



Tartu Regiooni Energiaagentuur  
Tartu Regional Energy Agency

Hoonete  
automatiseerimisvõimalustest  
tuleneva  
energiasäästupotentsiaali  
selgitamine  
Aruanne

**Tartu-Rakvere 2015**

## SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	3
1. HOONETES ENERGIATARBIMISE ANALÜÜS.....	5
1.1. Koolide hooned.....	5
1.1.1. Rakvere gümnaasium, Vabaduse 1 hoone.....	8
1.1.2. Rakvere Gümnaasium, Tallinna 29 hoone .....	9
1.1.3. Reaalgümnaasium .....	10
1.1.4. Rakvere Põhikool .....	12
1.2. Lasteaia hooned .....	14
1.2.1. Lasteaed "Kungla" .....	17
1.2.2. Lasteaed "Triinu" .....	18
1.3. Muud hooned .....	20
1.3.1. Rakvere Keskraamatukogu .....	21
1.3.2. Muusikakool.....	23
1.3.3. Spordihoone Kastani puiestee 12 .....	24
1.3.4. Sotsiaalmaja Tuleviku 8 .....	25
1.3.5. Sotsiaalmaja Vilde 2a.....	27
1.3.6. Sotsiaalmaja Vabaduse 59.....	28
KOKKUVÕTE.....	30

## **SISSEJUHATUS**

Uuring on läbi viidud vastavalt TMKK ja TREA vahelisele lepingule 7.10.2015. Uuringu käigus analüüsiti 11 Rakvere linnale kuuluvate hoonete energiatarbimist, et välja selgitada nende hoonetes energia tarbimine. Uuringu aluseks olid energia tarbimise kohta esitatud arved. Energia kulu seisukohast uuriti elektrienergia, vee ja kaugkütte tarbimist. Kõetava pinna suurus on võetud Ehitusregistrist (ehr.ee)

### **Andmete täpsusest**

Tarbimise lähteandmed uuringu tarbeks on saadud küsitluse teel vastavate hoonete haldajatelt. Ilmselgelt on probleeme elektri kulu andmete kättesaadavusega, seepärast on elektrienergia kulu arvesse võetud vaid nendel hoonetel, millel see on esitatud.

Lisaks on enamus andmeid saadud raamatupidamisdokumentidest. Sarnaselt eelnevalt TREA poolt uuritud hoonetele on ka Rakvere linna puhul märgatav kuludokumentide orienteeritus raamatupidamisele. Kuigi selline lähenemine võimaldab täpselt korraldada ja korrigeerida linna finantsmajandust, siis energia tarbimise analüüsi ja monitooringu seisukohast on oluline andmete adekvaatsus ja kalendaarne täpsus. Eriti tuleb kuluandmete täpsusele rõhku panna liginull- ja madalenergia hoonete puhul. Kui traditsiooniliselt suurte energiakulude juures võib rike või avarii põhjustada kulu suurenemise mõnekümne protsendi ulatuses, siis väikese absoluutse tarbimise juures võivad mitmesugused anomaaliad ja ebakorrektsused suurendada kulu kordades.

### **Metoodika**

Hoonete energiatarbimise võrdlemiseks ja analüüsimiseks kasutasime jooksva aasta kulu meetodit. Seda meetodit oleme kasutanud ka Tartu linna hoonete energiatarbe analüüsimisel ja Tartu linna energeetika ja elamumajanduse arengukava koostamisel.

Meetodi olemus seisneb jooksva aasta energiatarbe välja arvutamisel iga kuu kohta vaadeldaval perioodil. Selle meetodi puhul elimineeritakse hoonete energiatarbe sesoonne kõikumine ja muudetakse andmed võrreldavaks kuna tarbimisandmed taandatakse kraadpäevade meetodit kasutades.

Arvutuse tulemusel saadakse andmete rida, mis on oluliselt täpsem ja ülevaatlikum, kui tavapärase kraadpäevade meetod, mille puhul on võrreldavad vaid aastased energiatarbimised. Jooksva aasta meetodit kasutades on selgelt näha kogu energiatarbe dünaamika kuude lõikes. Kraadpäevad on arvestatud tasakaalutemperatuuril 17°C.

Lisaks eelnevate aastate energiatarbimise andmete analüüsimisele viisime läbi intervjuud Lasteaedades Kungla ja Triinu, Muusikakoolis, Rakvere Gümnaasiumis ja Reaalgümnaasiumis ning Kastani puiestee 12 spordihoones. Intervjuud toimusid 14.12.2015. Intervjuude eesmärk oli selgitada välja energiatarbimist mõjutavad subjektiivsed tegurid ja hoonete kasutajate suhtumine erinevatesse energiasäästu meetmetesse ning kehtivad tarbimisharjumused.

Intervjuud viidi läbi vaatluse all olevates hoonetes kohapeal täites seejuures ka paikvaatluse funktsiooni. Vaatluse käigus täpsustasime iga objekti tegelikku olukorda ja läbi viidud meetmeid ja ümberehitusi, mis võivad mõjutada energiatarbimist hoonetes.

#### **Uurimise alla kuulusid järgmised hooned:**

<b>Jrk. nr</b>	<b>Nimi</b>	<b>Aadress</b>	<b>Köetav pind, m<sup>2</sup></b>
1	Rakvere keskraamatukogu	Lai 7	1543
2	Lasteaed Kungla	Kungla 5a	2452
3	Muusikakool	Posti 6b	918
4	Rakvere põhikool	Tartu 2	2510
5	Rakvere gümnaasium	Vabaduse 1	6210
6		Tallinna 29	5228
7	Reaalgümnaasium	Võidu 67	8611
8	Sotsiaalmaja	Tuleviku 8	215
9		Vilde 2a	833
10		Vabaduse 59	1042
11	Spordihoone	Rahu 15a	1281
12	Lasteaed "Triinu"	Lembitu 14	2011

Uurimuse tulemused on toodud juurde lisatud tabelarvutuse failis.

Iga hoone kohta on antud:

- köetav pind, m<sup>2</sup>
- aasta keskmine energia tarbimine naturaälühikutes, MWh/m<sup>2</sup>
  - s.h. aasta keskmine elektrienergia tarbimine, MWh/m<sup>2</sup>
- Energiatarbimise naturaalne erikulu, kWh/m<sup>2</sup>a
- Energiatarbimise kaalutud erikulu, kWh/m<sup>2</sup>a
  - seejuures on kaalumistegurid kaugküttel 0,9 ja elektril 2,0

## 1. HOONETES ENERGIATARBIMISE ANALÜÜS

### 1.1. Koolide hooned

Vaatluse all oli kolme kooli neli hoonet: Rakvere Põhikooli hoone, Rakvere Gümnaasiumi hooned aadressil Vabaduse 1 ja Tallinna 29 ning Rakvere Realgümnaasiumi hoone.

Hetkel kehtivate regulatsioonide järgi on kehtestatud haridushoonetele energiatõhususarvu (ETA) või kaalutud energiaerikasutuse (KEK) klassi skaala, mis aluseks energiamärgise määramisel:

**Tabel 1.1 Haridushoonete ETAvõi KEK skaala**

ETA või KEK, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Klass
ET või KEK 90	A
91 ET või KEK 120	B
121 ET või KEK 160	C
161 ET või KEK 200	D
201 ET või KEK 250	E
251 ET või KEK 310	F
311 ET või KEK 390	G
ET või KEK 391	H

Hoonete energiatarbimise analüüsimisel on oluline võrrelda energiakulu riiklike normidega ja teiste sama otstarbega hoonetega. Hoonetele esitatavad energiatõhususe nõuded, väljendatuna energiatõhususarvuna, on sätestatud „Hoonete energiatõhususe miinimumnõuded“ (MTM määrus). Haridushoonete ehitamisel või renoveerimisel ei tohi energiatõhususarv ületada alljärgnevas tabelis toodud väärtusi.

**Tabel 1.2 Haridushoonetele sätestatud energiatõhususarvud kWh/(m<sup>2</sup>· a)**

Ehitatav hoone	Renoveeritav hoone	Madalenergiahoone	Liginullenergiahoone
160	200	120	90

Rakvere koolide hoonete üldine energia ja vee tarbimine on toodud järgnevas tabelis.

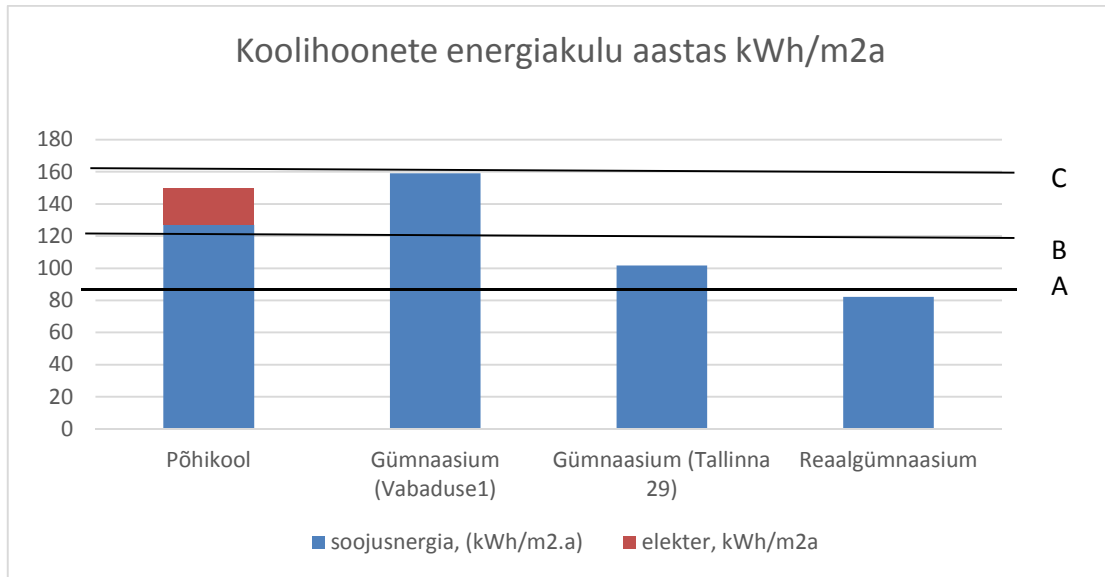
**Tabel 1.3 Koolide energiatarbimine energiaühikutes aastas**

Asutus	soojusenergia, MWh	elekter, MWh	vesi, m <sup>3</sup>
Põhikool	319	58	68
Gümnaasium (Vabaduse1)	987	0	171
Gümnaasium (Tallinna 29)	531	0	86
Reaalgümnaasium	707	0	185

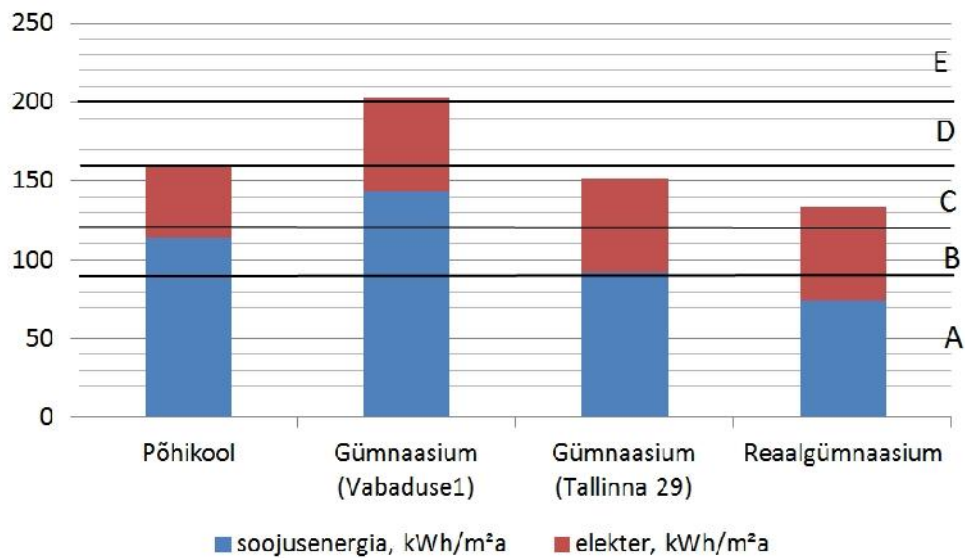
Tabeli on toodud koolide hoonetes energia ja vee tarbimine vaadeldavate aastate (2012-2014) keskmisena. Soojusenergia tarbimine on taandatud normaalaastale.

**Tabel 1.4 energiatarbimine koolides aastas**

Asutus	soojusenergia, (kWh/m <sup>2</sup> .a)	elekter, kWh/m <sup>2</sup> a	KEK, kWh/m <sup>2</sup> a	Eeldatav energiamärgis
Põhikool	127	23	160	C
Gümnaasium (Vabaduse1)	159	30*	203	E
Gümnaasium (Tallinna 29)	102	30*	152	C
Reaalgümnaasium	82	30*	134	C
*- andmete puudumisel on kasutatud Tartu koolide keskmist elektrienergia tarbimist 2007 kuni 2010				



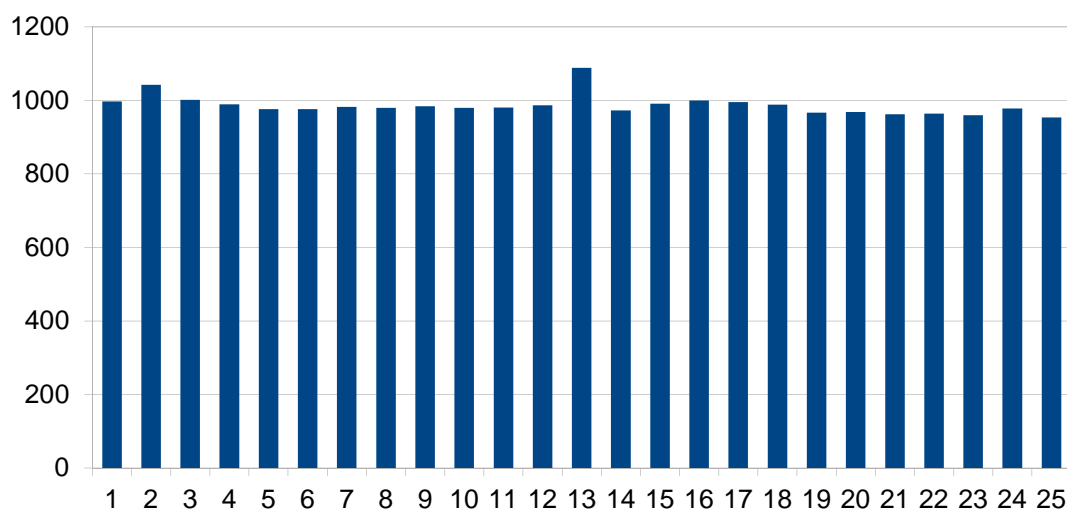
### Koolihoonete energiakulu aastas, kWh/m<sup>2</sup>a



### 1.1.1. Rakvere gümnaasium, Vabaduse 1 hoone

Hoone	Rakvere Gümnaasium Kood 12632
Aadress	Vabaduse 1, Rakvere
Köetav pind, m <sup>2</sup>	6201
Aasta keskmine energia kulu, MWh	987
Aasta keskmine elektri kulu, MWh	0
aasta keskmine vee kulu, m <sup>3</sup> /kuus	80
Naturaalne erikulu, kWh/m <sup>2</sup> a	159
Kaalutud erikulu, kWh/m <sup>2</sup>	143
KEK klass	
Olemasolev energiamärgis	puudub

Gümnaasium, Vabaduse 1, jooksva aasta energiakulu, MWh; alates 2013. jaanuar



Elektri tarbimise andmed puuduvad. Energia tarbimine aastate on suhteliselt stabiilne v.a. eelnevalt Rakvere põhikooli juures mainitud väljalöök graafikust 13. kuu kohal. Energia kaalutud erikulu on 143 kWh/m<sup>2</sup>a. Sarnaselt põhikooliga on märgata tarbevee soojendamise ja vee tarbimise vähenemist.

Tegemist on muinsuskaitse all oleva hoonega, mille kohta energiamärgise nõuded ei kehti. Hoones on aastatel 1994 kuni 1998 vahetatud välja küttesüsteemi torustik. Hoonele vajalik soojusenergia saadakse kaugküttevõrgust läbi kahe soojusvaheti. Torustiku renoveerimisel jäeti alles ülaltjaotusega süsteem, mida ei saa lugeda tänapäeval efektiivseks. Juhul kui taas on

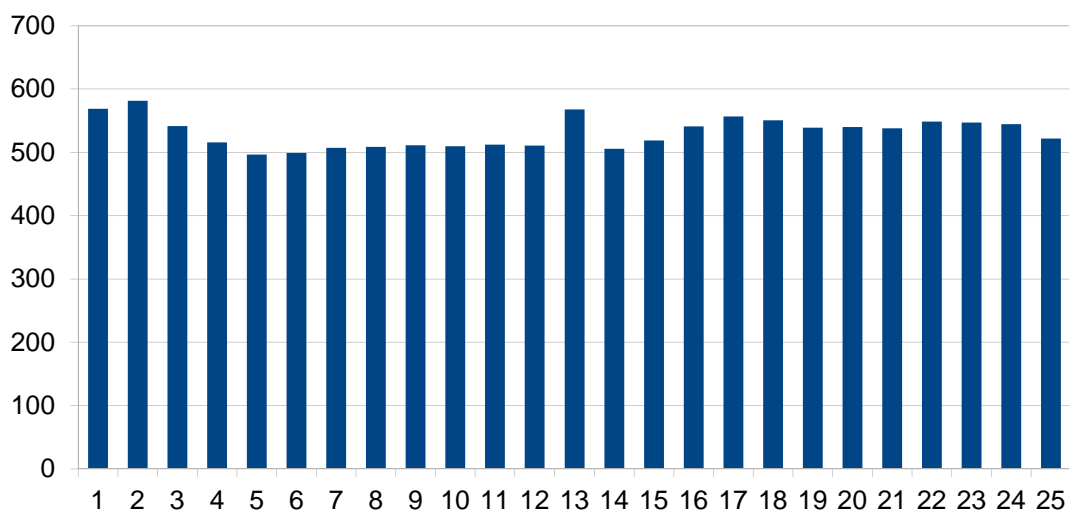


plaanis energiatõhususe tõstmisega seotud tööd, tuleb kindlasti kaaluda ka küttesüsteemi ümberehitamist . Praeguste tarbimisandmete juures on eeldatav energiamärgis „E“

### 1.1.2. Rakvere Gümnaasium, Tallinna 29 hoone

Hoone	Rakvere Gümnaasium Kood 12632
Aadress	Tallinna 29
Köetav pind, m <sup>2</sup>	5228
Aasta keskmine energia kulu, MWh	531
Aasta keskmine elektri kulu, MWh	0
aasta keskmine vee kulu, m <sup>3</sup> /kuus	44
Naturaalne erikulu, kWh/m <sup>2</sup> a	102
Kaalutud erikulu, kWh/m <sup>2</sup>	91
KEK klass	
Olemasolev energiamärgis	F (2012 energiaarvutusel põhinev)

Gümnaasium, Tallinna 29, jooksva aasta energiakulu, MWh; alates 2013. jaanuar



Elektri tarbimise andmed puuduvad. Soojuse ja vee tarbimise suhe on väga sarnane gümnaasiumi teise hoone tarbimisega.

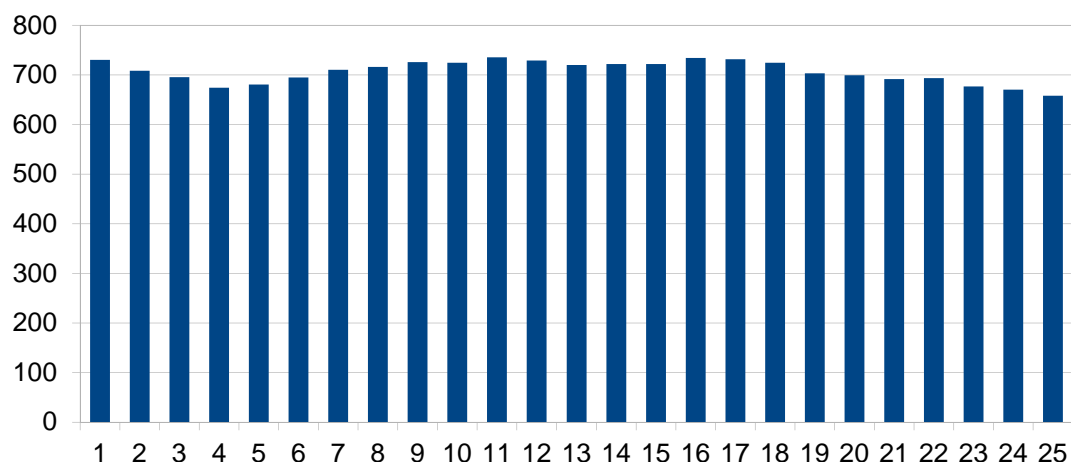
Värskelt energeetiliselt renoveeritud hoone puhul oleks olnud hea, kui võrdlusmaterjalina oleks olnud kasutada ka energiatarbimise andmed renoveerimisele eelnenud ajast. Samuti on vajalik sisekliima monitooringu läbiviimine, et olla kindel piisava kvaliteediga sisekliimas renoveerimise järgselt.

Praeguste andmete järgi drastiliste energiatarbimise vähenemist näha ei ole, kuigi energiatarbimise arv on silmatorkavalt madal. Kui arvestada elektrienergia tarbimiseks analoogia põhjal [põhikooliga] Tartu koolihoonetega [22] 30 kWh/m<sup>2</sup>, siis oleks kaalutud erienergiakasutus 152 [143] kWh/m<sup>2</sup>, mis vastab energiamärgisele "C". Energiamärgisele "B" ja seega ka madalenergiahoonele vastab erienergiakasutus <120 kWh/m<sup>2</sup>.

### 1.1.3. Realgümnaasium

Hoone	REAALGÜMNAASIUM Kood 12632
Aadress	Võidu 67
Kõetav pind, m <sup>2</sup>	8611
Aasta keskmine energia kulu, MWh	707
Aasta keskmine elektri kulu, MWh	0
Aasta keskmine vee kulu, m <sup>3</sup> /kuus	73
Naturaalne erikulu, kWh/m <sup>2</sup> a	82
Kaalutud erikulu, kWh/m <sup>2</sup>	74
KEK klass	
Olemasolev energiamärgis	E (2009 Energiaarvutusel põhinev)

## Realgümnaasium, jooksva aasta energiakulu, MWh; alates 2013. jaanuar



Elektrienergia tarbimisandmed puuduvad. Soojuse ja vee tarbimise suhe on sarnane teistele üldhariduskoolimajadele. Hoone on renoveeritud 2010/2011. aastal ja seega on ootuspärane ka madal energiatarbimine. Erienergiakasutus ilma elektrita on 74 kWh/m<sup>2</sup>. Lisades siis 30 kWh/m<sup>2</sup> eeldatavat elektri erikulu, saame energiatõhususarvuks 133 kWh/m<sup>2</sup>a, mis tähendaks energiaklassi "C". Loomulikult vajab see väide täpsemat arvutust ja kontrollimist. Sarnaselt Rakvere gümnaasiumi Tallinna tänava kompleksile on ka selles koolihoones soovitatav läbi viia sisekliima monitooring.

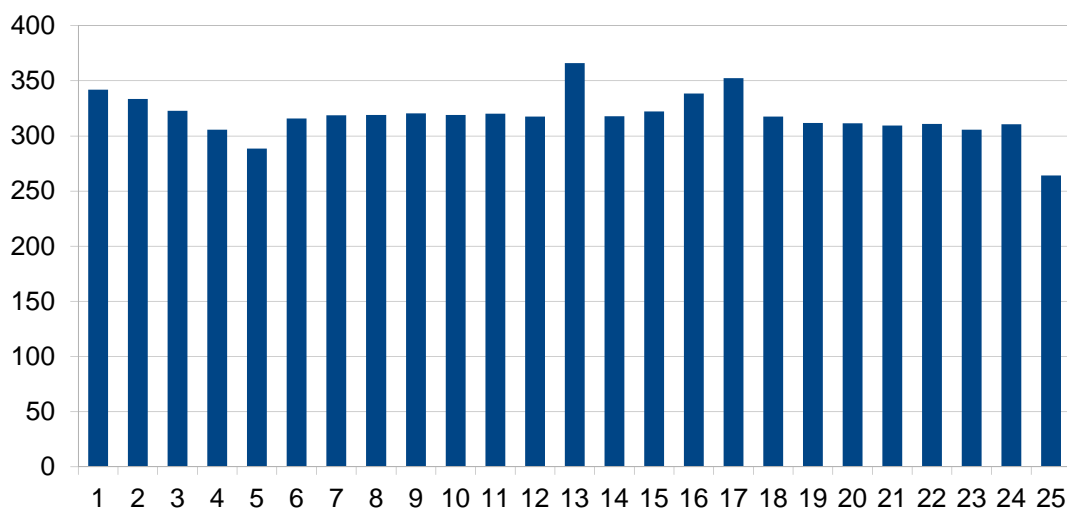
Tulenevalt intervjuust ja paikvaatlusest selgus, et hoones ei kasutata soojatagastusega ventilatsiooni, kuigi ventilatsioonisüsteeme on hoones kokku 7(!), mis on paigaldatud aastatel 2000-2001. Ventilatsiooni sissetulevat õhku soojendatakse kalorifeeridega, mis saavad energiat linna kaugküttevõrgust. Kütte- ja ventilatsioonisüsteemid töötavad „pävakellaga“. Arvestades soojatagastuse puudmist on Realgümnaasiumi energiatarbimine üllatavalt madal. Ilmselt aitab sellele kaasa, et enamuse klassiruumide aknad on suunatud lõunasse, mis võimaldab kasutada kevadise päikese soojust. Lisaks on osa algsest siseõuest ehitatud kinniseks aatriumiks – aulaks, mille klaasist katus samuti võimaldab kasutada päikese soojendavat toimet. Arvatavalt põhjustavad samad tegurid liigset soojenemist nendel aastaegadel, kui päikesepaistelisi päevi on palju. Lisaks päikese soojendavale mõjule on aatriumi ehitamine muutnud suure osa endisi välisseinu siseseks, mis on parandanud hoone konfiguratsiooni energiatõhususe mõttes.

Realgümnaasiumi võimla duširuume köetakse põrandaküttega. Rajatud on paralleelselt nii vesi- kui elektripõrandaküte. Selline olukord võimaldab rakednada katseliselt automatiseerimist – kui elekter on odava hinnaga, lülituks küte elektrile, kui elektri hind tõuseb kõrgemaks kaugkütte hinnast lülitub elektriküte välja.

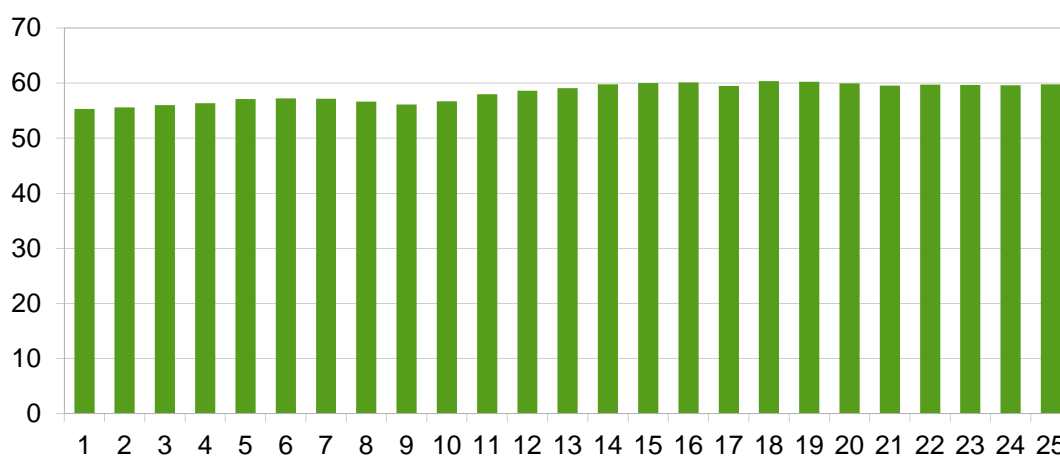
#### 1.1.4. Rakvere Põhikool

Hoone	PÕHIKOOL Kood 12632
Aadress	Tartu 2, Rakvere
Köetav pind, m <sup>2</sup>	2510
Aasta keskmine energia kulu, MWh	319
Aasta keskmine elektri kulu, MWh	58
Aasta keskmine vee kulu, m <sup>3</sup> /kuus	24
Naturaalne erikulu, kWh/m <sup>2</sup> a	150
Kaalutud erikulu, kWh/m <sup>2</sup>	161
KEK klass	C,D
olemasolev energiamärgis	C (2011, energiaarvutusel põhinev)

Põhikooli jooksva aasta energiakulu, MWh; alates 2013. jaanuar



### Põhikool, jooksva aasta elektri tarbimine, MWh alates 01.2013



Rakvere põhikooli andmetes on olemas ka elektrienergia tarbimine. Koolimaja energiatarve on andmetefailis olevate arvutuste ja graafikute põhjal langemas. Kolme aasta keskmine kaalutud energiatarbimine on 161 kWh/m<sup>2</sup>a, mis jääb napilt välja energiamärgise "C" kategooriast. Arvestades aga energiatarbimise vähenemist viimastel aastatel, võib lugeda selle märgise saavutatuks. Sarnaste koolihoonete puhul jääb alati võimalus, et tegemist võib on alakütmisega või alaventileerimisega. Selle välistamiseks on vajalik sisekliima monitoring kütteperioodil vähemalt nädala jooksul.

Rakvere põhikooli ja Rakvere gümnaasiumi mõlema hoone juures on jooksva aasta energiatarbimise graafikutes nähtav kummaline väljalöök 13. kuu juures, s.o. 2014. aasta jaanuar. Kuna teiste hoonete juures sellist väljalööki ei ole ja see esineb sarnase alluvusega asutustel, siis tuleb eeldada, et tegemist on raamatupidamisliku arvete "optimeerimisega". Siin on hea näide selle kohta, miks energiatarbimise arvestust tuleb pidada eraldi raamatupidamislikust.

## 1.2. Lasteaia hooned

Koolieelse lasteasutuse energiatõhususarvu (ETA) või kaalutud energiaerikasutuse (KEK) klassi skaala:

**Tabel 1.5 Koolieelsete lasteasutuste KEK või ET klassid**

ETA või KEK, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Klass
ET või KEK 100	A
101 ET või KEK 140	B
141 ET või KEK 190	C
191 ET või KEK 240	D
241 ET või KEK 300	E
301 ET või KEK 380	F
381 ET või KEK 480	G
ET või KEK 481	H

Koolieelsete lasteasutuste ehitamisel või renoveerimisel ei tohi energiatõhususarv ületada alljärgnevas tabelis toodud väärtusi.

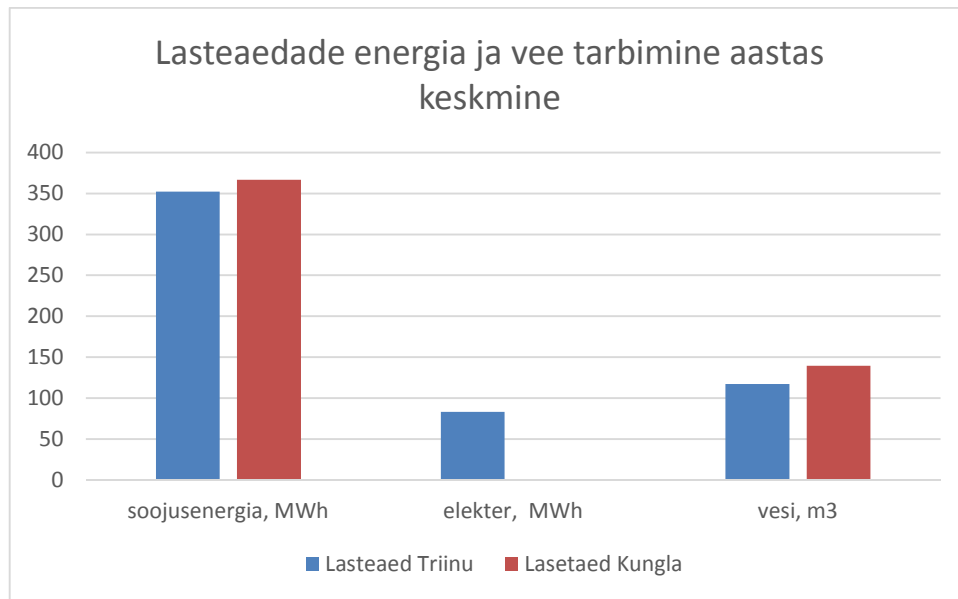
**Tabel 1.6 Koolieelsetele lasteasutustele energiatõhusarvud**

Ehitatav hoone	Renoveeritav hoone	Madalenergiahoone	Liginullenergiahoone
190	240	140	100

Lasteaia hoonete üldine energiatarbimine on toodud tabelis ja kujutatud diagrammil

**Tabel 1.7 Koolieelsetele lasteasutustele energiatarbimine aastas (2012-2014, keskmine)**

Asutus	soojusenergia, MWh	elekter, MWh	vesi, m <sup>3</sup>
Lasteaed Triinu	352	83	117
Lasetaed Kungla	367	0	139



Energia tarbimine aastas ruutmeetrile on toodud alljärgnevas tabelis ja diagrammil

Asutus	soojusenergia, (kWh/m <sup>2</sup> .a)	elekter, kWh/m <sup>2</sup> a	KEK	Eeldatav energiamärgis
Lasteaed Triinu	175	41	240	E
Lasteaed Kungla	150	41*	217	E
*- andmete puudumise tõttu kasutan analoogse lasteaia Triinu elektritarbimise andmeid				

Lasteaedade energiatarbimise võrdlemisel on näha, et Lasteaed Kungla hoones on soojusenergia tarbimine väiksem ja seega energiakasutus tõhusam kui Lasteaed Triinu. Sellise silmatorkava energiatarbimise erinevuse seletus leidis vaatluse ja intervjuu käigus. Lasteaedade hooned on enam-vähem sarnase arhitektuuriga. Sarnane on ka nende varustatud elektrit tarbivate seadmetega. Seepärast loen lasteaed Kungla elektritarbimise andmete puudumisel selle samaseks lasteaed Triinu omaga.

Mõlemad lasteaedid on modernse sisseadega. Igas rühmas on külmik, riiete kuivatamise kapp ja nõudepesumasin. Lasteaed Kungla on kahe rühma kohta ka üks ahi kokandustundide läbiviimiseks. Lasteaed Triinu on olemas õhksoojuspump, mis on mõeldud kasutamiseks suvisel ajal jahutuseks. Kuna lasteaed on suviti töös mitte enam kui poole koormusega, siis on võimalik koondada tegevus ruumidesse, mis kannatavad vähem ülekuumenemise all ja õhksoojuspumpa kasutatakse jahutuseks üliharva.

Lasteaed Kungla on probleeme ventilatsioonisüsteemiga sel moel, et rühmaruumidesse sisse puhutav õhuavad on sellisel kohal, kus on kasvatajate töölaudad. Intervjuud läbi viies oli

sellist olukorda näha ka juhataja kabinetis. Sellest tulenevalt on osa sissetuleva õhu avasis suletud paberilehtede ja kleeplindiga, mis ilmselt takistab ventilatsioonisüsteemi tööd.

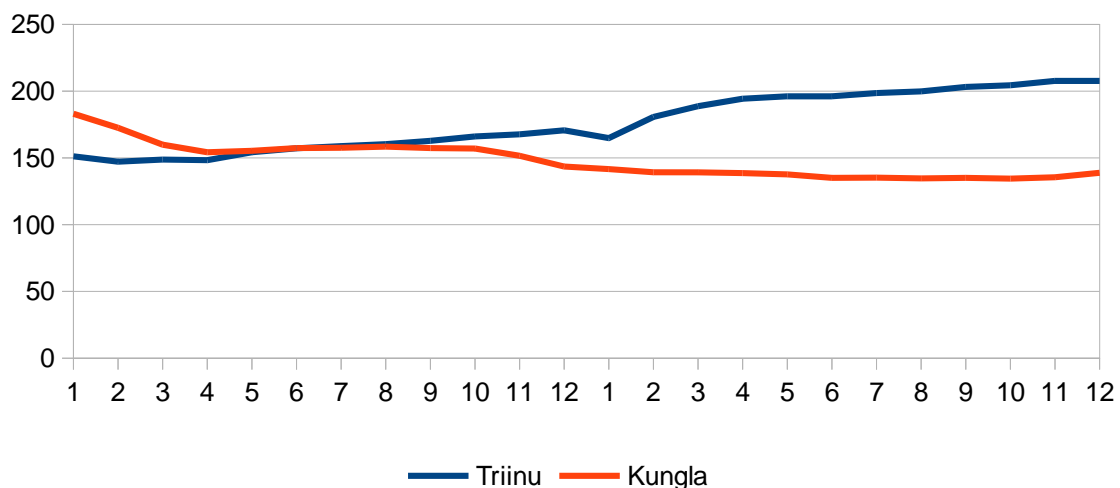
Mõlemas lasteaias on soojatagastusega ventilatsioonisüsteem, mille koormusgraafiku k ohaselt on aktiivseim tööperiood 9-18, kell 7-9 töötab süsteem poole koormusega ja ülejäänud ajal ööpäevast on välja lülitatud.

Erinevus lasteaedade vahel seisneb personali käitumises. Ilmselt on veel kehtiv reegel, mille kohaselt tuleb lasteaias rühmaruumi aknad avada alati, kui lapsed on ruumist lahkunud kas mõneste muusse ruumi või õue mängima. Selliselt käitatakse lasteaias Triinu. Küll väideti, et kui aknad avatakse, siis keeratakse termostaat kinni, milline tegevus on siiski väikese toimega kui termostaatide miinimumtemperatuur on piiratud. Ka hoitakse aknaid avatuna rühmade esikus/riietusruumis kogu aeg kui lapsed on rühma päevaruumis tegevuses.

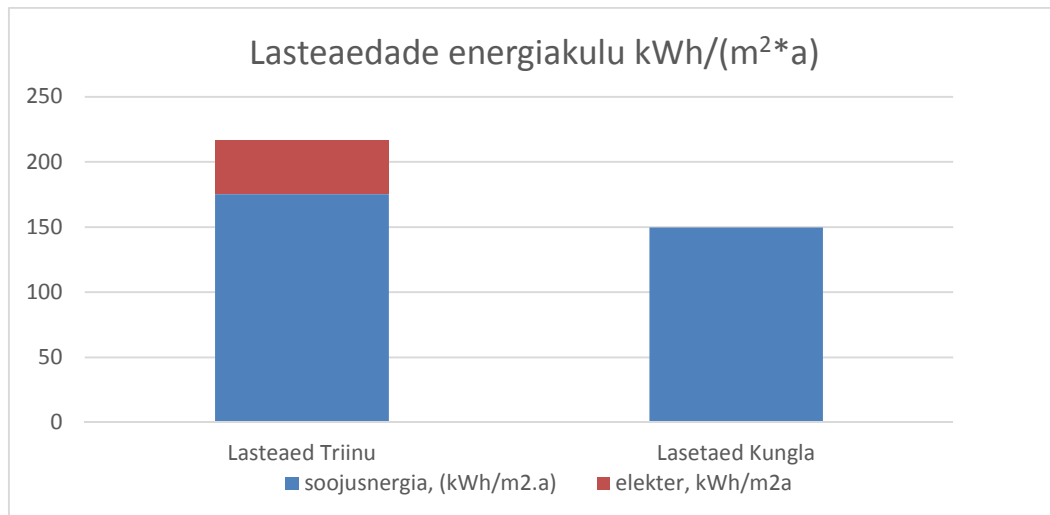
Lasteaed Kungla käitumine on mõnevõrra erinev – aknaid hoitakse avatuna vaid juhul, kui selleks „on vajadus“, see tähendab juhtudel, kui rühmaruumis on toimunud aktiivne tegevus ja siseõhk on tajutavalt halva kvaliteediga. Erinevat aru saamist energia säästust ilmestavad lasteaedade soojusenergia tarbimise graafikud viimase paari aasta jooksul.

### Lasteaedade soojusenergia eritarbimine 2013-2014

kWh/m<sup>2</sup>a



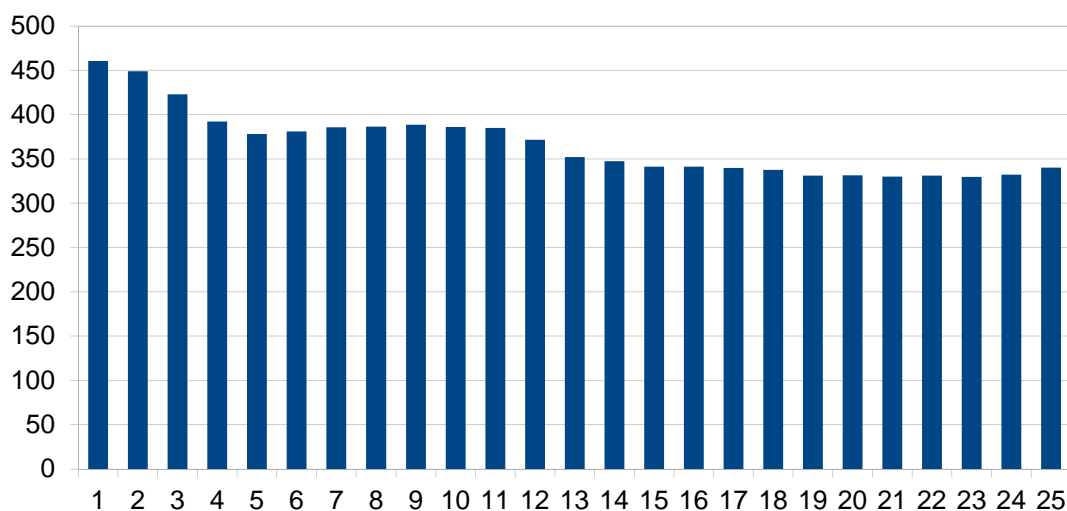




### 1.2.1. Lasteaed "Kungla"

Hoone	Lasteaed KUNGLA Kood 12631
Aadress	Kungla 5a
Köetav pind, m <sup>2</sup>	2452
Aasta keskmine energia kulu, MWh/kuus	367
Aasta keskmine elektri kulu, MWh	0
aasta keskmine vee kulu, m <sup>3</sup> /kuus	31
Naturaalne erikulu, kWh/m <sup>2</sup> a	150
Kaalutud erikulu, kWh/m <sup>2</sup>	135
KEK klass	-
Olemasolev energiamärgis	puudub

"Kungla" jooksva aasta energiakulu, MWh; alates 2013. jaanuar



Elektri tarbimise andmed puuduvad. Arvutusandmete failist on näha, et lasteaia jooksva aasta energiatarbimine on langustrendis. Samuti on langemas lasteaia energiakulu tarbevee soojendamiseks. Inervjuu käigus selgus, et ollaks mõõdukalt teadlikud energia tarbimist mõjutavatest teguritest.

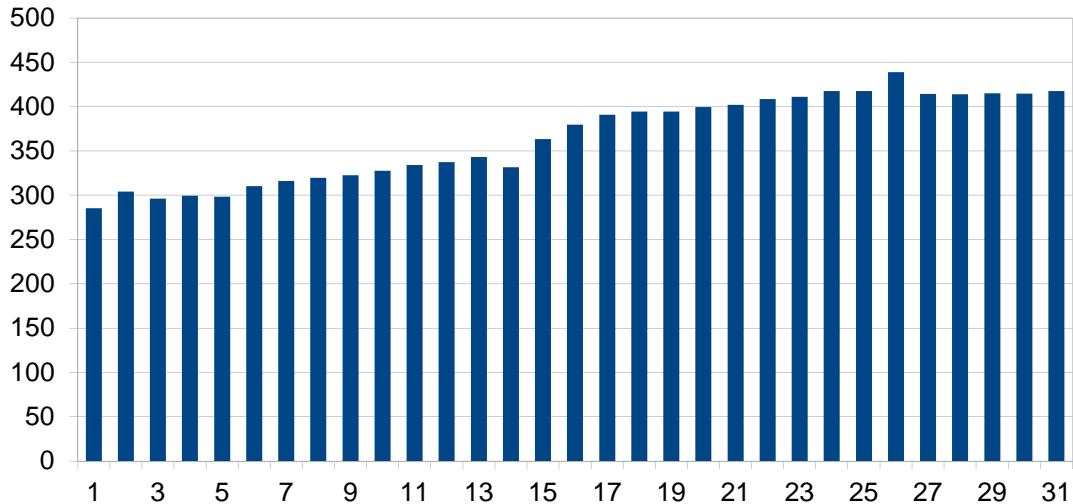
Koolieelsete lasteasutuste minimaalne energiatarbimine on 190 kWh/m<sup>2</sup>a uutal, ehitatavatel hoonetel. "Kungla" lasteaia kaalutud energiaerikasutus on 135 kWh/m<sup>2</sup>a. Seega on hoone energiakulu normi piires, kui elektrienergia tarbimine aastakeskmiselt oleks vähem kui 67 MWh ehk 27,5 kWh/m<sup>2</sup>a. Selline olukord ilmselt ei ole.

### 1.2.2. Lasteaed "Triinu"

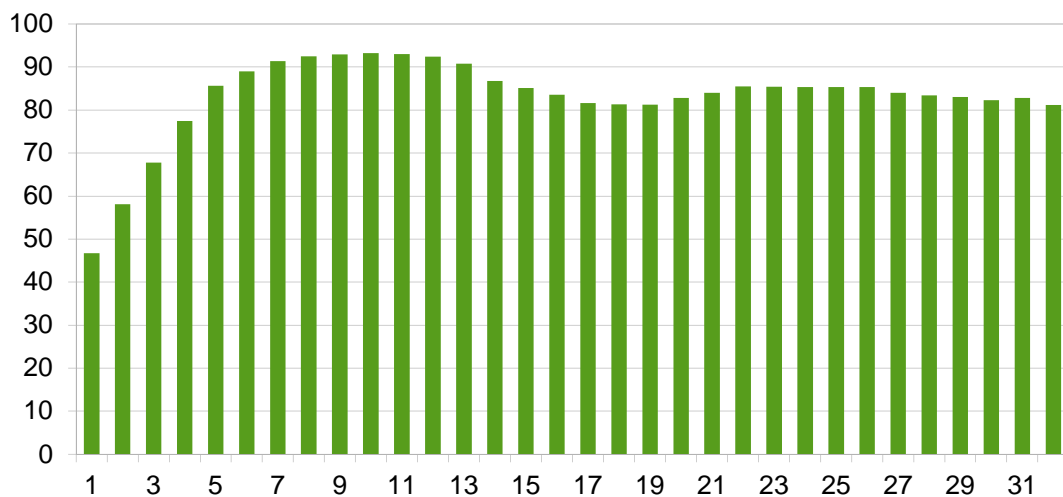
Hoone	Lasteaed Triinu, kood 12631
Aadress	Lembitu 14, Rakvere
Köetav pind, m <sup>2</sup>	2011
Aasta keskmine soojusenergia kulu, MWh/kuus	352
Aasta keskmine elektri kulu, MWh/kuus	83
Aasta keskmine veekulu, m <sup>3</sup> /kuus	28
Naturaalne erikulu, kWh/m <sup>2</sup> a	216

Kaalitud energiaerikulu KEK, kWh/m <sup>2</sup>	240
KEK klass	D
Olemasolev energiamärgis	C (2014, energiaarvutustel põhinev)

"TRIINU" jooksva aasta soojusenergiakulu, MWh; alates  
2013. jaanuar



"TRIINU" jooksva aasta elektri tarbimine, MWh alates  
01.2013



Lasteaia energiakasutus on viimastel aastate jooksul kasvanud. Küttesoojuse tarbimine on kasvanud kolmandiku võrra ja energia kulu tarbevee soojendamiseks on kasvanud ca 15%. Kuna lasteaed "Triinu" puhul on olemas ka elektrienergia tarbimise andmed, siis saab välja

arvutada kaalutud erieneergiakasutuse. See on 240 kWh/m<sup>2</sup>a. Selline erieneergiakasutus jääb "E" energiaklassi.

Hoone on vastsetl renoveeritud. Seega tuleb sellise suure energia kulu juures analüüsida renoveerimise tõhusust ja projekti koosseisus oleva energiaarvutuse õigsust, eriti arvestades, et renoveerimise projekti järgselt on hoonele omistatud energiaklass "C".

### 1.3. Muud hooned

Muude hoonete all uuriti Rakvere Keskraamatukogu, Muusikakooli, Spordihoone ja kolme sotsiaalmaja hoonete energia ja vee tarbimist.

**Tabel 1.7 Hoonete energiatõhususe miinimumnõuded raamatukogude ja tervishoiuhoonetele**

	Ehitatav hoone	Renoveeritav hoone	Madalenergiahoone	Liginull-energiahoone
Raamatukogu teadushoone	160	210	130	100
Tervishoiuhoone	380	460	300	270

Vaadeldud hoonete energiatarbimised on toodud alljärgnevatel tabelitel 1.8 ja 1.9. Andmed on esitatud aasta keskmisena (2012-2014), soojusenergia on taandatud normaalaastale

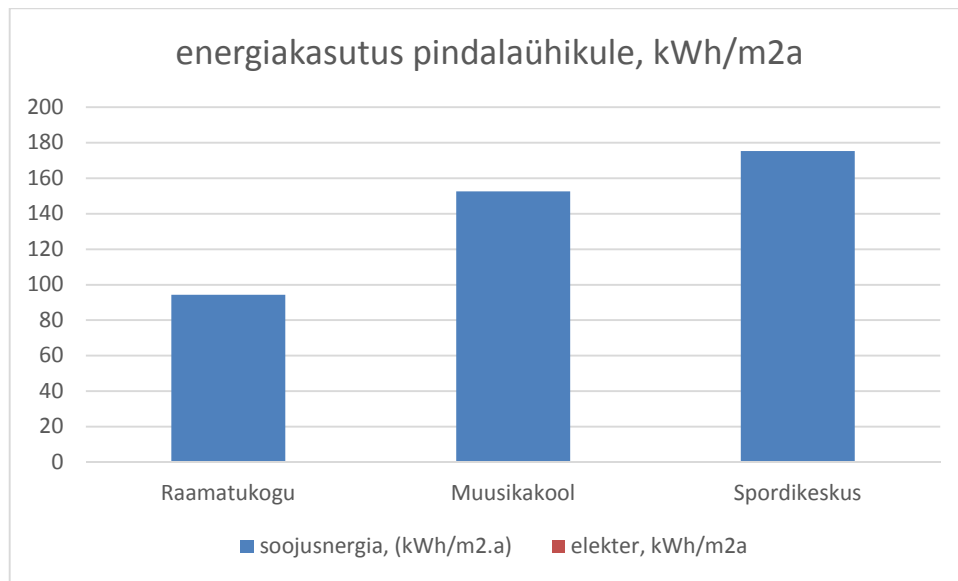
**Tabel 1.8 Hoonete energiakasutus aastas**

Asutus	soojusenergia, MWh	elekter, MWh	vesi, m <sup>3</sup>
Raamatukogu	145	0	21
Muusikakool	140	0	12
Spordikeskus	224	0	30

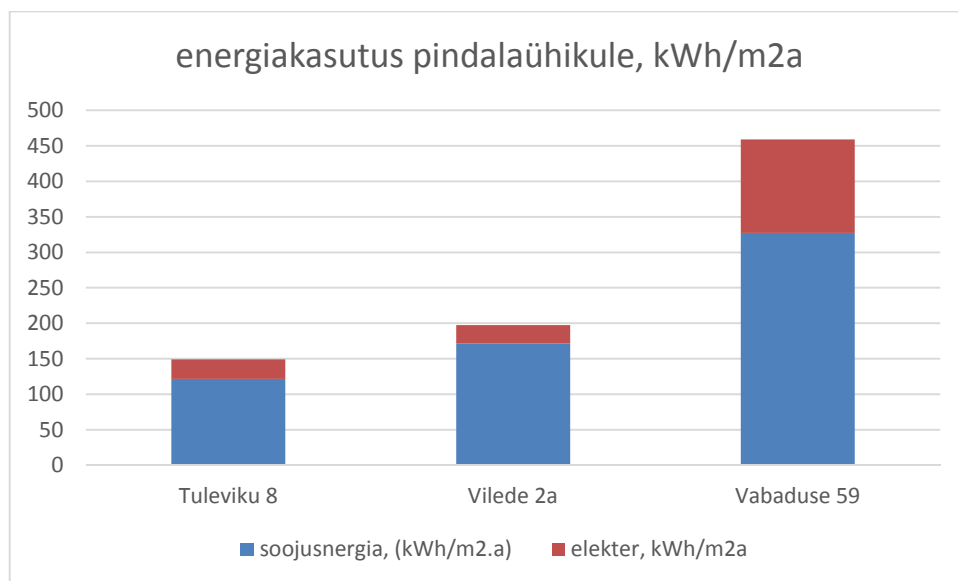
**Tabel 1.9 Sotsiaalhoonete energiakasutus aastas**

Asutus	soojusenergia, MWh	elekter, MWh	vesi, m <sup>3</sup>
Tuleviku 8	26	6	12
Vilde 2a	143	22	103
Vabaduse 59	341	137	136

Hoonete energiatarbimine ruutmeetri kohta aastas on toodud alljärgnevatel graafikutel



Sotsiaalhoonete võrdlev energiatarbimine aastas ühele ruutmeetrile (kWh/m<sup>2</sup>a)

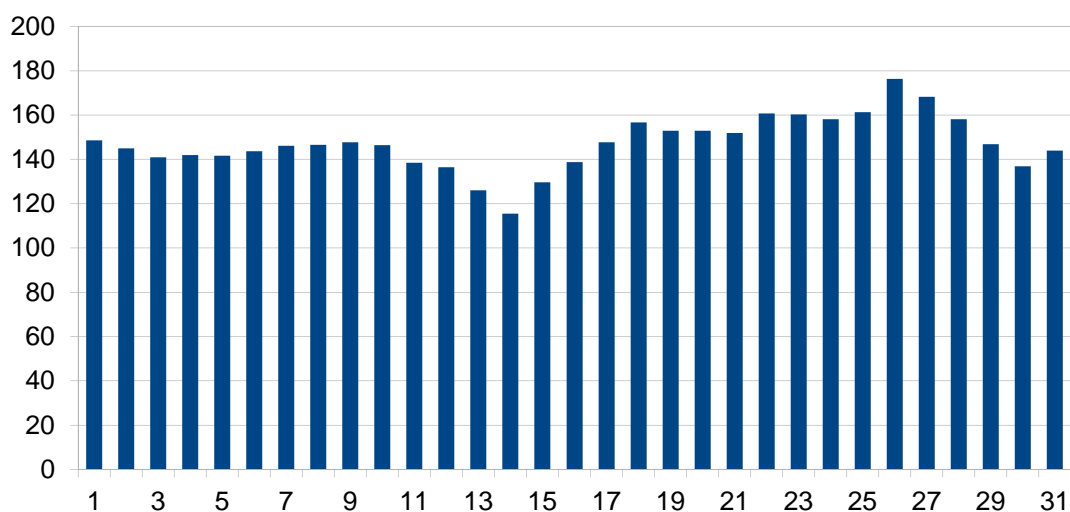


### 1.3.1. Rakvere Keskraamatukogu

Hoone	RAAMATUKOGU Kood 12623
Aadress	Lai 7, Rakvere
Köetav pind, m <sup>2</sup>	1543
Aasta keskmine energia kulu, MWh	145

Aasta keskmine elektri kulu, MWh	0
aasta keskmine vee kasutus, m <sup>3</sup> /kuus	12
Naturaalne erikulu, kWh/m <sup>2</sup> a	94
Kaalutud erikulu, kWh/m <sup>2</sup>	85
Energia	B
Olemasolev energiamärgis	puudub

Raamatukogu, jooksva aasta energiakulu, MWh; alates  
2013. jaanuar

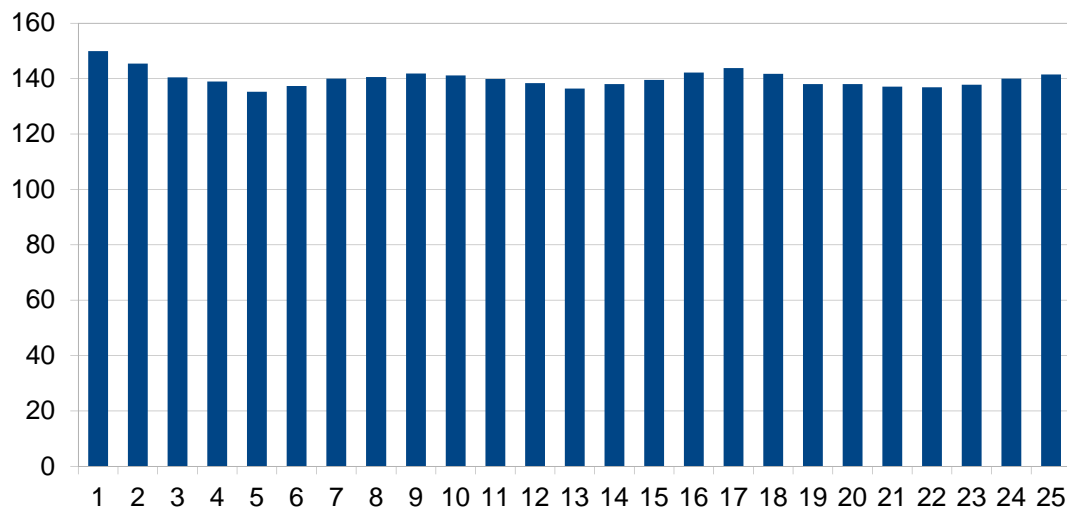


Elektri tarbimise andmed puuduvad. Oodatult raamatukogu kohta on vee tarbimine väga väike, mistõttu on ka tarbevee soojendamiseks kulunud energia kogus väike. Arvestades, et ehitatava raamatukogu energiatõhususe peab olema <160 kWh/m<sup>2</sup>a on Rakvere raamatukogu energiatõhususe poolest heal tasemel, vastates energiamärgisele "B", mis tähendab madalenergiahoonet. Seejuures tuleb alati arvesse võtta, et tegemist võib olla märkimisväärse alakütmisega külmadel aastaaegadel.

### 1.3.2. Muusikakool

Hoone	MUUSIKAKOOL Kood 12636
Aadress	Posti 6b
Köetav pind, m <sup>2</sup>	918
Aasta keskmine energia kulu, MWh	140
Aasta keskmine elektri kulu, MWh	0
aasta keskmine vee kulu, m <sup>3</sup> /kuus	10
Naturaalne erikulu, kWh/m <sup>2</sup> a	152
Kaalutud erikulu, kWh/m <sup>2</sup>	137
KEK klass	
Olemasolev energiamärgis	puudub

Muusikakool, jooksva aasta energiakulu, MWh; alates  
2013. jaanuar



Elektri tarbimise andmed puuduvad. Muusikakooli energiatarbimine on absoluutväärtuselt väga sarnane raamatukogu omale, s.h. ka madal tarbevee kulu. Seejuures muusikakooli köetav pind on 918 m<sup>2</sup> kui see raamatukogul on 1543 m<sup>2</sup>.

Ehitatavate haridushoobete energiatõhusus ei tohi ületada 160 kWh/m<sup>2</sup>a. Seega "jäab" muusikakoolile elektri tarbimise koguseks 11,5 kWh/m<sup>2</sup>, et mahtuda sellesse normi. Eeldatavalt jääks hoone energiamärgis klassi "D".

### 1.3.3. Spordihoone Kastani puiestee 12

Hoone	Spordihoone, kood 12659
Aadress	Kastani puiestee 12
Köetav pind, m <sup>2</sup>	5251
Aasta keskmine soojusenergia kulu, MWh	662
Aasta keskmine elektri kulu, MWh	283
aasta keskmine vee kulu, m <sup>3</sup> /kuus	257
Naturaalne erikulu, kWh/m <sup>2</sup> a	180
Kaalutud erikulu, kWh/m <sup>2</sup>	222
KEK klass (eeldatav)	C (200-250 kWh/m <sup>2</sup> a)
Olemasolev energiamärgis	

Spordihall Kastani 12 on uuritavatest hoonetest tehnilises mõttes kõige komplekssem. Hoones on mitu ventilatsioonisüsteemi ja ka hoone kasutusrežiim on mitmekülgne nii ööpäeviselt kui ka aasta lõikes.

Erinevad hoone osad töötavad erinevatel režiimidel. Vähem kasutatavid ruume (koosolekusaal, maneež, lauatennis / maadluse saal) köetakse ja ventileeritakse vastavalt vajadusele seda mööda kuidas neid on tegevuste jaoks broneeritud. Suure saali kütmine ja ventilatsioon sõltub nendes korraldatavate ürituste iseloomust ja sellest tulenevast koormusest. Nii on näiteks täiesti erineva koormusega koolide sporditunnid ja üleriigiliste pallimänguliigade matšid. Suure saali ja kontoriruumide ventilatsiooni juhitakse automaatsel vajadusepõhiselt. Vajadus määratakse siseõhu CO<sub>2</sub> sisalduse ja suhtelise niiskuse andurite näitudest. Praktika näitab, et juhtiv roll on enamasti CO<sub>2</sub> anduril. Suure saali andurid asuvad saali seinal inimese pea kõrgusel põrandast, kontoriruumide andurid asuvad heitõhu torus ja nende ruumide ventilatsiooni baaskoormus on seatud 25%-le.



Spordihoone tarbevesi soojendatakse läbi soojusvaheti keugküttevõrgust. On olemas ka elektriboilerid juhuks kui mingil põhjusel kaugküttevõrgust soojusenergia saamine on takistatud. Spordihoone koormus on suhteliselt suur. Reedeti, laupäeviti ja pühapäeviti, kui suures saalis toimuvad publikuüritused süsteemid töös täismaja režiimil.

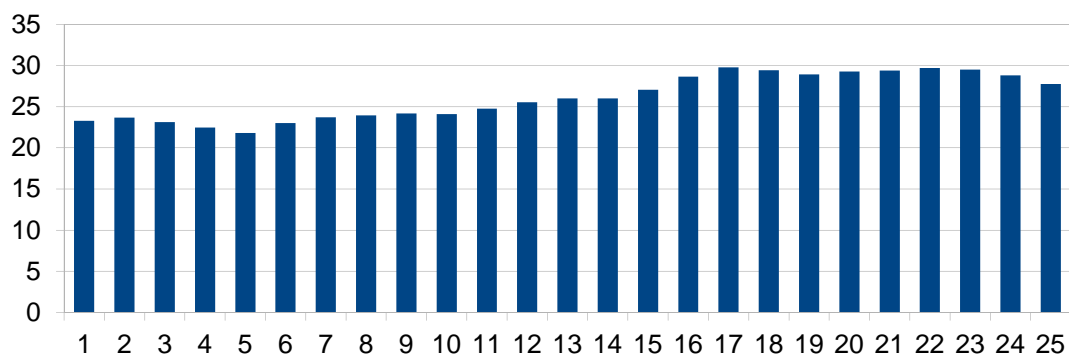
Hoone siseõhu kvaliteedi jälgimiseks kasutatakse HOB0 tarkvara, mis võimaldab jälgida ja talletada energia tarbimise ja siseõhu kvaliteedi näitajad reaajas. Tarkvara andmeid kasutatakse asjalikult, reguleerides ventilatsiooni- ja küttesüsteeme reageerima optimaalselt. Selline süsteem on olnud töös alla aasta, seepärast on põhjalikemate järelduste tegemine ennatlik.

Spordihoonel on olemas ja kasutusel ka reaajas toimiv võrgupõhine broneeringute tarkvara. Edasiseks arenduseks on võimalus ühendada broneeringute tarkvara sisekliima juhtimise tarkvaraga, mis võimaldaks vajalikke ruume valmistada ette järgneva kasutusrežiimiks automaatselt, või teha ettepanekuid seadistuse osas. Sellisel juhul peab broneeringute tarkvaras olema võimalus näidata ära lisaks ruumi broneerimise ajale ka eeldatav koormuse tüüp (koolitund, korvpallimatš, lavaline etendus vms.).

#### 1.3.4. Sotsiaalmaja Tuleviku 8

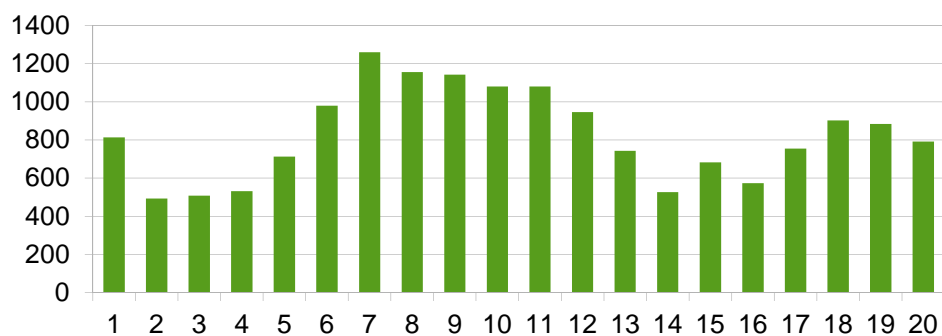
Hoone	Sotsiaalmaja, kood 12644 ambulatoorse arstiabi osutamise hoone
Aadress	Tuleviku 8
Köetav pind, m <sup>2</sup>	215
Aasta keskmine energia kulu, MWh	26
Aasta keskmine elektri kulu, MWh	6
aasta keskmine vee kulu, m <sup>3</sup> /kuus	12
Naturaalne erikulu, kWh/m <sup>2</sup> a	149
Kaalutud erikulu, kWh/m <sup>2</sup>	164
KEK klass	C
Olemasolev energiamärgis	C (2012 energiaarvutusel põhinev)

### Tuleviku 8, jooksva aasta energiakulu, MWh; alates 2013. jaanuar



Elektrienergia kohta on andmed alates 2013 maikuust. Arvutusfaili graafikutelt on näha, et üldine kaugkütte soojusenergia kasutus aja jooksul suureneb, samas kui vee soojendamiseks kuluva energia hulk väheneb. Teadmata selle hoone täpsemat kasutusrežiimi ei saa siinkohal põhjalikumalt analüüsi teha. Elektrienergia tarbimine on 215 m<sup>2</sup> köetava pinna kohta silmatorkavalt suur. Võrreldes hoonega Vilde 2a on talvise ja suvise elektrienergia tarbimise vahe märksa suurem.

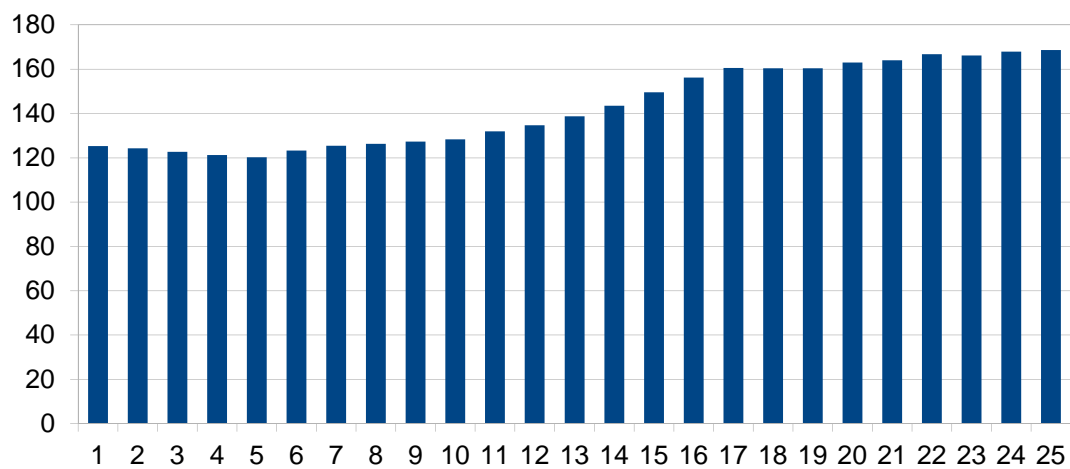
### Tuleviku 8, elektri tarbimine kuude kaupa, kWh alates 05.2013

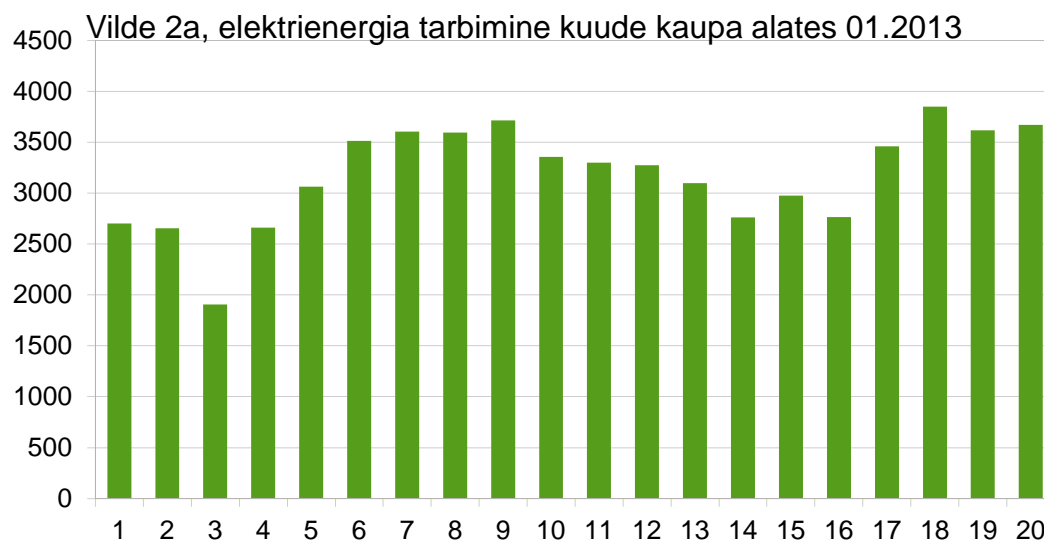


### 1.3.5. Sotsiaalmaja Vilde 2a

Hoone	Sotsiaalmaja, kood 12649
Aadress	Vilde 2a
Kõetav pind, m <sup>2</sup>	833
Aasta keskmine energia kulu, MWh	143
Aasta keskmine elektri kulu, MWh	22
aasta keskmine vee kulu, m <sup>3</sup> /kuus	103
Naturaalne erikulu, kWh/m <sup>2</sup> a	198
Kaalutud erikulu, kWh/m <sup>2</sup>	206
KEK klass	
Olemasolev energiamärgis	puudub

Vilde 2a, jooksva aasta soojusenergia kulu, MWh; alates 2013. jaanuar



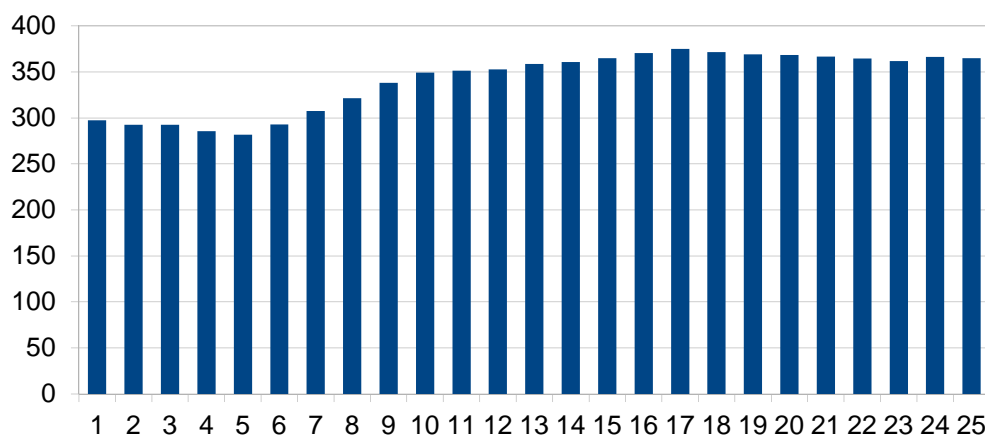


Sarnaselt hoonega Tuleviku 8, on soojaenergia kasutamine viimastel aastatel kasvanud. Selles hoones koguni kolmandiku võrra. Elektri tarbimine on 26 kWh/m<sup>2</sup> aastas. Võrdluseks - põhikoolil 22 kWh/m<sup>2</sup>a.

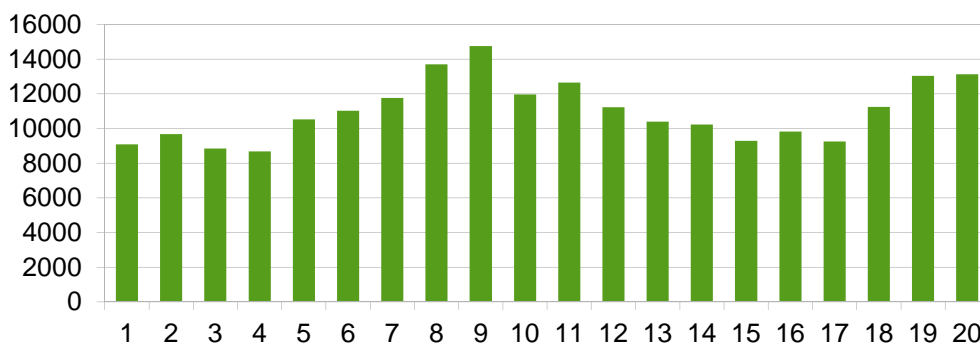
### 1.3.6. Sotsiaalmaja Vabaduse 59

Hoone	Sotsiaalmaja, kood 11312, tugikodu
Aadress	Vabaduse 59
Kõetav pind, m <sup>2</sup>	1042
Aasta keskmine energia kulu, MWh	341
Aasta keskmine elektri kulu, MWh	137
aasta keskmine vee kulu, m <sup>3</sup> /kuus	136
Naturaalne erikulu, kWh/m <sup>2</sup> a	459
Kaalutud erikulu, kWh/m <sup>2</sup>	558
KEK klass	H
Olemasolev energiamärgis	puudub

Vabaduse 59, jooksva aasta soojusenergiakulu, MWh; alates 2013. jaanuar



Vabaduse 59, elektrienergia tarbimine kuude kaupa, kWh alates 5.2013



Ka selle hoone energiatarbimine on sarnane teistele sotsiaalsfääri majadele - soojusenergia kasutuse kasvamine ja vee tarbimise kahanemine. Samas on hoone kogu energiakasutus väga suur. Kaalutud energiaerikasutus on 558 (!) kWh/m<sup>2</sup>. Hoone kasutusotstarbe koodi järgi on see tugikodu, mis kvalifitseerub korterelamute klassi ja selle liigituse järgi on energiakasutus katastroofiline.

Hoone on renoveeritud. Tööd lõpetati 2014. aasta suvel. Sellest tulenevalt peaks energiatarbimise graafikud näitama langust 2014. aasta lõpus, kuid mingit märgatavat muutust näha ei ole. Kindlasti vajab see hoone põhjalikumalt analüüsi sellise suure energiatarbe põhjuste kohta.

## KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärk oli uurida energia ja vee tarbimist valitud hoonetes sõltuvalt hoonete kasutusotstarbest. Üldiselt jääb vaadeldud hoonete energiakasutus keskmisele või eeldatust kõrgemale tasemele (klassid C,D,E), silma paistus vaid Vabaduse 59 hoone väga suure tarbimisega ja Lasteaed Triinu, kus renoveerimise järgselt paks olema energiatarbimine väiksem. See tähendab, et tõhustada energiakasutust hoonetes ja sellega seoses ka leida kokkuhoiukohti kuludele on vajalik läbi viia sisekliima uuringud (CO<sub>2</sub>, õhuniiskus, temperatuur), eriti lasteaedades ja koolides, et kavandada energiasäästumeetmed nii, et tervislik ja nõuetele vastav sisekliima oleks tagatud.

Uuringu käigus selgus, et subjektiivsete tegurite mõju energia tarbimisele on märkimisväärselt suur. Eriti kontrastselt ilmneb selline mõju hoonete juures, milles on tehniliselt võimalik energiatarbe oluline vähendamine, näteks renoveeritud lasteaiaid. Näiteks akende regulaarne avamine ruumide tuulutamiseks suurendab energia kulu sõltumata hoone tõhususe tasemest. Sellest tulenevalt on sellise käitumise mõju proportsionaalselt seda suurem, mida tõhusamaks on hoone projekteeritud ja ehitatud. Kui targa maja printsiipide rakendamine renoveeritud hoone puhul võimaldab selle energiakulu vähendada suhteliselt palju, siis absoluutväärtuses või see sääst hoone kasutajate väära või teadmatu käitumise tõttu sootuks kaduda, mis omakorda võib mõjuda targa maja kontseptsiooni usutavusele ja rakendamise meelepärasusele hoonete omanike või kasutajate ees.

Teisest küljest on võimalik saavutada suurepärasest energiasäästust ka traditsiooniliste ja isegi juhuslike ümberkorraldustega (Rakvere Reaalgümnaasiumi näitel), kus sisuliselt on rakenduses passiivmaja elemente – klaaskatus otses päikesenergia kasutamiseks, hoone klaaspindade orientatsioon lõuna suunas, hoone kujutegur jms.

Adekvaatse hinnangu hoonetes toimuvale energiatarbimisele saab anda vaid kvaliteetsetele ja reaalsele andmetele tuginedes. Vaadeldud hoonete puhul oli suur probleem tarbimisandmete kättesaadavusega, mis oli üllatuseks, sest Rakvere on liitunud Linnapeade Paktiga, kus on energia (ja vee) tarbimise andmete kogumine üheks alustegevuseks. Andmetel baseerub kogu edasine planeerimine ja energiasäästualane tegevus. Seda enam, et seda on väga lihtne korraldada.

Seitsmel hoonetele puudub energiamärgis ehitisregistris ja üks tundus olevat vananenud.

Uuringu käigus tekkinud üldised ettepanekud energiatõhususe suurendamiseks Rakveres vaadeldud hoonete baasil:

Ettepanek 1. Korraldada avaliku sektori haldusalas olevate hoonete energia ja vee tarbimise andmete regulaarne kogumine ühtsesse andmekogusse. Eelistama peaks kaasaegset nutikat nn „targa maja“ tehnoloogiat. Samas saab seda korralda ka lihtsa Exceli vms abil.

Ettepanek 2. Viia läbi sisekliima uuringud eelkõige sotsiaalobjektidel nagu lasteaiad, koolid, sotsiaalmajad. Uuringu tulemustest lähtuvalt planeerida edasised tegevused hoonete parendamisel.

Ettepanek 3. Koostada energiamärgised kõigile avaliku sektori hoonetele, kus see on nõutud ja kajastada need registris.

Ettepanek 4. Enne targa maja põhimõtete rakendamist veenduda, et hooned, milles neid kavatsetakse rakendada oleksid piisavalt energiatõhusad nii ehituslikus kui haldamise mõttes. Selleks on kaks teineteist toetavat tegevust:

- Läbi viia koolitus madalaenergiama ja passiivmaja kasutamiseks avalike hoonete energiatarbimist mõjutavatele isikutele alates haldusjuhtidest ja lõpetades pedagoogilise personaliga.
- Kaardistada avalike hoonete juures võinmalused muuta need energiasäästlikumaks passiivmaja printsiipidest lähtuvalt (Realgümnaasiumi näitel).

LISA: Exceli fail hoonete energiatarbimise andmetega