küttesoojuse tarbimine	MWh/a	520	392	255	159
Maagaasi tarbimine	MWh/a	15	15	15	15
Elektri tarbimine	MWh/a	117	127	131	164
Küttesoojuse hind	EUR/MWh	69	69	69	69
Maagaasi hind	EUR/MWh	46	46	46	46
Elektri hind	EUR/MWh	120	120	120	120
Aastased kulud	EUR/a	50 519	42 904	33 913	31 347
Aastased energia erikulud	EUR/kuus/m ²	1,28	1,08	0,86	0,79
Hooldustasu	EUR/kuus/m ²	0,35	0,15	0,15	0,15
Laenukoormus 1 m ² eluruumile	EUR/kuus/m ²	0,00	0,61	0,71	0,72
Kokku	EUR/kuus/m²	1,63	1,85	1,71	1,67
Muutus	EUR/kuus/m²	0,00	0,22	0,09	0,04

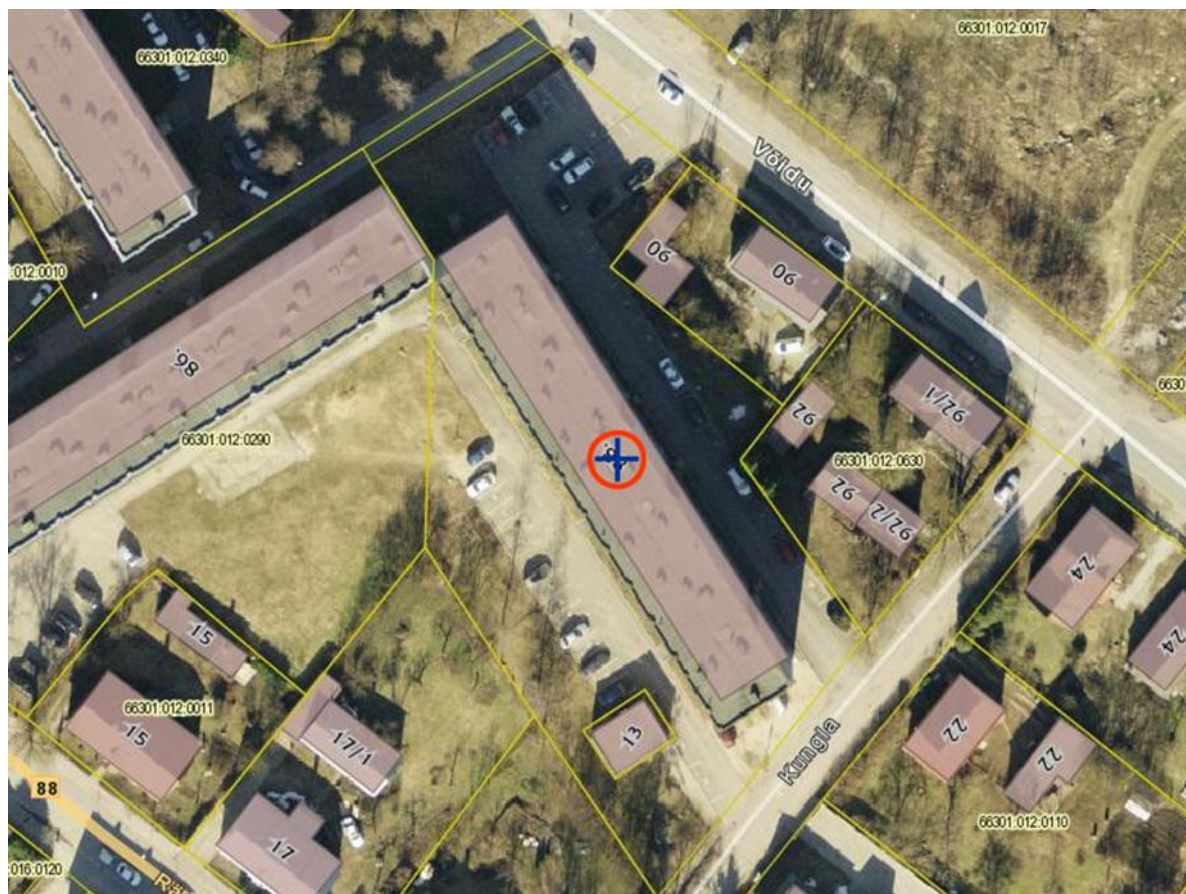
On näha, et laenumakse, hooldustasu ja energiatarbe muutuse koosmõjus elanike maksekoormus jääb pakettide 2 ja 3 puhul praktiliselt samaks. Pakett 1 korral on maksekoormuse tõus kõige suurem.

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

Tabel 2.1. Hoone andmed

Hoone aadress:	Võidu 88, Rakvere, Lääne- Viru maakond
EHR kood:	108011971
Katastritunnus:	66301:012:0350

Kasutamise otstarve:	11222 Muu kolme või enama korteriga elamu
Esmane kasutus:	1977
Korruste arv:	5
Trepikodade arv:	4
Ehitusalane pind: (EHR)	976 m ²
Suletud netopind: (EHR)	4397,8 m ²
Kõetav pind:	3510,2 m ²
Eluruumide pind:	3298,2 m ²
Hoone maht: (EHR)	15 149 m ³
Kõetavate ruumide maht:	8775,5 m ³
Korterite arv:	60
Elanike arv:	122
Kelder:	Jah
Soe kelder	Ei
Lähedal asuvad hooned:	Jah

Hoones on on 1-toalisi 10, üldpinnaga 315,7 m², 2-toalisi 20, üldpinnaga 971,9 m², 3-toalisi 20, üldpinnaga 1232,4 m² ja 4-toalisi 10, üldpinnaga 778,2 m². Keldrikorrusel asuvaid kütetorustike poolt soojendatud ruume pole hoone kõetava pinna hulka arvestatud. Trepikojad on arvestatud kõetava pinna hulka.

Andmed on saadud Riigi Arhiivis olevast Võidu 88 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
1999	Uue soojussõlme paigaldamine
2001	Ühisrõdude rõdupiirete uuendamine
2005	Paigaldatud uued välisüksed
2006	Fonosüsteemi (domofonide) paigaldamine
2007	Paigaldatud plastikaknad trepikodades
2009	Paigaldatud hämarvalgustid
2009	Paigaldatud soojustatud katus (100+30 mm)
2010	Väliskanaliseerimise vahetus majas kaevuni ja sisekanaliseerimise vahetus- ja betoneerimistööd keldris
2010	Ehitatud soojustatud soklid ning paigaldatud uued pandused
2010	Vahetatud ühisrõdude välisüksed
2011	Ehitatud uus kanalisatsiooni toru terve maja pikkuses
2012	Asfalteeritud majaümbrus ning parkimiskohad
2013	Vahetatud soojaveeboiler
2013	Vahetatud ja isoleeritud sooja- ja külmaveetorud, üldkanalisatsioonitorusse viivad kanalisatsioonitorud
2014	Vahetatud elektrikilbid trepikodades

Hoone üldine olukord on keskpärane. Puuduvad visuaalsed märgid põhikonstruktsioonide olukorra halvenemisest. Üksikud praod on paneelide vahelistes vuukides.

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 1 ja 5 korrusel hoone otstes ning 4. korrusel hoone keskel 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 ruumides on erinevad. Kõige jahedam on korterites 22, 25 ja 18 °C, ning kõige kõrgem vastavalt 26, 26, ja 23 °C. Korterid numbrid olid 3, 37, 59. Korter 59 oli kõige jahedam ja seal oli suhteline niiskus keskmiselt kõige kõrgem (35-55%). Välistemperatuur oli mõõdistuste ajal +3 - -8 °C. Seega on niiskuse protsent liiga kõrge ja on hallituse oht. Põhjuseks võib olla ebapiisav ventilatsioon ja vähene välispiirde soojustus. Samas on esimese korruse korteris nr. 3 niiskus alla normi (15-35%). Seal on korsten kõige kõrgem ja ventilatsioon toimib.

Korteris 37 neljandal korrusel on sisetemperatuur 25 - 26 °C. See on ilmselgelt liiga kõrge. Uuesti küttesüsteemi tasakaalustamisega võib saada pisut leevendust, aga lahenduseks on küttesüsteemi täielik renoveerimine ja üleminek 2-toru süsteemile.

Korteris 59 viiendal korrusel oli kõige jahedam, keskmiselt 20 °C. Elanik kurtis, et momendil on väljas suhteliselt soe (- 3 °C), aga suurema külmaga on korter väga külm. Lisaks otsaseinale on külm trepikoja rõduga piirnev sein ja välisnurk.

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

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

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

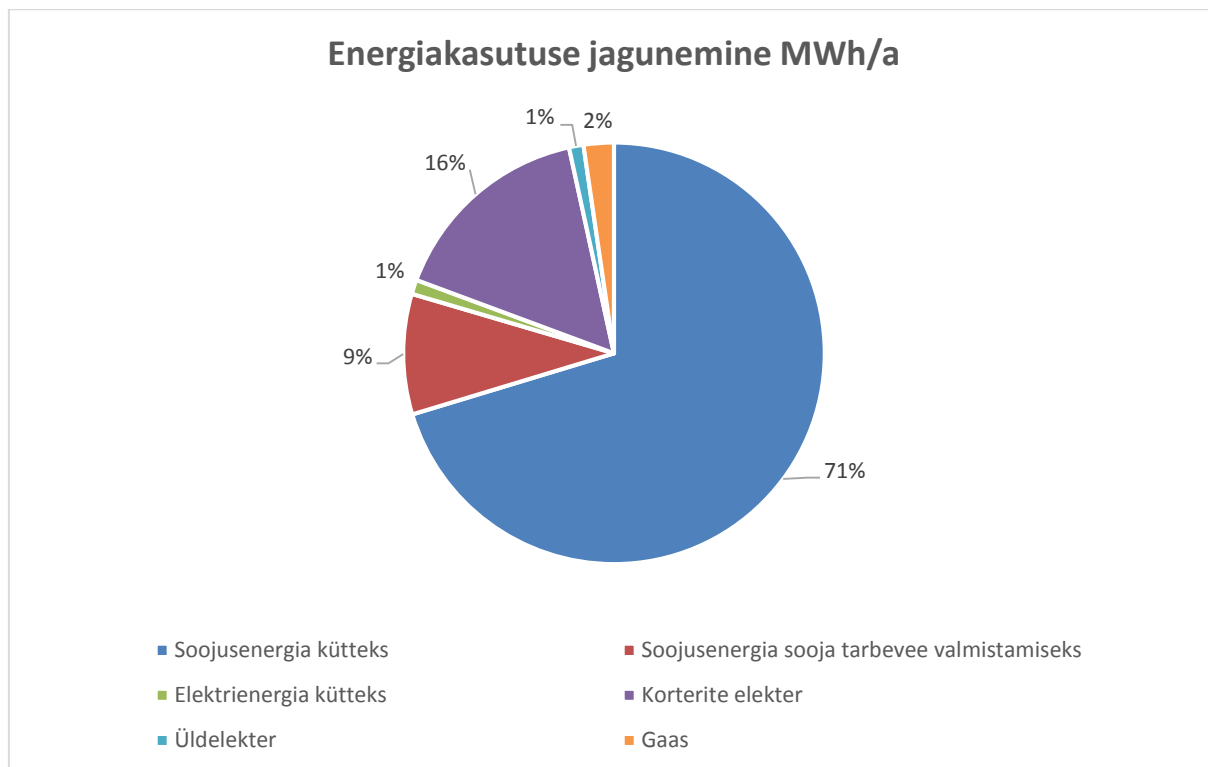
Termokaameraga tehtud uuringud on esitatud eraldi aruandena.

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 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 ventilatsioonilõõrdest
Elektrienergia tarnija:	Eesti Energia AS
Gaasi tarnija:	Eesti Gaas AS
Gaas:	Tsentraalne varustus
Elektrivõrgu pinge:	3 x 230/400 V
Peakaitse:	125 A

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



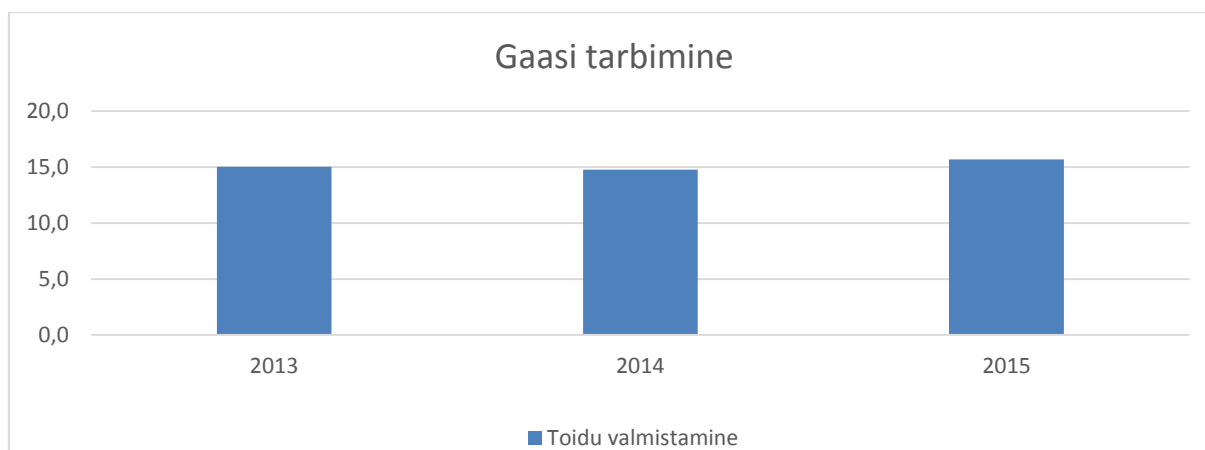
Graafik 2.1. Energiakasutuse jagunemine

2.6 Gaasi kulu toidu valmistamiseks

Tabel 2.5 Gaasitarbimise üldiseloomustus

Gaasi tarbimine	2013	2014	2015	Ühik
Maagaasi kasutamine toidu valmistamiseks	1615	1590	1686	m ³ /a
Maagaasi kasutamine toidu valmistamiseks	15,02	14,79	15,68	MWh/a
Gaasi tariif/hind	0,50	0,48	0,43	€/m ³
Gaasi tariif/hind	53,33	51,80	46,17	€/MWh
Kulutused gaasile	801	766	724	€/a
Gaasi eritarbimine köetava pinna kohta	0,46	0,45	0,48	m ³ /(m ² a)
Gaasi eritarbimine eluruumide kohta	0,49	0,48	0,51	m ³ /(m ² a)
Gaasi eritarbimine köetava pinna kohta	4,28	4,21	4,47	kWh/(m ² a)
Gaasi eritarbimine eluruumide kohta	4,55	4,48	4,75	kWh/(m ² a)

Gaasi kasutatakse korterites söögi valmistamiseks. Gaasipliidid on umbes 30-nes korteris.



Graafik 2.2. Gaasitarbimise jaotus

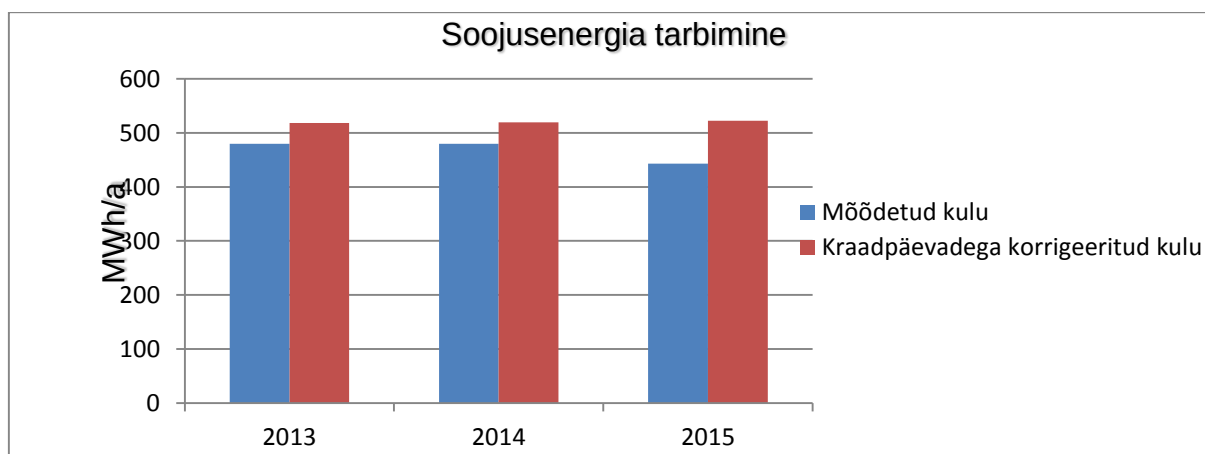
2.7 Soojusenergia kulu (kaugküte + elekter) MWh

Kaugkütte kulu võrreldes teise sarnase korterelamuga Rakveres on 10% suurem.

Tabel 2.6 Soojusenergia tarbimine

Soojusenergia tarbimine	2013	2014	2015	Ühik
Mõõdetud tarbimine (kaugküte)	473	473	437	MWh/a
Mõõdetud tarbimine (elektriküte)	6	7	6	MWh/a
Mõõdetud tarbimine kokku	480	480	443	MWh/a
Tegelik aasta kraadpäevade arv	4128	4114	3777	°C d
Normaalaasta kraadpäevade arv	4518			°C d
Kraadpäevadega korrigeeritud soojustarbimine (kaugküte)	518	520	523	MWh/a
Soojuse tariif/hind (kaugküte)	78,8	68,1	68,7	€/MWh
Kulutused soojusele (kaugküte)	37326,0	32210,0	30004,0	€/a
Kraadpäevadega korrigeeritud soojustarbimine (elektriküte)	6,9	7,2	7,6	MWh/a
Soojuse tariif/hind (elektriküte)	117,1	116,8	117,1	€/MWh
Kulutused soojusele (elektriküte)	737,6	763,7	742,1	€/a
Kraadpäevadega korrigeeritud soojustarbimine kokku	525,1	526,9	530,3	MWh/a
Eritarbimine köetava pinna kohta	148	148	149	kWh/(m ² a)
Eritarbimine eluruumide pinna kohta	157	158	158	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).

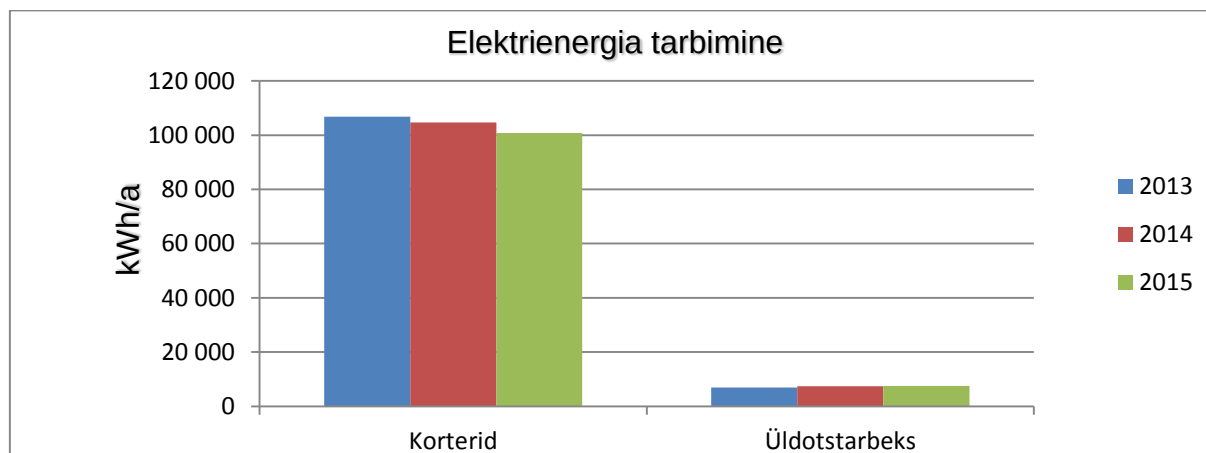
Tabel 2.7 Elektrienergia tarbimine

Elektrienergia tarbimine	2013	2014	2015	Ühik
Elektrienergia korterid	106827	104670	100740	kWh/a
Elektrienergia üldotstarbeks sh. kelder, trep.	6 886	7 345	7 497	kWh/a
Elektrienergia kokku	113 713	112 015	108 237	kWh/a
Elektri tariif/hind (elekter)	0,12	0,12	0,12	€/kWh
Elektrienergia maksumus	13596	13670	12930	€/a
Eritarbimine köetava pinna kohta	32	32	31	kWh/(m ² a)
Eritarbimine eluruumide pinna kohta	34	34	33	kWh/(m ² a)

Olmeelektri eritarbimine köetava pinna kohta on normi kohaselt 25 kWh/(m² a), kui toiduvalmistamiseks elektripliite ei kasutata. Antud majas on elektri- ja gaasipliite võrdselt. Ilma elektripliitideta (15 000 kWh/a = gaasitarbimine) oleks eritarbimine 24,4 kWh/(m² a), seega normide kohane.

Üldiselt on üldelektri eritarbimine suurusjärgus kuni 1-2,5 kWh/(m²a) köetava pinna kohta, Võidu 88 majal on see 2,1 kWh/(m²a).

Korterite elektri eritarbimine on pikaajase statistika alusel üldjuhul 40 kWh/(m²a) juures. Võidu 88 hoone korral võib täheldada 25% madalamat eritarbimist.



Graafik 2.4. Elektrienergia tarbimise jaotus

2.9 Vee kulu m³

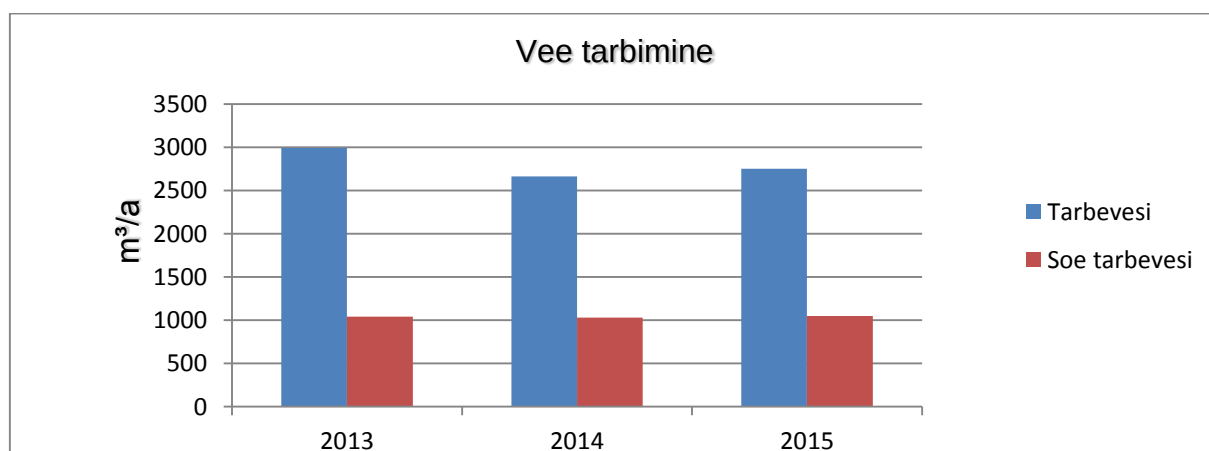
Vee kulust annab ülevaate Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Tarbevee tarbimine

Tarbevee kulu	2013	2014	2015	Ühik
Tarbevesi	2996	2665	2754	m ³ /a
Tarbevee tariif/hind	1,92	2,22	2,58	€/m ³
Kulutused tarbeveele	5895	6089	7105	€/a
Tarbevee eritarbimine köetava pinna kohta	0,85	0,76	0,78	m ³ /(m ² a)
Tarbevee eritarbimine eluruumide kohta	0,91	0,81	0,83	m ³ /(m ² a)
Soe tarbevesi	1044	1030	1049	m ³ /a
Sooja tarbevee tarbimine	60,6	59,7	60,8	MWh/a
Sooja tarbevee tariif/hind	6,8	6,8	6,8	€/m ³
Kulutused tarbeveele	7103	7006	7135	€/a
Erikulu köetava pinna kohta	0,30	0,29	0,30	m ³ /(m ² a)
Erikulu elamispinna pinna kohta	0,32	0,31	0,32	m ³ /(m ² a)
Elanike arv	122	122	122	in
Erikulu inimese kohta	25	22	23	m ³ /a

Hinnad on arvestatud käibemaksuga (vt. Eessõna). Veekulu inimese kohta on 1,9 m³ kuus. Soe tarbevesi valmistatakse tsentraalselt soojussõlmes plaatsoojusvaheti abil. Sooja tarbevee koguseid mõõdetakse. 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 2004 m³/a. Tegelik tarbimine on 40 % suurem ja sõltub ilmselt elanike tarbimisharjumistest, leibkondade koosseisust ja vanuselisest struktuurist.



Graafik 2.5. Tarbe- ja sooja vee tarbimise jaotus

2.10 Hoone soojusbilanss

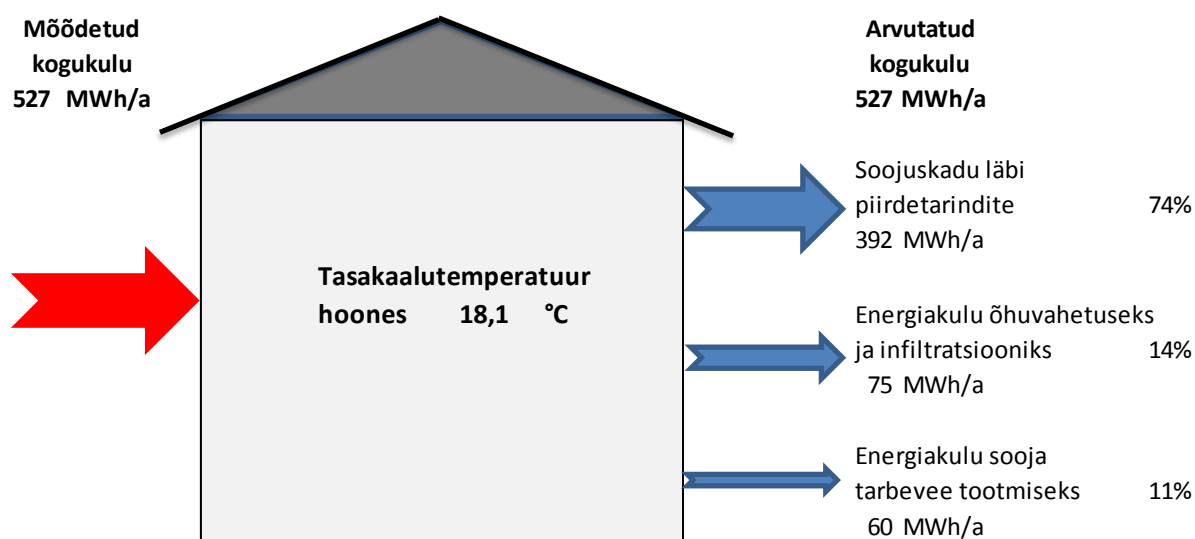
Hoones tarbitud soojusenergia, elektrienergia, gaasienergia ja inimeste elutegevuse tagamiseks vajalik ning sellega kaasnev energia (vabaenergia) moodustavad hoone energiabilansi ühe poole. Soojakaod läbi välispiirete, sooja vee valmistamine ja ventilatsiooniks vajaliku õhu soojendamise energiakulu moodustavad 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	20				
Välisseinad küljed	161				
Välisseinad otsad	40				
I korruse põrand	58				
Vanad aknad/rõduuksed	8				
Uued aknad/rõduuksed	100				
Uksed	6				
Kokku	392	75	60	527	527



Joonis 2.1. Hoone soojusbilanss

Tasakaalutemperatuur on 18,1 °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 ($t_e=18,08^{\circ}\text{C}$)							Säästumeetmete pakett I ($t_e=15,88^{\circ}\text{C}$)			
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 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+30 mm	888	0,21	186,4	20,2	Ei renoveerita	0,21	18,6	1,6
Välisseinad küljed	Gaaskukeroon suurpaneel	Soojustamata	1438	1,0	1480,9	160,6	Lisasoojustus 150 mm ja kate	0,20	28,7	131,9
Välisseinad otsad	Gaaskukeroon suurpaneel	Soojustamata	355	1,0	365,5	39,6	Lisasoojustus 150 mm ja kate	0,20	7,1	32,6
I korruse põrand	r/b laepaneel + põrandakonstruktsioon.	Põranda osa, mille all on külm kelder	888	0,6	532,6	57,8	Ei renoveerita	0,6	53,1	4,7
Vanad aknad/rõduuksed	Peamiselt 2- klaasiga puitaknad	Amortiseerunud	30	2,4	72,0	7,8	Uued 3-klaasiga pakettaknad	1,1	3,3	4,5
Uued aknad/rõduuksed	Peamiselt 2- klaasiga plastikaknad	Head	661	1,4	925,7	100,4	Ei renoveerita	1,4	92,2	8,1
Uksed	Uued metalluksed	Head	36,96	1,4	51,7	5,6	Ei renoveerita	1,4	5,2	0,5
Ventilatsioon		Puudulik					Mehaaniline õhu väljatõmme koos värse õhu klapi paigaldamisega (värse õhu radiaator). Soojuskaoks on sissetuleva õhu soojendamiseks kuluv energia.		131,7	-53,9
Kokku					3614,9	392,0			339,7	130,0

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

Säästumeetmete pakett II (t _b =15,44°C)					Säästumeetmete pakett III (t _b =14,63°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 mineraalvillaga 190 + 30 mm	0,13	11,1	9,1	Soojustus mineraalvillaga 190 + 30 mm	0,13	10,4	9,8
Välisseinad küljed	Lisasoojustus 150 mm ja kate	0,20	27,7	132,9	Lisasoojustus 150 mm ja kate	0,20	25,9	134,6
Välisseinad otsad	Lisasoojustus 150 mm ja kate	0,20	6,8	32,8	Lisasoojustus 150 mm ja kate	0,20	6,4	33,2
I korruse põrand	Ei renoveerita	0,6	51,3	6,5	Keldri lagi soojustatakse 100 mm villaga	0,15	12,0	45,7
Uued aknad	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	1,1	3,2	4,6	Uued 3-klaasiga pakettaknad soojustuse tasapinnas	1,1	3,0	4,8
Uued aknad	Tõstetakse soojustuse tasapinda	1,1	70,0	30,3	Tõstetakse soojustuse tasapinda	1,1	65,6	34,7
Uksed	Ei renoveerita	1,4	5,0	0,6	Ei renoveerita	1,4	4,7	0,9
Ventilatsioon	Soojustagastusega tsentraalne ventilatsioonisüsteem kasuteguriga 80%		25,4	52,4	Mehaaniline õhu väljatõmme koos värskes õhu klapi paigaldamisega (värskes õhu radiaator). Soojuskaoks on sissetuleva õhu soojendamiseks kuluv energia.		106,1	-28,3
					Väljatõmbeventilatsiooni soojuspump (keskm COP on 3) soojustavõimega ca 40 kW. Ei sisalda sooja tarbevee valmistamist		-100,0	100,0
			200,5	269,2			134,2	335,6

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	1999	
Soojussõlme automaatika	Danfoss ECL 9600	
Küttesüsteemi ringluspump	Biral AG , tüüp Redline M15-2	
Soojuse arvesti	Kamstrup Multical 601, tüüp 66C02A1331	
Sooja tarbevee valmistamine	Plaatsoojusvaheti	
Küttesüsteem	Ühetoru süsteem	Renoveerida küttesüsteemi tervikuna muutes see kahetoru süsteemiks
Küttetorustike soojustus	Korralikult soojustatud peale uue soojussõlme paigaldust	Mõnes kohas parandada fooliumkatet, mille kassid on rikkunud

Küttesüsteemi tasakaalustatus	Pole tasakaalus, kuna on vahetud radiaatoreid	Tasakaalustada peale torustiku ja radiaatorite vahetust
Küttekehad	Põhiliselt malmradiaatorid, mis paljudel on läbilaskma hakanud	Võtta kasutusele värskeõhuradiaatorid, et väljast tulev külm õhk oleks tuppa jõudes soe
Korterite soojusmõõtjad	Ei	Paigaldada termostaadid ja allokaatorid (soojusmõõtjad)

Hoone küttesüsteem ei ole korras. Osades korterites on remondi käigus vahetatud radiaatorid, teised on olnud sunnitud vahetama radiaatori vee tilkumise tõttu. Kolmes korteris on üle mindud elektriküttele. 1- toru süsteemis rikub see tasakaalu. Mõnel on soojem ja mõnel on külmem kui keskmiselt. Logeritega mõõtmine näitas, et viienda korruse otsapealse korteri temperatuur on maja keskel olevast korterist 5 °C külmem. 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 elektriküte asendataks kaugküttega.

Soojussõlm on üldiselt heas korras.

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. Veetorustik on 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. Näiteks viienda korruse korteris 59, kus toimus logeriga mõõdistamine. Vähemalt paaris korteris on hallitus tõenäoliselt olemas. Seda tänu välisseina soojustamisele seestpoolt.

Pooltes köökides on kasutusel gaasipliidid. Ebapiisav ventilatsioon gaasipliitide 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 aegreleega. Üheks energiasäästu võimaluseks on kasutada liikumisandureid. Siis ei lähe terve trepikoda valgeks, vaid ainult see osa kus toimub liikumine. Võimalusel vahetada hõõgpirnid LED pirnide vastu. Soovitan kasutada trepikodades ja keldris liikumisanduriga LED lampe. 18 W lamp koos anduriga maksab umbes 22 eurot koos käibemaksuga. Energiakasutus valgustusele väheneb üle 10 korra.

Kuna 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.

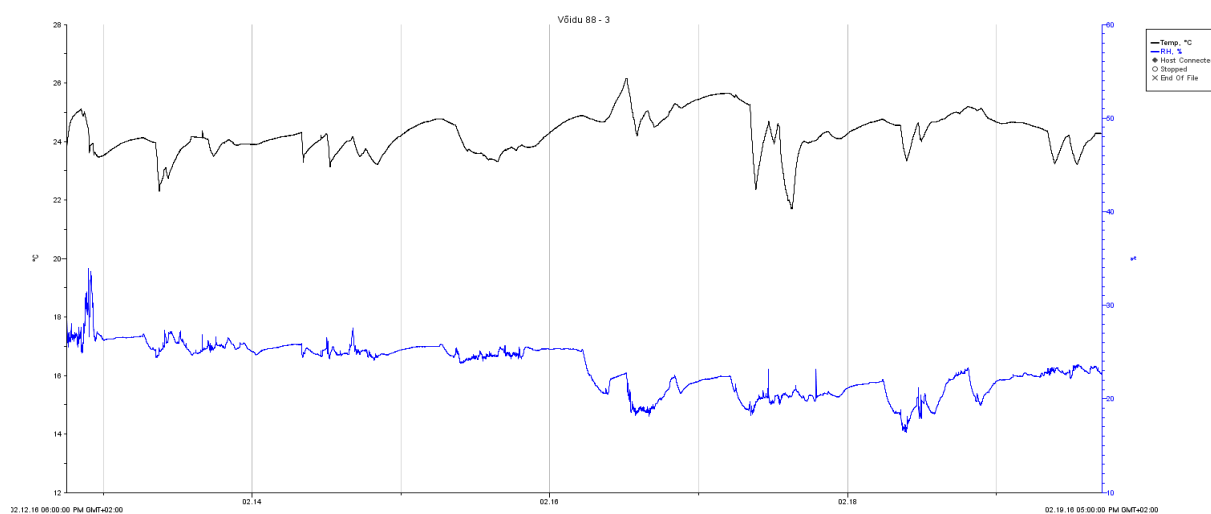
KÜ juhatus on kohustatud gaasipaigaldisega seotud suitsugaaside lõõride puhastamist tellima kord aastas ning seda peab teostama pädev korstnapühkija. Gaasiseadme hoolduse ja kontrolliga võib tegeleda ainult eripädevusega isik, kodus omal käel seda teha ei tohi. Mõistlik oleks kõik tööd kortermajas tellida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

4. Lisad.

4.1 Sisekliima mõõtmistulemused

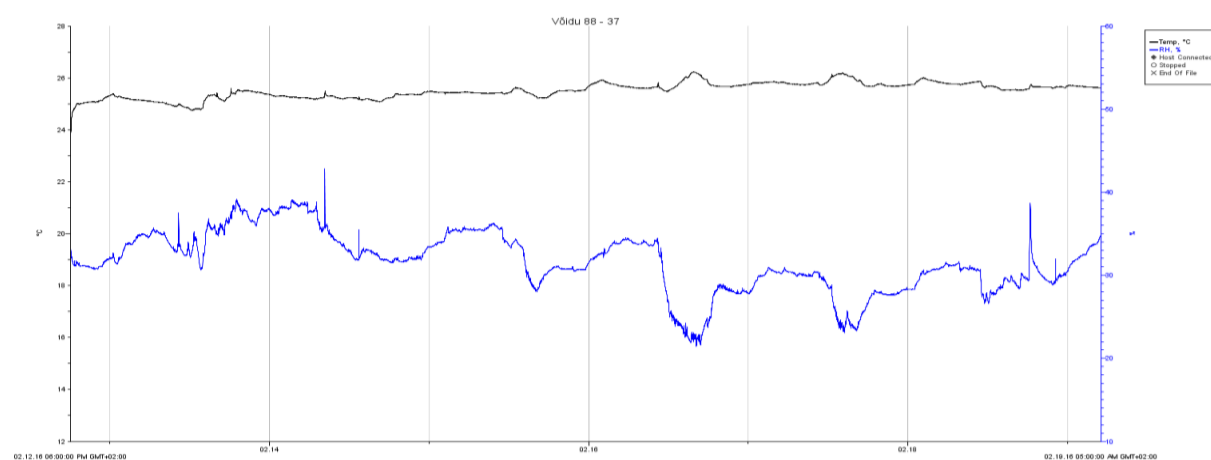
Ruumi siseõhu suhteline niiskus peab jääma piiridesse: talvel 25-45 %, suvel 30-70 % (Sisekliima, EPN 12.2)

Temperatuur ja niiskus esimese korruse korteris. Temperatuur on vahemikus 22-26 °C, keskmine on 24 °C. Niiskus on vahemikus 15-30 %, keskmine on 25%.



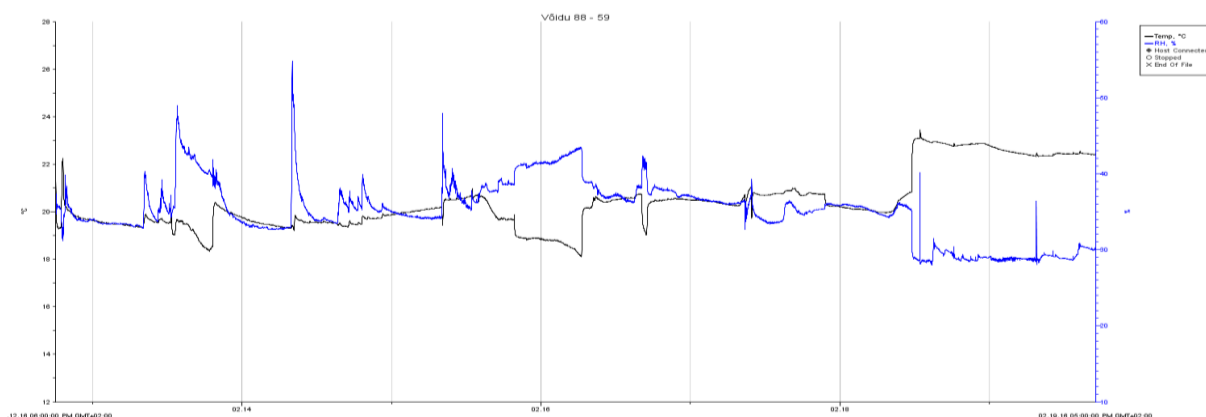
Graafik 3.1. Suhteline õhuniiskus ja temperatuur korteris 3

Temperatuur ja niiskus neljanda korruse korteris maja keskel. Temperatuur on vahemikus 25-26 °C, keskmine on 25,5 °C. Niiskus on vahemikus 20-40 %, keskmine on 35%.



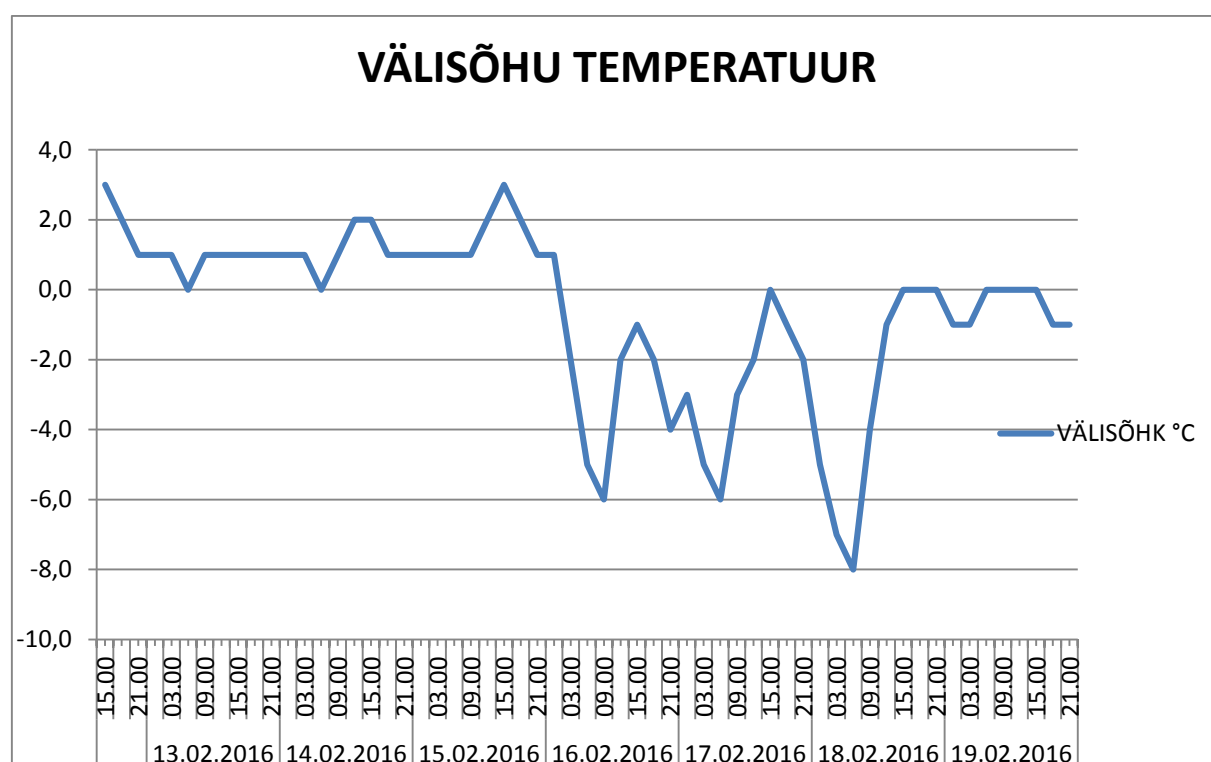
Graafik 3.2. Suhteline õhuniiskus ja temperatuur korteris 37

Viienda korruse korter. Temperatuur on vahemikus 18-21 °C, keskmine on 20 °C. Niiskus on vahemikus 35-55 %, keskmine on 40%.



Graafik 3.3. Suhteline õhuniiskus ja temperatuur korteris 59

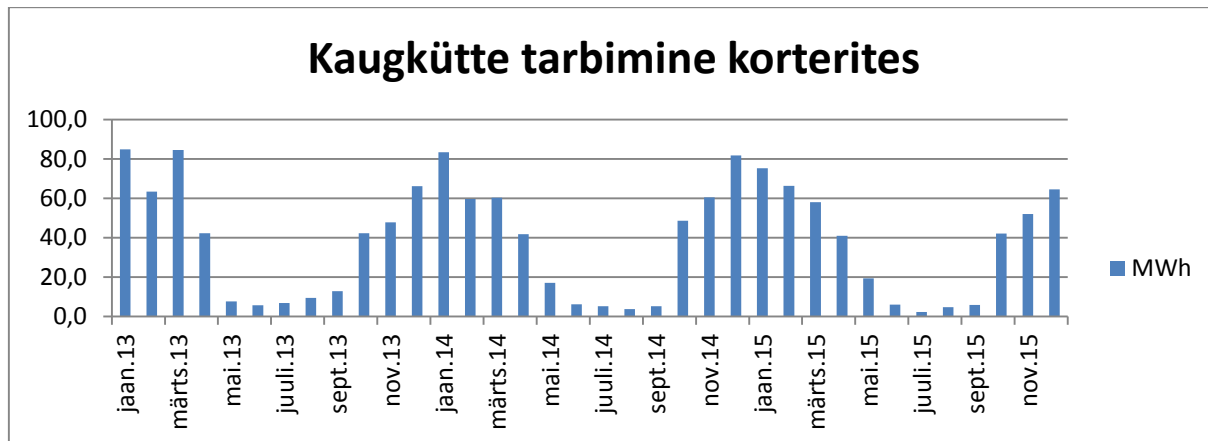
Välisõhu temperatuur ilm.ee andmetel Rakvere kohta.



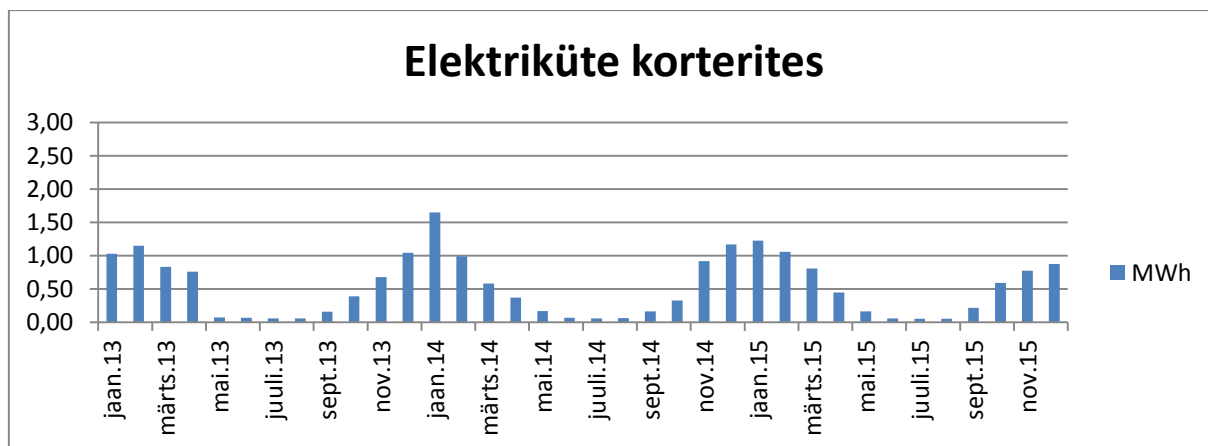
Graafik 3.4. Välisõhutemperatuur

4.2 Soojuse-, elektri-, gaasienergia tarbimisandmed kuude lõikes 2013 – 2015.

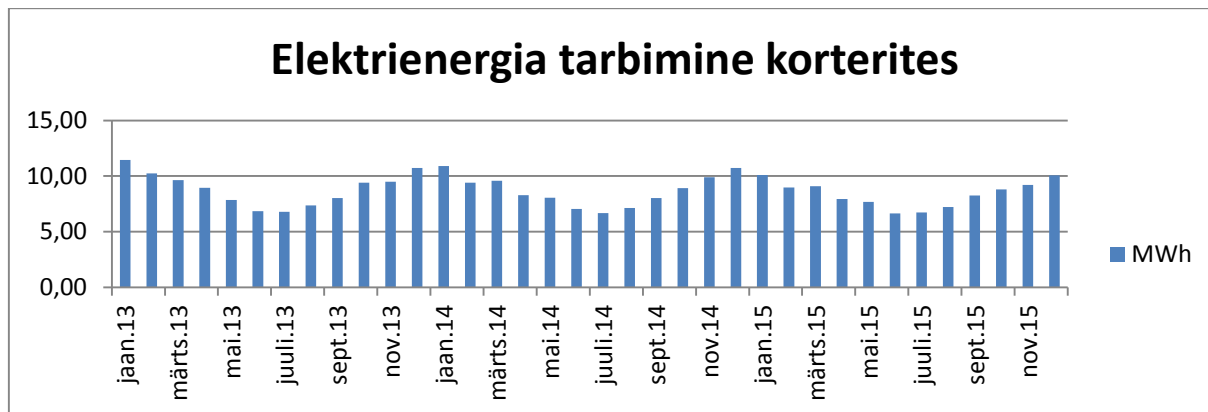
Tabel 4.1 Kaugkütte tarbimine korterites ja trepikodades



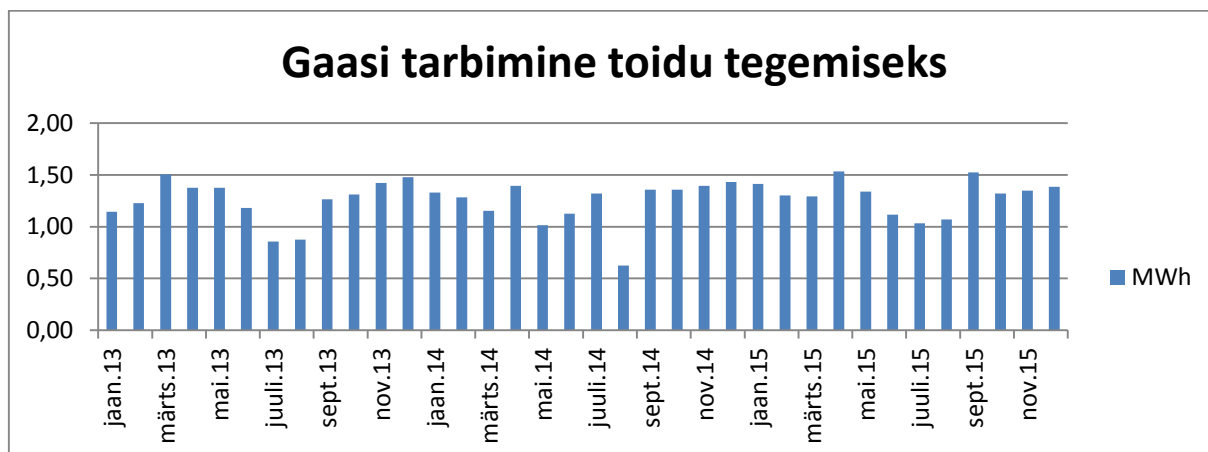
Tabel 4.2 Elektrikütte tarbimine kolmes korteris



Tabel 4.3 Elektrienergia tarbimine korterites

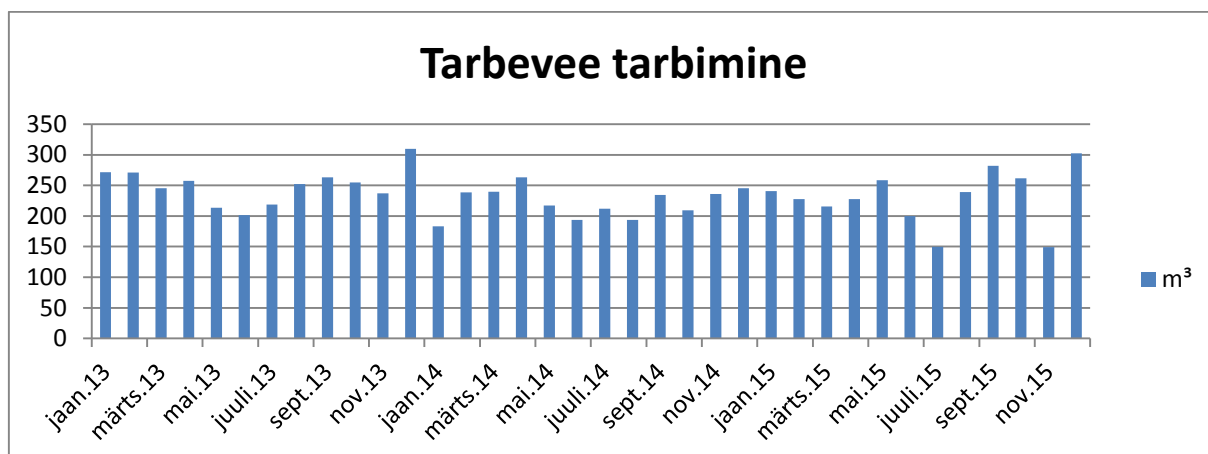


Tabel 4.4 Gaasi tarbimine korterites toidu tegemiseks

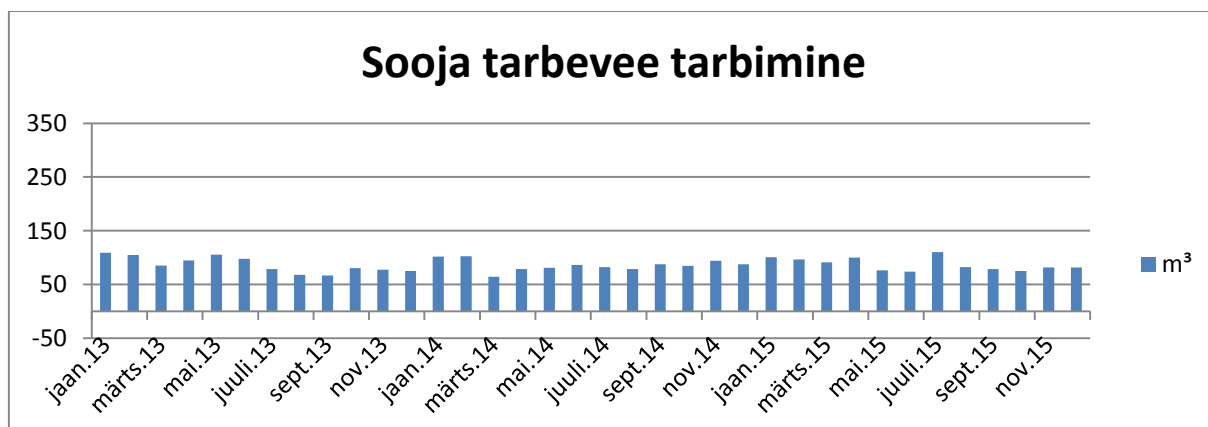


4.3 Tarbevee tarbimisandmed kuude lõikes 2013 – 2015.

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: $\sum(U \cdot A)/1000 = (888 \times 0,21 + 1438 \times 1,0 + 355 \times 1,0 + 888 \times 0,6 + 30 \times 2,4 + 661 \times 1,4 + 37 \times 1,4)/1000 = 3,61 \text{ kW/}^\circ\text{C}$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest enne renoveerimist. Erisoojuskadu $H = L \cdot p \cdot c = 0,25 (\text{m}^3/\text{s}) \times 1,2 \times 1,005 = 0,66 \text{ kW/}^\circ\text{C}$ $L = V \cdot n / 3600$

Õhuvahetuse kordarvuks on võetud 0,25 1/h.

Hoone erisoojuskadod $H = \sum(U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 4,28 \text{ kW/}^\circ\text{C}$.

Vabasoojuse arvutus:

Vabasoojus inimestelt (122 in): $\Phi_{in} = 122 \times 30/1000 = 3,66 \text{ kW}$

Vabasoojus valgustuselt ja elektriseadmetelt (korterite elektrikulu 104 MWh)

$\Phi_{el} + \Phi_{sead} = 104 \times 8,5 \times 10 \text{ astmes}^{-5} = 8,84 \text{ kW}$

Päikese kiirgusest tingitud keskmine vabasoojuskirgus:

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

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

kirre $32 \times 0,75 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,65 \times 320,3 = 4,05 \text{ kW}$

edel $57,6 \times 0,75 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,65 \times 371,0 = 8,44 \text{ kW}$

Kokku 12,49 kW

Kokku vabasoojus $\Phi_{VS} = \Phi_{in} + \Phi_{el} + \Phi_P = 24,99 \text{ kW}$

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

Seega arvestuslik vabasoojuskooormus $\Phi_{VS} = 12,49 \text{ kW}$

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $t_{VS} = \Phi_{VS} / H = 2,92 \text{ }^\circ\text{C}$

Tasakaalutemperatuur hoones enne renoveerimist $t_B = t_s - t_{VS} = 18,08 \text{ }^\circ\text{C}$

21°C on hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur.

Peale hoone renoveerimist (Säästumeetmete pakett 1):

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 1:

$\sum(U \cdot A)/1000 = 2,09 \text{ kW/}^\circ\text{C}$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$H = L \cdot p \cdot c = L \cdot 1,2 \cdot 1,005 = 1,33 \text{ kW/}^\circ\text{C}$

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

Hoone erisoojuskadod $H = \sum(U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 3,41 \text{ kW/}^\circ\text{C}$

Vabasoojus inimestelt (122 in): $\Phi_{in} = 122 \times 30/1000 = 3,66 \text{ kW}$

Vabasoojus valgustuselt ja elektriseadmetelt (korterite elektrikulu 104 MWh)

$$\Phi_{el} + \Phi_{sead} = 104 \times 8,5 \times 10 \text{ astmes}^{-5} = 8,84 \text{ kW}$$

Päikese kiirgusest tingitud keskmine vabasoojuskiirgus:

$$\Phi_P = \sum \Phi_{ilmak} \times K_{var} \times K_{kl.osak} \times K_{kard} \times g_{Aa} / 1000 = 12,49 \text{ kW}$$

$$\text{Kokku vabasoojus } \Phi_{VS} = \Phi_{in} + \Phi_{el} + \Phi_P = 24,99 \text{ kW}$$

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

$$\text{Seega arvestuslik vabasoojuskooormus } \Phi_{VS} = 17,49 \text{ kW}$$

$$\text{Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt } t_{VS} = \Phi_{VS} / H = 5,12 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist } t_B = t_s - t_{vs} = 15,88 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

21°C on hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur.

Peale hoone renoveerimist (Säästumeetmete pakett 2):

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 2:

$$\sum (U \cdot A) / 1000 = 1,82 \text{ kW/}^{\circ}\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$H = L \cdot p \cdot c = L \cdot 1,2 \cdot 1,005 = 1,33 \text{ kW/}^{\circ}\text{C}$$

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

$$\text{Hoone erisoojuskad } H = \sum (U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 3,14 \text{ kW/}^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Vabasoojus inimestelt (122 in): } \Phi_{in} = 122 \times 30 / 1000 = 3,66 \text{ kW}$$

Vabasoojus valgustuselt ja elektriseadmetelt (korterite elektrikulu 104 MWh)

$$\Phi_{el} + \Phi_{sead} = 104 \times 8,5 \times 10 \text{ astmes}^{-5} = 8,84 \text{ kW}$$

Päikese kiirgusest tingitud keskmine vabasoojuskiirgus:

$$\Phi_P = \sum \Phi_{ilmak} \times K_{var} \times K_{kl.osak} \times K_{kard} \times g_{Aa} / 1000 = 12,49 \text{ kW}$$

$$\text{Kokku vabasoojus } \Phi_{VS} = \Phi_{in} + \Phi_{el} + \Phi_P = 24,99 \text{ kW}$$

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

$$\text{Seega arvestuslik vabasoojuskooormus } \Phi_{VS} = 17,49 \text{ kW}$$

$$\text{Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt } t_{VS} = \Phi_{VS} / H = 5,56 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist } t_B = t_s - t_{vs} = 15,44 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

21°C on hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur.

Peale hoone renoveerimist (Säästumeetmete pakett 3):

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 3

$$\sum (U \cdot A) / 1000 = 1,42 \text{ kW/}^{\circ}\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$H = L \cdot p \cdot c = L \cdot 1,2 \cdot 1,005 = 1,33 \text{ kW/}^{\circ}\text{C}$$

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

$$\text{Hoone erisoojuskad } H = \sum (U \cdot A) + L \cdot p \cdot c = 2,75 \text{ kW/}^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Vabasoojus inimestelt (122 in): } \Phi_{in} = 122 \times 30 / 1000 = 3,66 \text{ kW}$$

Vabasoojus valgustuselt ja elektriseadmetelt (korterite elektrikulu 104 MWh)

$$\Phi_{el} + \Phi_{sead} = 104 \times 8,5 \times 10 \text{ astmes}^{-5} = 8,84 \text{ kW}$$

Päikese kiirgusest tingitud keskmine vabasoojuskiirgus:

$$\Phi_P = \sum \Phi_{ilmak} \times K_{var} \times K_{kl.osak} \times K_{kard} \times g_{Aa} / 1000 = 12,49 \text{ kW}$$

Kokku vabasoojus $\Phi_{VS} = \Phi_{in} + \Phi_{el} + \Phi_p = 24,99 \text{ kW}$

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

Seega arvestuslik vabasoojuskooormus $\Phi_{VS} = 17,49 \text{ kW}$

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt $t_{VS} = \Phi_{VS}/H = 6,37 \text{ °C}$

Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist $t_B = t_s - t_{VS} = 14,63 \text{ °C}$

21°C on hoone eluruumide kaalutud keskmine sisetemperatuur.

4.5 Illusreerivad pildid.



1.Korterelamu Võidu tänava poolt



2.Soojussõlm



3.Vanad valgustid ja elektrikaablid keldris



4.Kanaliseatsioonitoru juures tuleb niiskus läbi



5.Kasside lõhutud torude isolatsioon



6.Soojustrass on isoleeritud



7. Hoone ühte nurka ei saa soojustada



8. Paneelide pragunenud vuugid on külmasillaks

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
6. TTÜ paneelelamute seisukorra uuring (2009)