

## 1. Sissejuhatus hoonete energiatarbimisse

Käesolevas osas vaadeldakse hinnatakse Vinni vallale kuuluvate hoonete energiatarbimist. Energiatarbimise andmed on antud Vinni Vallavalitsuse poolt. Vinni-Pajusti Gümnaasiumi küttesüsteemi visuaalne ülevaatus viidi läbi 24. novembril 2007.a. Vinni Vallavalitsuse poolt oli ülevaatus eesmärgiks seatud koostada eksperthinnang Vinni-Pajusti küttesüsteemist. Eksperthinnangus ei soovitud teada saada ventilatsioonisüsteemi – ruumide õhuvahetuse – olukorda, milleks telliti omaette töö.

Teiste hoonete – vallamaja, Pajusti lastepäevakodu, Pajusti klubi, Vinni lasteaed „Tõruke”, Kulina lasteaed ja Roela Põhikool – kohapealne ülevaatus ning mõningate temperatuuride mõõtmine teostati 14. veebruaril 2008.a. Ülevaatusel päeval oli välisõhu temperatuur -1 kuni -2°C ning tuule kiirus oli puhanguti kuni 20 m/s.

Ülevaatuste eesmärgiks oli keskküttesüsteemide olukorra hindamine ning saada esmane ülevaade kütmise tingimustest. Vaadati ka hoonete välispiirete üldist seisukorda. Soojuse tarbimise erikulud kõigi hoonete kohta on arvatud korrigeerituna normaalaasta tarbimisele.

## 2. Vinni-Pajusti Gümnaasium

Kooli arhitektuuriline lahendus on huvitav (lisa 1), kuid soojuse tarbimise seisukohalt ei ole see kõige ökonoomsem, sest väga palju on piltlikult öeldes eraldi seisvaid hooneid. Gümnaasiumi mõningad vaated on toodud lisa 2 pilt 1. Selline lahendus tõstab välispiirete osakaalu väga kõrgeks, tagajärjena kasvab soojuse tarbimine. Kooli lõunaküljes asub ka talveaed.

Klassides on kõik aknad vahetatud uute vastu. Vahetamata on aknad osaliselt koridorides ning üldkasutatavates ruumides.

Koolimaja seinad on laotud silikaattellistest. Seinad on üldiselt terved, kuid mõningates kohtades on seinas siiski mõningaid pragusid.

### 2.1. Soojusega varustamise üldtingimused

Vinni-Pajusti Gümnaasiumi küttesüsteemi koostab Askoterm OÜ kuuluvast katlamajast. Katlamajast väljastatava vee temperatuuri valikul lähtutakse põhiliselt sooja tarbevee valmistamise vajadusest. Vee temperatuur katlamajast väljumisel hoitakse 70° C peal ning ei lange alla 68° C. Väljastatava vee temperatuuri ei tõsteta üle 75°C ning seda sõltumata sellest kui külm õues on. Selline temperatuuri tase ei kindlusta ruumides külmade ilmade korral nõutavat temperatuuri, sest endise Nõukogude Liidu ajal oli majade kütmiseks ettenähtud temperatuurigraafik 95/70°C. Kooli küllastamise päeval oli majja siseneva ja väljuva vee temperatuurid vastavalt 69 ja 58° C; vee rõhk sisendil manomeetrite järgi oli 3 ja 2,6 baari. Süsteemi reguleerimise seisukohalt oleks soovitatav rõhkude vahe 0,6 bari. Allpool (p.2.2.) näeme, et kooli küttesüsteemi siseneva vee temperatuur soojussõlmedes oli 50 ja 55°C. See näitab, et sooja tarbevee regulaator ei tööta.

Koolimaja on varustatud kahe kütmise soojussõlmega ning ühes asub ka sooja tarbevee ettevalmistamise vesi-vesi kiirboiler (lisa 2 pilt 3). Gümnaasiumi ruumid on varustatud

sundventilatsiooniga. Sissepuhkesüsteemi seadmed asuvad keldris ning väljatõmbesüsteem on lahendatud individuaalselt katusventilaatorite abil.

Gümnaasiumi projektijärgsed soojuskoormused on järgmised:

- Küttele – 767 kW
- Ventilatsioonile – 678 kW
- Soojale tarbeveele – 575 kW.

Soojuse piirhind on 850 kr/MWh ilma käibemaksuta.

## 2.2. Soojussõlmede ja küttesüsteemi lühikirjeldus

Kooli kaks küttesüsteemi sõlme (lisa 2 pildid 2 ja 4) on majja siseneva vee temperatuuri reguleerimiseks varustatud segamispumpadega (tüüp Tekmo LP-65-150), 3-tee ventiiliga tüüp 100S (ESBE). Kahjuks ei toimu temperatuuri reguleerimine automaatselt sõltuvalt välisõhu temperatuurist, vaid manuaalselt. Manuaalne seadistamine on soojuse efektiivse kasutamise seisukohalt ebapiisav lahendus.

Soojussõlme piltidelt on näha, et segamispumba paigaldamise järgselt on torud isoleerimata.

Soojuse tarbimist sisendil mõõdetakse soojusarvestiga Energy Meter SVMF2.

Keldris ja kanalites asuvad magistraalitorud on isoleeritud klaasvillaga, püstikute isoleerimisel on kohati kasutatud asbesti. On siiski kohti, kus torudel isolatsioon puudub või isolatsioon on torudelt alla vajunud (lisa 2, pildid 2, 4, 5, 6 ja 7).

Maja on varustatud valdavalt ühetoru küttesüsteemiga. Mõned püstikud, eriti koridorides on siiski lahendatud kahetorusüsteemina. Hoone küttesüsteem on tasakaalustamata ning samuti puuduvad ka liiniseadeventiilid. Kokku on majas 101 keskkütte püstikut ja 426 radiaatorit.

Püstikute ja magistraalitorude ühenduskohad on püstikute ventiilide topendite ja vintühenduste lekete tõttu massiliselt läbi korrodeerunud ning need on välja vahetatud uute plastiktorudega (lisa 2, pildid 5 ja 6).

Küttesüsteemi tasakaalustamatus tekitab kütmisel tõsiseid probleeme – soojussõlmest kaugemal asuvad ruumid ei saa piisavalt soojust, samal ajal lähemal asuvad klassid on üle kõetud.

Küllastamise päeval olid maja küttesüsteemi siseneva vee temperatuurid statsionaarsete näidikute järgi:

- I küttesõlm – 46°C.
- II küttesõlm – 50°C.

Kontrollmõõtmine näitas, et I küttesõlmes oli kooli küttesüsteemi siseneva vee temperatuur 55° C. Järelikult on statsionaarne temperatuuri(andur)näidik vigane ning tema järgi reguleerimine ebatäpne. Teise küttesõlme näidiku temperatuur vastas tegelikule temperatuurile.

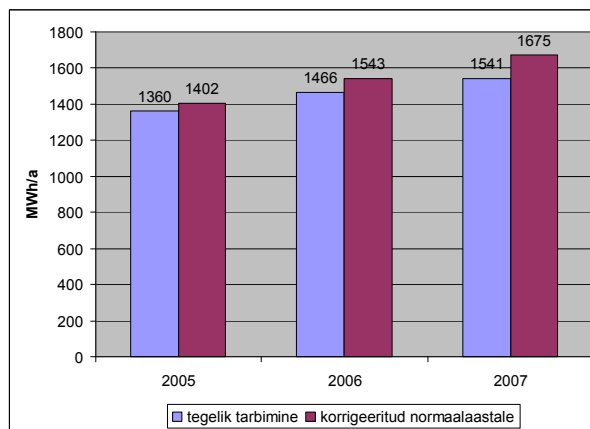
Antud juhused näitab, et mõõdikuid on vaja lasta aeg-ajalt kontrollida, et oleks täpselt teada seadistatud temperatuurigraafik.

### 2.3. Soojuse tarbimine

Erinevatel kütteperioodidel välisõhu temperatuurid tavaliselt erinevad üksteisest. Seega on raske võrrelda mõõdetud soojuse tarbimise koguseid efektiivsuse seisukohalt. Selle puuduse kõrvaldamiseks korrigeeritakse erinevate aastate soojuse hulga nn. normaalaastale. Normaalaasta on pikaajalise perioodi keskmine aasta.

Kooli soojustarbimise andmed on toodud [lisas 4](#). Tabelis on esitatud aastased mõõdetud, korrigeeritud normaalaastale soojuse kogused ning soojuse erikulu hoone kubatuuri kohta.

Allpool toodud joon. 1 on esitatud Vinni-Pajusti Gümnaasiumi viimase kolme aasta mõõdetud soojuse tarbimine koos normaalaasta soojuse tarbimisega.



Joon. 1 Vinni Pajusti Gümnaasiumi soojuse tarbimine

Diagrammist on näha, et gümnaasiumi kütmine oli 2005.a. kõige halvem ning parim 2007.a. .

Hinnangu andmiseks, kas nimetatud soojuse kogus on piisav nõutud mikrokliima kindlustamiseks koolis, ilma vastavaid arvutusi tegemata, on võimatu. Põhimõtteliselt on kaks võimalust selle hindamiseks: kasutada projektandmeid või soojuse tarbimise erikulu hoone kubatuuri kohta.

Hoone normaalseks kütmiseks vajalik soojuse kogus normaalaastal projekti järgi oleks 1 917 MWh, millele lisandub õhuvahetuseks ning sooja tarbevee ettevalmistamiseks vajalik soojuse kogus. Tegelik korrigeeritud soojuse tarbimine parim tulemus normaalaasta kohta ei ületa 1 675 MWh koos igat liiki soojuse tarbimisega. See näitab, et koolimajas ei ole ilmselt kindlustatud normaalne mikrokliima klassiruumides ehk toimub alakütmine.

Soojuse tarbimise erikulu kWha hoone ühe kuupmeetri kohta on ([lisa 4](#)) 37,7. See on suhteliselt hea näitaja võrreldes teiste Eesti koolidega, kuid siiski näitab ka see number alakütmist koolis.

Soomes on vastav erikulu mediaansuurus 44,6. Soomes on seejuures hoonete välispiirded tunduvalt parema soojustakistusega kui endises Nõukogude Liidus ehitatud hooned. Vastava

erikulu suurusega oleks Vinni-Pajusti Gümnaasiumi soojustarbimine aastas 1 972 MWh aastas. Näeme, et aastane soojustarbimine oleks praktiliselt võrdne hoone projektijärgse kütmiseks kuluva soojuse kogusega.

**Vinni-Pajusti Gümnaasium on alaköetud.** Siin ei mõisteta alakütmise all ainult klassides olevat sisetemperatuuri, vaid ka õhu kvaliteeti. Õhu kvaliteedi peamine näitaja on CO<sub>2</sub> sisaldus klassiruumis. Antud kütterežiimiga ei suudeta kindlustada nõutud mikrokliimat koolis.

#### **2.4. Energiasäästumeetmed küttesüsteemil**

Energiasäästumeetmete esitamisel alustame **soojussõlmedest.**

Olemasolevad küttesüsteemi käsitsireguleeritavad sõlmed tuleb asendada automaatsete soojussõlmedega, millised kütavad igal ajahetkel vastavalt välisõhu temperatuurile. Kui katlamajast väljastava vee temperatuuri ei õnnestu tõsta, siis ainus võimalus on paigaldada segamispumbaga sõlmed. Samuti tuleb paigaldada uus sooja tarbevee ettevalmistamise plaatsoojusvaheti koos automaatikaga.

**Soojussõlmede maksumus ilma käibemaksuta** (ka edaspidi kõik summad ilma käibemaksuta) **koos montaažtöödega – 260 000 krooni.**

Teine oluline ettevõtmine on kindlustada igasse **püstikusse** ja seega radiaatorisse projektijärgne veekogus, mille saavutame liini- ja püstikute seadeventiilide asetamisega. Samal ajal tuleks paigaldada ka uued sulgemis- ja tühjendusseadmed, aga samuti ka radiaatorite automaatsed õhutusventiilid. Kuna osa püstikuid, aga samuti magistraalitorud püstikute all on korrodeerunud viimase piirini, siis on tööde hinnale lisatud 10% tööde hinnast torude vahetamiseks.

**Liini- ja püstikute seadeventiilide ning õhutusventiilide maksumus on – 144 265 krooni.**

Päikese ja õpilaste poolt ning teiste soojust eraldavate allikate eralduva soojuse arvessevõtmiseks oleks otstarbekas **paigaldada radiaatoritele termostaatventiilid.** Kulutuste optimeerimise eesmärgil oleks otstarbekas säilitada olemasolev ühetoru süsteem, sest kahetoru süsteemile üleminek tõstab oluliselt süsteemi renoveerimise maksumust. See eeldab muidugi torude sisemise korrosiooni puudumise olemasolu. Selleks oleks teha mõningad väljalõiked torudest sisemise korrosiooni suuruse määramiseks. Tellija hinnangul on torude seisukord hea.

Ühetoru süsteemile ei ole tänaseni kahjusks head lahendust leitud. Taani firma Danfoss on juba pika aega tegelenud antud probleemile lahenduse otsimisega. Koostöös Tallinna Tehnikaülikooliga paigaldas Danfoss AS Tallinnas ühele elamule ühetoru küttesüsteemile termostaatventiilid, mille tulemuste kohta saame informatsiooni peale käesoleva kütteperioodi lõppemist.

Lähtume sellest, et tulemused on head ning pakutud lahendus töötab.

**Termostaatventiilide maksumus – 426 000 krooni.**

Ülaltoodud tööde läbiviimiseks on vaja koostada projekt. Vastavalt pakkumisele (lisa 3) on **projekti maksumus 119 000 krooni.**

Üheks kiiremini tasuvaks ettevõtmiseks on **isoleerimata või halva kvaliteediga isoleeritud torude** isoleerimine kvaliteetsete torukoorikutega. Isoleerimiseks kasutatavate torukoorikute seinapaksus peab olema 50 mm. Hinnanguliselt on isoleerimata või halvasti isoleeritud torustike pikkus ligi 600 meetrit, kaasa arvatud ka sooja tarbevee torud. Osa torusid asub põrandaaluses kanalis ning nende isolatsiooni seisukorda ei olnud võimalik hinnata.

**Torude isoleerimise orienteeruv maksumus – 102 000 krooni.**

**Küttesüsteemi efektiivsuse tõstmiseks vajalike investeeringute summa kokku on seega – 1 051 265 krooni.**

#### **Investeeringute tasuvus**

Ilma energiaauditit tegemata on raske hinnata ettepanud säästumeetmete efektiivsust. Eksperthinnanguna võib ülaltoodud säästumeetmete rakendamisel saavutada energiasäästu kuni 20-25% aastasest soojuse tarbimisest. Siin tekib küsimus, milline tarbimine aluseks võtta: kas tänane tarbimine või mikrokliima kindlustamiseks nõutav tarbimine. Säästu määramist raskendab ka see, et täna toimub siiski mõningane kütmise reguleerimine, mis sellest, et käsitsi. Uued automaatsed soojussõlmed võimaldavad alandada ka ööseks ja nädalavahetuseks mõningal määral kütmist.

Hinnangu andja on investeeringute tasuvusaja määramisel lähtunud kooli soojuse normaaltarbimisest 1800 MWh/a ja säästu suurusest 25% aastas.

**Investeeringute tasuvusajaks tuleb hinnanguliselt 2,8 aastat.**

Hinnangu andmisel on lähtutud sellest, et koolimaja soojusega varustav Askoterm OÜ viib küttegaafiku vastavusse hoonetesse projekteeritud küttesüsteemide temperatuurigraafikule. Kui seda ei toimu, siis külmade ilmade korral esineb mõningane alakütmine või tuleb lõivu maksta ruumide mikrokliima kvaliteedile. Siin tuleb ära märkida, et ilmselt on tollane temperatuurigraafik 95/70°C liiga kõrge ning vajaliku tasemega kütmiseks vajaliku graafiku saab paika panna ainult kogemuslikult.

### **2.5. Säästumeetmed välispiiridel**

Säästumeetmete rakendamiseks välispiiretel tuleb läbi viia energiaaudit, et määrata konkreetset, majanduslikult tasuvad meetmed.

### **2.6. Elektrienergia tarbimine**

Vinni-pajusti Gümnaasiumi elektrienergia tarbimine alates 2004.a. on alanenud, nii oli 2004.a. elektrienergia kulu 239 820 ning 2007.a. 192 983 kWh (lisa 5).

Elektrienergia tarbimise efektiivsust võib samuti hinnata selle erikulu kaudu hoone kuupmeetri kohta, mis 2007.a. moodustas 4,3 kWh/m<sup>3</sup>. Eestis puuduvad esiduslikud andmed võrdlemaks seda näitajat teiste haridusasutuste elektrienergia tarbimisega. Seetõttu võrdleme antud suurust Soome vastava mediaannäitajaga, mis on 9,2 kWh/m<sup>3</sup>. Näeme, et kooli tarbimine on ligi kaks korda keskmisest väiksem. Üheks põhjuseks võib olla see, et koolis ei ole kindlustatud nõutav valgustugevus tööpindadel.

Elektrienergia efektiivsuse kasutamise väljaselgitamiseks tuleks läbi viia energiaaudit.

## 2.7. Vee tarbimine

Kooli viimaste aastate veetarbimises torkab eriti silma 2006.a. vee kulu, mis ületab teiste aastate tarbimist 1 600 kuni 2 000 m<sup>3</sup> võrra (lisa 6). See viitab sellele, et koolis on olnud mingi leke ning seda ilmselt pikema aja jooksul. Ülekulu vältimiseks peaks pidevalt kontrollima vee kulu veemõõtja järgi.

Vee erikulu liitrites kooli mahu kohta 2007.a. vee kuluga 2029 m<sup>3</sup>/a oli 45,7 la/m<sup>3</sup>. Soome vastav mediaannäitaja on 101 la/m<sup>3</sup> kohta.

## 3. Vinni Vallamaja

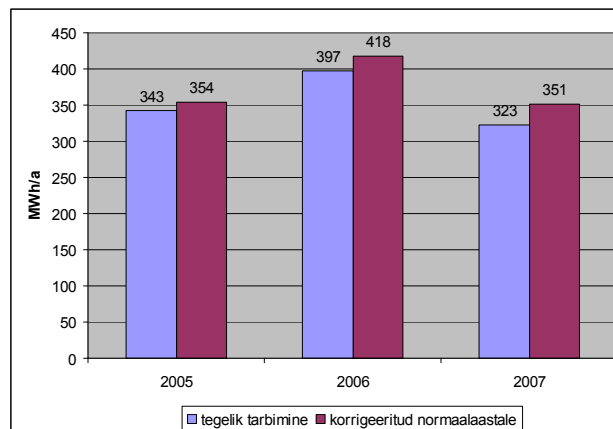
Vinni Vallamaja on ehitatud 1988.a. ning on kolmekordne hoone. Seinte ehitamisel on kasutatud nn. tuhaplokke ja osaliselt tuhaplokk-vahtbetooni. Seinte paksus on 300 mm ja väljast kaetud faktuurkrohviga ning seest silekrohviga. Teise korruse konsolidid on veidi läbi vajunud ning selle tagajärjel on sein vajumise kohtades osaliselt pragunenud. Vundament on soojustamata.

Hoone on katuslaega. Talad on puitkonstruktsioon. Klaasvillast plaatide soojustuse täpset paksust ei osatud öelda, kuid pidavat olema vähemalt 150 mm.

Trepikodade aknad on vahetatud 2003. a. ning teisel korrusel 2007.a. Esimese korruse aknad ja katusaknad on vahetamata. Katusaknad on kaetud katuse poolt plastikuga. Plastik on kahekordne ning nende vahel on 10 mm õhkuvahe.

### 3.1. Soojuse tarbimise andmed

Vinni Vallamaja soojuse tarbimise andmed on esitatud lisa 4 toodud tabelis. Tarbitud andmete alusel koostati tulpdiaagramm (joon 2).



Joon. 2. Vinni Vallamaja soojuse tarbimine

Näeme, et Vallamaja soojuse tarbimises aastate lõikes ei ole selget trendi – kõige suurem oli soojuse kulu 2006.a. ning väiksem 2007.a., mis on praktiliselt võrdne 2005.a.

Soojuse erikulu hoone kubatuuri kohta 2007.a. on 45,8 kWh/m<sup>3</sup>, 2006.a. aga 54,6. Need näitajad on suhteliselt head. Soomes on avaliku sektori administratiivhoonete erikulu mediaan 44,7 kWh/m<sup>3</sup>. Näeme, et Vallamaja soojuse tarbimine ületab Soome vastava kategooria hoonete mediaani, mis võib olla seotud põhiliselt seinte suurema soojuslähikandeteguriga.

### 3.2. Küttesüsteemi iseloomustus

Hoonet köetakse kaugküttega.

**Soojussõlm.** Soojussõlm on soojusvõrguga ühendatud sõltuva skeemiga ning kasutatakse segamispumpa. Soojuse mõõtmine toimub soojusarvestiga Combimeter.

Külastamise päeval oli soojusvõrgust majja siseneva ja tagastava vee temperatuurid vastavalt 65 ja 55°C ning vooluhulgaga 1,9 m<sup>3</sup>/h. Tarbitava soojuse võimsusega 21 kW. Hoone küttesüsteemi siseneva vee temperatuur oli ligi 28°C. Selle põhjuseks oli rikkis reguleerimissüsteem. Ventilatsioonisüsteemi kalorifeeridest tagastava vee temperatuur oli 55,4°C. Soojussõlme rekonstrueerimise ajal vahetatud torud on jäetud isoleerimata.

Hoone kütmiseks kasutatakse ESBE süsteemi ning temperatuurigraafik oli seadistatud nr. 3 peale – siseneva vee temperatuuri reguleeritakse välisõhu temperatuuri anduri järgi. Segamispumbana kasutatakse TEKMO pumpa.

**Ventilatsioon.** Vallamaja on varustatud kahe mehhaanilise sissepuhkesüsteemiga ning olemas on ka mürasummutid. Kahjuks puudub täielikult igasugune automaatika ventilatsiooni ja kalorifeeride töö juhtimiseks. Puudub samuti külmumisvastane kaitse ja hermeetiliselt suletavad õhuvõtuklapid. Väljatõmme on loomulik. Selline ventilatsiooni lahendus on ebasoovitav, sest hoone jääb sissepuhkesüsteemi töötamisel ülerõhu alla. Tagajärjeks võib välispiiretes esineda ruumides oleva niiskuse kondenseerumine (kastepunkt), mis pikaajasel toimimisel võib konstruktsioonide eluiga lühendada.

**Küttesüsteem** on alumise jaotusega ühetorusüsteem. Küttekehadena kasutatakse radiaatoreid. Küttesüsteem on tasakaalustamata. Torude isoleerimisel on kasutatud asbesti, mis nõuab remonditöödel erinõuete täitmist.

### 3.3. Elektrienergia tarbimine

Elektrienergia tarbimise andmed on esitatud [lisas 5](#). Elektrienergia kulu aastatel 2005 ja 2006 on mõnevõrra väiksem kui 2004 ja 2007.a. (keskmisena vastavalt 61 402 ja 67 796 kWh). Omanik ei osanud selle põhjust öelda.

Elektrienergia erikulu hoone kuupmeetri kohta on 8,7 kWha. Kasutame võrdlusena jälle Soome mediaani, mis on 15,8 kWha/m<sup>3</sup>. Kas vallamajas kasutatakse elektrienergiat piisavalt vajab eraldi uurimist – eriti valgustustugevuse mõõtmisi.

### 3.4. Vee tarbimine

Vee tarbimise andmed on toodud **lisas 6**. On näha, et vee tarbimine 2007.a., milline oli 211 m<sup>3</sup>, langes ligi kolmandiku võrra võrreldes aastatega 2005 ja 2006. Vee erikulu liitrites hoone ühe kuupmeetri kohta 2007.a. oli 27,5 liitrit vett aastas. Meie naabrite (Soome) mediaannäitaja on 90 la/m<sup>3</sup>.

### 3.5. Säätumeedmed

Säätumeedmete hindamine nõuab täiendavat uuringut – energiaauditit. Reaalseteks meetmeteks võiksid esialgsel hinnangul olla seinte ja vundamendi lisasoojustamine ning küttesüsteemi reguleerimine-rekonstrueerimine ja varustamine termostaatventiilidega.

## 4. Pajusti Lasteaed

Hoone ülevaatusel ajal oli välisõhu temperatuur -1°C ja tuule kiirus kuni 20 m/s. Välisseinad on soojustatud 50 mm paksuse vahtpolüstüroolplaatidega ning kaetud Tempesi plaatidega. Sein on ehitatud silikaattellistest – 250+60+125 mm. Kivide vahele on paigaldatud mineraalvill. Vundament on soojustamata.

Akende vahetus on tehtud järk-järgult aastatel 2005.a. kuni 2007.a.

Majal on lamekatuse, mis on soojustamata.

Soe vesi valmistatakse elektrienergiaga mahtboilerites.

Temperatuuri kontrollmõõtmistel:

- söimeruumis oli pesemisruumis pöranda temperatuur tingituna pörandaküttest 40°C, rietusruumis ja rühmaruumis vastavalt 26,6 ja 24°C.
- I rühmaruumis oli sisetemperatuur 25,6°C ning pöranda temperatuur 29-31°C (pörandaküte). Rietusruumis oli sisetemperatuur mõnevõrra madalam – 24,8°C.
- II rühmaruumis oli sisetemperatuur ligi 23°C ning pörandatemperatuur 24-24 kraadi. Pesemisruumis oli sisetemperatuur ning pörandal vastavalt 25 ja 24°C.
- Saali õhu sisetemperatuur oli 24°C. Seina ja laepinna temperatuurid olid vastavalt 22,6 ja 23,6°C. Laepinna temperatuur viitab selle heale soojustusele.

Näeme, et temperatuur antud hetkel enamuses ruumides on liiga kõrge. Lasteaias on loomulik ventilatsioon.

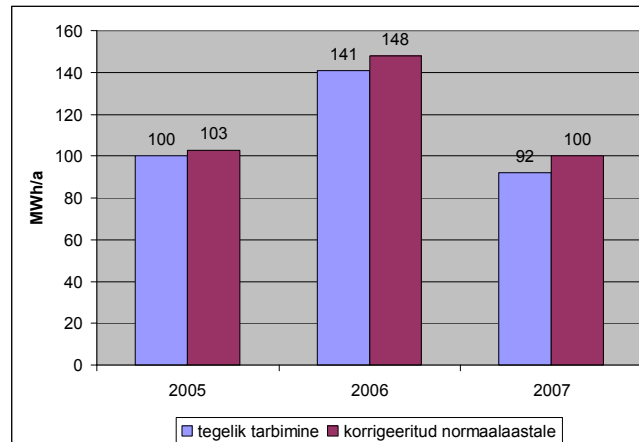
### 4.1. Soojuse tarbimine

Soojuse tarbimine 2006.a. oma 148 MWh on märkimisväärselt suurem võrreldes aastatega 2005 ja 2007 (**lisa 4**). Nii ületab 2006.a. soojuse tarbimine korrigeerituna normaalaastale võrreldes teiste aastate tarbimist ligi 50% võrra (**joon.3.**).

Soojuse erikulu hoone mahu kohta 2007.a. 56,1 kWha/m<sup>3</sup> (2006.a. vastav suurus on aga 83,4 kWha/m<sup>3</sup>). Soome vastav mediaanerikulu lastepäevakodudele on 60,2 kWha/m<sup>3</sup>, seda küll koos sooja tarbevee ettevalmistamiseks kulunud soojusega. Näeme, et lasteaia soojuse



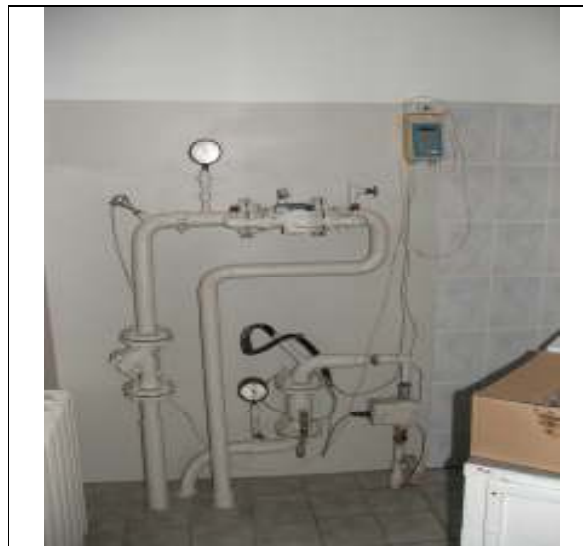
tarbimine on lähedane Soome vastavale tarbimisele ning 2006.a. ületas märgatavalt seda näitajat.



**Joon. 3. Soojuse tarbimine Pajusti lastepäevakodus**

#### 4.2. Küttesüsteemi kirjeldus

Maja küttesüsteem on ühendatud soojusvõrguga sõltuva skeemi järgi s.t. ilma soojusvahetita ning on näha alljärgneval **foto 1**:



**Foto 1. Soojussõlme sisend**

Soojuse kulu mõõdetakse soojusarvestiga Combimeter.

Soojusvõrgust majja siseneva ja väljuva vee temperatuurid olid vastavalt 68 ja 60°C. Pealevoolule on paigaldatud pump, kuid see ei tööta. Hoone siseneva vee temperatuuri lokaalselt (soojussõlmes) ei reguleerita.

Küttesüsteem on alumise jaotusega, torud asuvad kanalis ning neid kasutatakse ka põrandaaluse küttena. Küttekehadena on kasutusel malmradiaatorid ja toruregistrid.

Temperatuuri reguleerimine ruumides toimub radiaatorite ventiilide sulgemise-avamisega, selleks on paigaldatud radiaatoritele uued sulgeseadmed. See on küllaltki keerukas, sest soojussüsteemid on suure inertsiga ning vajaksid seetõttu automaatset temperatuuri reguleerimist.

Küttesüsteemil puuduvad tasakaalustusventiilid ning eraldi tsirkulatsioonikontuurid põrandaalusele küttele põrandal nõutava temperatuuri saavutamiseks.

### 4.3. Elektrienergia tarbimine

Lastepäevakodu elektrienergia tarbimine on toodud **lisas 5** toodud tabelis ning 2007.a kulutati 28 939 kWh elektrienergiat. Elektrienergia tarbimine on viimasel aruandeaastal oluliselt kasvanud võrreldes eelnevate aastatega. Eriti on silmatorkav kulu kasv võrreldes 2005.a. kui see oli ainult 14 056 kWh. Elektrienergia sellised suured kõikumised nõuavad täiendavat analüüsi vallavalitsuse poolt. Üheks põhjuseks võib olla sooja tarbevee ettevalmistamise suurenemine (p.4.4.)

Elektrienergia erikulu hoone mahu kohta 2007.a. oli 16,2 kWh/m<sup>3</sup>. Soome vastav mediaannäitaja on 17,7 kWh/m<sup>3</sup>. Näeme, et lastepäevakodu elektrienergia erikulu on Soome tasemega täiesti võrreldav.

### 4.4. Vee kulu

Vee tarbimine lastepäevakodus on näidatud **lisas 6** toodud tabelis. Vee tarbimine on kasvanud aasta aastalt ning hüppeliselt 2007.a. On vaja kontrollida, kas veevarustussüsteemis ei esine lekkeid või on põhjuseks lihtsalt vee tarbimise kasv.

Vee erikulu liitrites hoone mahu kohta moodustas 2007.a. 340 la/m<sup>3</sup> kohta. See ületab siiski ainult mõnevõrra Soome mediaannäitajat – 256 la/m<sup>3</sup> kohta.

### 4.5. Võimalikud energiasäästumeetmed

Võimalike energiasäästumeetmete täpsemaks hindamiseks oleks vaja teostada energiaaudit. Ülevaatusel alusel võib majanduslikult tasuvateks energiasäästumeetmeteks hinnata vundamendi soojustamist, segamispumba paigaldamine koos kütteautomaatikaga, küttesüsteemi rekonstrueermist ja vähemalt termostaatventiilide paigaldamist. Küttesüsteemi tööde tegemiseks on vaja kindlasti tellida projekt.

## 5. Pajusti klubi

Klubi on peasissekäigu poolt kahekordne ning saali osas ühekordne kivist seintega hoone. Akende peal olev sein on pragunenud ning uuesti krohvitud. Õigeaegselt on jäänud remontimata seinapeal olev vihmavee äravoolu toru, selle tagajärjena on sein kahjustunud.

Seina paksus on 51-53 cm, selle täpne konstruktsioon ei ole teada. Saali osas oli katusest langenud vesi osaliselt lagundanud hoonest väljaulatuval vundamendil välise silikaatkividest vooderdise. Mõõtmiste alusel oli välisvooderdise paksus pool tellist, siis oli 255 mm vahe, milles oli 120 mm villakiht, kuid tuuletõket ei olnud näha. Seestpool radiaatorite taguse lagunenud seiniosa remontimisel oli kivide vaheline ruum täidetud saepuruga.

Hoonel on viilkatus. Pööningule on lisasoojustuseks paigaldatud klaasvillast puistevill paksusega 40-50 cm.

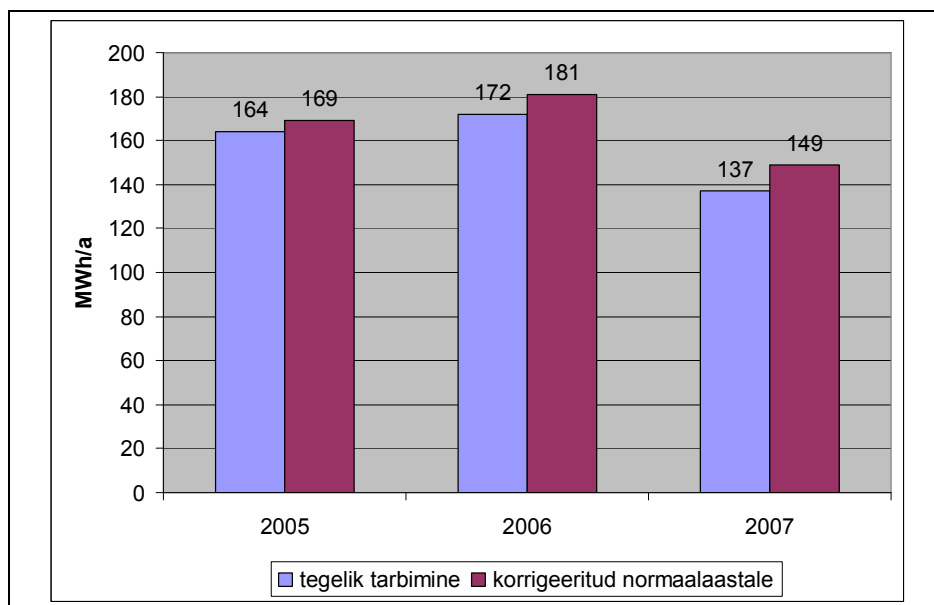
Aknad ja ukсед on vahetatud uute vastu.

Klubis on loomulik ventilatsioon.

### 5.1. Soojuse tarbimine

Klubi on ühendatud kaugkütte võrguga. Kolme viimase aasta soojustarbimise andmed on toodud tabelis [lisa 4](#).

Hoone soojustarbimise illustreerimiseks on andmed esitatud [joon. 4](#).



[Joon. 4](#). Pajusti klubi soojuse tarbimise andmed

Diagrammilt on näha, et 2007.a. on soojuse tarbimine võrreldes 2006.a. ligi 20% võrra suurem. Kummal aastal kindlustas soojuse kogus paremini klubis nõutava mikrokliima nõuab energiaauditi läbiviimist.

Klubi ülevaatusel olid ruumide sisetemperatuurid järgmised:

- Fuajee 19,6°C
- Saalis 16,6°C
- Saali kõrval olev ruum 17,4°C.

Soojuse erikulu kWha hoone ühe kuupmeetri kohta oli 2007.a. 31,8 kWha/m<sup>3</sup>. Soomes on klubide mediaanerikulu suuruseks 35,7 kWha/m<sup>3</sup>, kuid seda koos sooja tarbvee ettevalmistamisega.

## 5.2. Küttesüsteemi kirjeldus

Kesküttesüsteem on hoones ülemise jaotusega ning tagastuv vesi on all. Kasutatakse malm- ja teraseplekist paneelradiaatoreid. Saali on paigaldatud ka alumiiniumradiaatoreid. **Alumiiniumradiaatorite paigaldamisel peab silmas pidama seda, et neid ei tohi kasutada kui kütteevee  $ph \geq 8$ .** Soojusvõrgu vee ph peaks alati olema üle 8. Kogemused on näidanud, et kõrge ph korral võivad alumiiniumradiaatorid rivist välja langeda peale 4-5 aastast kasutamist. Radiaatoritele on paigaldatud uued sulgeseadmed, kuid termostaatventiilid puuduvad. Samuti puuduvad liiniseade- ja püstikutel tasakaaluventiilid.

Soojussõlmes on kasutusel majja siseneva vee temperatuuri automaatne reguleerimine vastavalt välisõhu temperatuurile Danfoss juhtimisseadmega. Soojusvõrgust soojussõlme siseneva vee temperatuur oli 68 ja sealt väljuva vee temperatuur 42°C. Maja küttesüsteemi siseneva vee temperatuur tänu segamissõlmele oli 42°C (pump Grundfos UPS 25-80-180).

Soojusarvestina on paigaldatud Multical Kamstrup. Hetkevõimsus oli 25 kW.

## 5.3. Elektrienergia tarbimine

Viimaste aastate elektrienergia tarbimine näitab, et 2007.a. oli see 16 541 kWh, mis on ligi kaks korda kõrgem kui eelneval aastal (8 843 kWh) ning 2005.a. oli tarbimine ligi kolm korda väiksem (5 924 kWh) (lisa 5). Sellise kasvu põhjused ei ole selged, kuid tasub tähelepanu pöörata sellele, et soojuse tarbimine oli 2007.a. ligi 20% võrra väiksem kui eelneval aastal. Seega võib oletada, et soojuse vajakajäämine korvati elektrienergiaga.

Elektrienergia erikulu hoone kuupmeetri kohta 2007.a. oli 3,5 kWha/m<sup>3</sup>. Soome vastav erikulu mediaaansuurus on 16 kWha/m<sup>3</sup>. Näeme, et vaatamata suurele 2007.a. elektrienergia kulule on selle erikulu kuupmeetri kohta tunduvalt väiksem kui Soomes. See ei tähenda, et me peaksime püüdma hakata nüüd elektrienergiat kulutama, sest hoonete kasutamiskoormused võivad drastiliselt erineda.

## 5.4. Vee tarbimise suurus

Vee tarbimine võrreldes elektrienergia tarbimisega omab jälle vastupidist tendetsi – viimastel aastatel on see igal aastal vähenenud (lisa 6) ning 2007.a. oli vee kulu ainult 57 m<sup>3</sup>.

Vee tarbimise erikulu liitrites hoone kuupmeetri kohta 2007.a. oli 12,2 la/m<sup>3</sup>. Soomes vastav näitaja on klubidel 60 la/m<sup>3</sup>, millele on lähedane 2004.a. Pajusti klubi erikulu 51 la/m<sup>3</sup>.

## 5.5. Võimalikud säästumeetmed

Hoone pööningu lagi on piisavalt soojustatud ning puudub vajadus lissoojustuse järele. Sein konstruktsioon ei ole täpselt teada, kuid kui seal on tõesti 120 mm paksune mineraalvilla kiht, siis ei ole ilmselt majanduslikult otstarbekas täiendav soojustamine. Koht, kus sein oli purunenud ei olnud märgata tuuletõkkekihti, see tähendab, et välisseina krohvi kiht peab olema piisava paksusega (tuulepidavusega), et vältida ventileeritava õhkvahe tekkimist kahe tellisekihi vahel.

Üks võimaliksäästumeede on termostaatventiilide paigaldamine radiaatoritele. Saavutatava säästu suurus sõltub siin oluliselt ilmselt sellest kui palju saab hoone Päikeselt soojust. Seda aitaks täpsemalt määrata vastav uuring. Termostaatventiilid võimaldaksid kütta ruume ka vastavalt nende kasutamise intensiivsusele – harva kasutatavad ruumid köetakse soojaks ainult ürituse toimumise ajaks, ülejäänud ajal köetakse ruume võimalikul minimaalsel režiimil.

## 6. Vinni lasteaed „Tõruke”

Lasteaed on ühekordne, osaliselt keldriruumidega lamekatusesega hoone. Vinni lasteaia „Tõruke” paiknevad rühmaruumid omaette boksides, mis väldib erinevate rühmade laste tihedat kokkupuutumist.

Lasteaia seinad on tuhaplokkidest, mis on osaliselt pragunenud ning krohv on kohati maha langenud. Vundamendi krohv on massiliselt maha langenud.

Keldriruumides on radiaatorid, isegi kartulihoidlas. Selle tagajärjena on keldri õhu temperatuur suhteliselt kõrge – 16,4 kuni 16,8°C.

Rühmaruumides olid külastamise päeval järgmised sisetemperatuurid:

- V rühm – 18,6°C,
- VI rühm – 21°C,
- Raamatukogu – 19,8°C,
- III rühm: rühmaruum 21,8°C, magamistuba 21°C,
- II rühm: rühmaruum õhu ja põranda temperatuurid vastavalt 23,6 ja 25,6°C; magamistoas samad temperatuurid 21 ja 23,8°C.

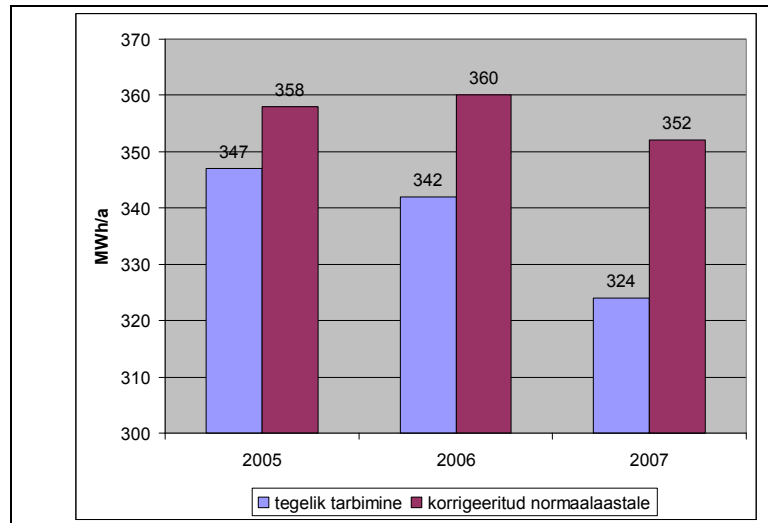
Temperatuurimõõtmised näitasid, et küttesüsteem on tasakaalustamata ning osades ruumides on põrandaalune küte.

Projekti järgi oli lasteaias ette nähtud mehhaaniline sissepuhe, kuid ventilaatorid on demonteeritud (alles on veel nende vundamendid). Ventilaatoriruumist on tehtud pesukuivatusruum, kuid ruum on suhteliselt jahe ning pesu kuivamine võtab aega. Õhuvahetuse kiirendamiseks on paigaldatud väljatõmbekanalile telgventilaator.

### 6.1. Soojuse tarbimine

Soojuse tarbimise erikulu võrreldes teiste valla lasteaedadega on üks suuremaid, ulatudes 2007.a. 70,4 kWha/m<sup>3</sup> aastase soojuse tarbimise 352,2 MWha (lisa 4).

Soojuse viimaste aastate tarbimine on esitatud alloleval diagrammil.



Joon. 5. Vinni lasteaed „Tõruke” soojuse tarbimine

Diagrammilt on näha, et lasteaia soojuse tarbimine korrigeerituna normaalaastale on viimastel aastatel olnud suhteliselt võrdne.

Kui vaadata soojuse erikulu suurust hoone mahu kohta ning võtta arvesse küllastamise päeval ruumide sisetemperatuuri, siis ilmselt on hoone välispiirete soojuslábikandegur liiga suur.

## 6.2. Küttesüsteemi kirjeldus

**Soojussõlm.** Soojuse koguse mõõtmine toimub soojusarvestiga Combimeter.

Maja küttesüsteem on kaugküttesüsteemiga ühendatud sõltuva skeemi järgi. Soojussõlmes asuvad on torud isoleerimata. Soojussõlm on varustatud Grundfos segamispumbaga. Küttevee temperatuuri reguleeritakse automaatselt vastavalt välisõhu temperatuurile Danfoss regulaatoriga ning 3-tee ventiiliga ESBE.

Varem oli soojussõlmes ka sooja tarbevee ettevalmistamiseks sooja vee soojusvaheti, mis tänaseks on demonteeritud.

Küllastamise päeval oli soojusvõrgust siseneva vee temperatuur 74°C, tagastuval 40°C. Maja küttesüsteemi siseneva vee temperatuur oli 57°C. Kõige kaugemal asuvate ruumide kütmiseks on seda vähe.

Küttesüsteem on alumise jaotusega. Liiniseade ventiilid puuduvad. Ruumides on malm- ja terasplekist paneelradiaatorid. Radiaatorid on varustatud termostaatventiilidega, mõned on ka ilma. Kahjuks on need paigaldatud ilma projektita ning lisaks on ka nende tüübid erinevad – Danfoss, Gircomini, SAR ning kruvikeerajaga keeratav ventiil. Sellise koguse erinevate termostaatventiilide kasutamine teeb praktiliselt võimatuks süsteemi seadistamise.

Projektita ventiilide, lisaks erinevate, paigaldamine ei võimalda tasakaalustada süsteemi ehk kindlustada igale radiaatorile vajalik veekogus. Tagajärjeks on ruumide ebaühtlane kütmine.

### 6.3. Elektrienergia tarbimine

Lasteaia tarbimine viimastel aastatel on olnud suhteliselt ühtlane ning 2007.a. oli see 45 210 kWh/a (lisa 5). Elektrienergia erikulu hoone ühe kuupmeetri mahu kohta samal aastal on 9,0 kWh/m<sup>3</sup>.

Soomes on lasteaia elektrienergia mediaanerikulu 17,7 kWh/m<sup>3</sup>.

### 6.4. Vee tarbimine

Vee tarbimine lasteaias viimastel aastatel on olnud suurtes piirides kõikuv: alates 630 kuni 1060 m<sup>3</sup> aastas (lisa 6). Aastal 2007 oli vee tarbimine 821 m<sup>3</sup> ning erikulu liitrites hoone mahu kohta vastavalt 164 la/m<sup>3</sup>. Soome mediaanerikulu lasteaedadele on 256 la/m<sup>3</sup>.

Vinni lasteaia „Tõruke” vee erikulu ületab Eestis tavalist lasteaedade vee erikulu.

### 6.5. Võimalikud säästumeetmed

Lasteaia majanduslikult tasuvate energiameetmete väljaselgitamiseks on vaja teha energiaaudit.

Võimalikud energiasäästumeetmed oleksid välispiirete soojustamine ning küttesüsteemi tasakaalustamine koos projektiga.

## 7. Kulina lasteaed

Kulina lasteaed on ühekorruseline lamekatusega hoone. Hoone seinad on krohvimata silikaattelistest. Seinapaksus on 430 mm. Seinale ei ole lisasoojustust paigaldatud. Vundament on soojustamata. Rühmaruumide ja saali akende pinnad on suured.

Enamus ruumidele on paigaldatud uued plastaknad, välja arvatud köögi ruumidele ja sõimerühma koridoris. Klaasuksed on amortiseerunud ning vahetamata.

Katusele on paigaldatud uus kate, kuid ilma lisasoojustuseta.

Soe tarbevesi valmistatakse kolme elektrimahtboileriga. Köögile oleks vaja paigaldada omaette elektriboiler, et oleks võimalik valmistada nõuetele vastava temperatuuriga vett.

Köögi elektripliit on amortiseerunud.

Lasteaias on loomulik ventilatsioon.

Lasteaia külustamise päeval mõõdeti ruumides järgmised temperatuurid:

- Sõimerühma: mängutuba – põrandapinnal 20,6, õhul 21,6, lael 21,2, välisseinal 18,4-20,4; magamisruumi õhul 22,2 ning seinäärse põrandal 28°C.
- Aiarühma õhutemperatuur 21,6 ja laetemperatuur 20,4°C; riietusruumis 23°C.

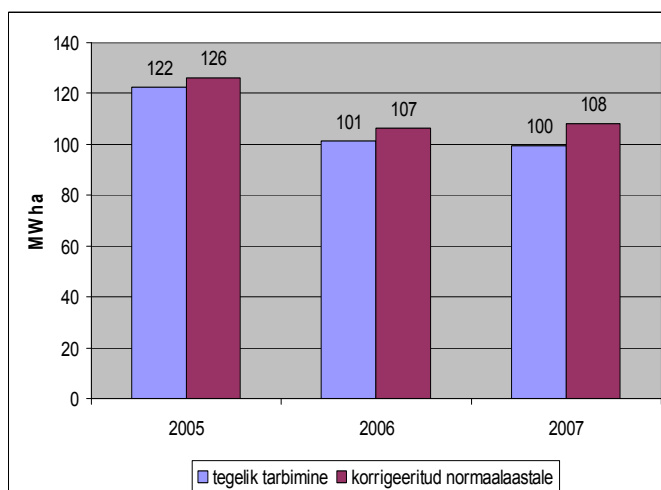
- Saali sisetemperatuur 19,5.

Mõõtmised näitasid, et rühmaruumides on põrandaalused torud isoleerimata. Seda tunistas ka hoone seinte ja vundamendi pinna temperatuuride mõõtmine: seina temperatuur kõikus -1,4 kuni -2°C, samal ajal oli vundamendi temperatuur vahemikus 1,4 kuni 3°C.

## 7.1. Soojuse tarbimine

Soojuse kolme viimase andmed on toodud [lisa 4](#) tabelis. Soojuse kulu on arvutuslik. Kohaliku katla kasuteguriks on eeldatud aastakeskmisena 85%. Silma torkab 2005.a. soojuse tarbimine, mis oli ligi 126 MWha. Kahe viimase aasta tarbimine on praktiliselt võrdne ning 2007.a. soojuse arvutuslik kulu oli praktiliselt 108 MWh.

Illustreerimaks erinevate aastate tegelikku ning korrigeeritud normaalaastale tarbimine on näidatud allpool [joon.6.](#) oleval diagrammil:



**Joon.6.** Kadila lasteaia soojuse tarbimine

Soojuse erikulu 2007.a. oli hoone kuupmeetri kohta oli 61,5 kWh/a. Siin ei ole arvesse võetud sooja tarbevee ettevalmistamiseks kulunud soojust elektrienergiana.

## 7.2. Küttesüsteemi kirjeldus

**Katlamaja.** Lasteaias on oma kergel kütteõlil töötav katlamaja. Kasutusel on katel tüüp Fondital põletiga Thermomatic võimsusega 47-71 kW. Töötamise juhtimiseks on kasutusel Danfossi ja Siemensi juhtplokid.

Katla põleti pidavat suhteliselt kiiresti **tahmuma-šlakkima**, sama toimub ka korstnaga. See näitab, et põleti ei tööta korralikult ning põhjused tuleb kiiresti välja selgitada ja kõrvaldada.

**Küttesüsteem.** Maja küttesüsteemi sisene vee temperatuuri reguleeritakse automaatselt sõltuvalt välisõhust Danfossi automaatika abil. Katlast väljuva vee temperatuur katla töötamise lõpphetkel oli 78 ning hoone küttesüsteemi siseneva ja tagastuva vee temperatuurid 58,8 ja 54°C.



Küttesüsteemil on kaks parem- ja vasakpoolne liin, millised mõlemad on varustatud liiniseadeventiiliga. See võimaldab reguleerida haruliine eraldi vastavalt vajadusele.

Liinitorud paiknevad põranda all välisseina ääres ning on isoleerimata. Kasutusel on toruregistrid ning paneelradiaatorid.

### 7.3. Elektrienergia tarbimine

Elektrienergia tarbimine aastate lõikes on suhteliselt ühtlane (lisa 5) ning 2007.a. tarbimine oli 20 976 kWh. Elektrienergia erikulu hoone mahu ühe kuupmeetri kohta oli 12 kWh/a, mis jääb alla Soome mediaanerikulule (17,7 kWh/a). Kõrgem elektrienergia tarbimine valla lasteaedades on ainult Pajusti lastepäevakodul.

### 7.4. Vee tarbimine

Vee tarbimine on 2007.a. 482 m<sup>3</sup>/a hüppeliselt kasvanud, eriti võrrelduna 2004-2005. aastate vee kuluga 238 m<sup>3</sup>/a. Vee erikulu liitrites lasteaia mahu ühe kuupmeetri kohta 2007.a. oli 274,8 la/m<sup>3</sup>. See ületab mõnevõrra Soome mediaanerikulu 256 la/m<sup>3</sup>.

### 7.5. Võimalikud säästumeetmed

Võimalike majanduslikult tasuvate säästumeetmete väljaselgitamiseks on vaja läbi viia lasteaia energiaaudit. Esialgse hinnangu järgi on huvipakkuvad meetmed järgmised: välispiirete täiendav soojustamine, keskküttesüsteemi rekonstrueerimine ja katla töö kontrollimine.

## 8. Roela Põhikool

Kooli külastamine sattus peale tundide lõppu ning ei olnud võimalik kõikidesse ruumidesse sisse saada.

Roela Põhikooli hoone on kahekordne maja, milles asuvad kool, lasteaed ja raamatukogu. Eraldi hoones paikneb spordisaal. Hoonel on lamekatust. Hoone on ehitatud paneelidest.

Koolimaja ukсед ja aknad on vahetatud. Spordisaalil on ka lamekatust soojustatud.

Kooli köetakse kaugküttega lähedalasuvast katlamajast.

Külastamise päeval oli koolimaja ruumides järgmised temperatuurid:

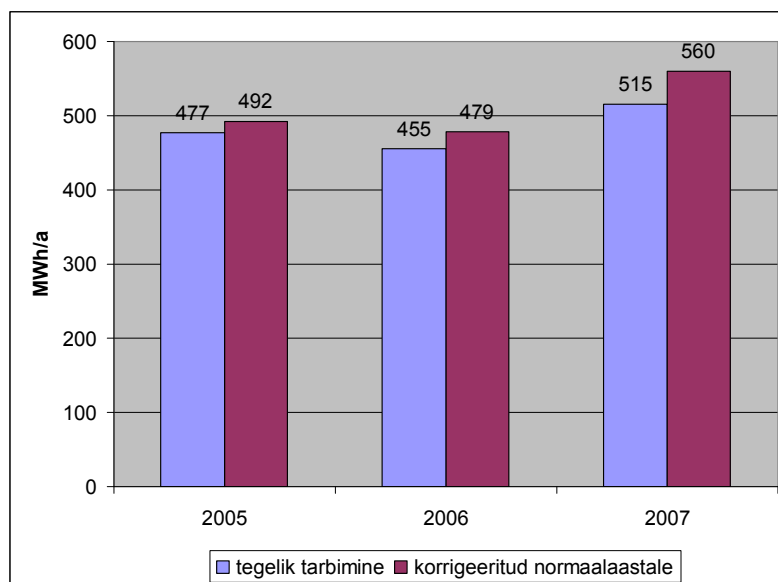
- Fuajee – 21,4°C;
- II korruse koridor-jalutusruum – 23,6-24,6°C;
- I-III klass – 25,2°C, lae temperatuur 25-25,4°C;
- Aula-spordisaal – 21,2, lael – 21,2, põrand – 19,8°C;
- Raamatukogu – 24,8 ning osakonna ruum 25,6°C;
- Lasteaia rühma- ja magamisruumis vastavalt 24,4 ja 23,8°C.

Ülalmõõdetud temperatuurid näitavad, et koolimaja tervikuna on üle köetud. Seda põhjendati katlamaja töötamise ržiimi iseärasusega: katlamaja ei ole võimeline töötama kui kool oma siseruumide temperatuuri alandab. Siin on siiski vaja võtta tarvitusele abinõud soojuse raiskamise vältimiseks ning kontrollida katlamaja tööd.

Koolis on projekti järgi paigaldatud neli kalorifeeridega varustatud sissepuhkesüsteemi. Sissepuhkesüsteemidel puudub automaatika. Õhu väljatõmbe oli lahendatud katuseventilaatoritega. Täna mehhaaniline süsteem ei tööta ning aula-sportsaali lamekatuse soojustamisel on katuseventilaatorid üldse eemaldatud.

### 8.1. Soojuse tarbimine

Koolihoone viimase kolme aasta soojuse tarbimise andmed on toodud ära [lisa 4](#) tabelis ning illustratiivselt on tarbimine näidatud allpool esitatud diagrammil ([joon.7](#)).



**Joon. 7.** Roela Põhikooli soojuse tarbimine

Soojuse tarbimise andmetest on näha, et 2005.a. ja 2006.a. soojuse kulu kooli kütmiseks oli sisuliselt võrdne: 492 ja 479 MWha. Tarbimine kasvas järsult 2007.a. – 560 MWha.

Hoone kütmise erikulu maja mahu ühe kuupmeetri kohta 2005 ja 2006.a. oli vastavalt 27,5 ja 26,7 ning 2007.a. 31,3 kWha/m<sup>3</sup>. Erikulude suurused näitavad sisuliselt alakütmist, kuid küllastamise päeval mõõdetud temperatuurid jälle tunnistavad ülekütmist. Kuna koolimajas ei olnud enam personali kohal, siis puudus võimalus küsida temperatuuride kohta täpsemalt ning seetõttu ei saa anda ka täpsemat hinnangut.

## 8.2. Küttesüsteemi kirjeldus

**Soojussõlm.** Kooli küttesüsteem on ühendatud kaugküttevõrguga sõltuva skeemi järgi. Hoone küttesüsteemi sisene vee temperatuuri lokaalseks reguleerimiseks on paigaldatud segamispump manuaalse seadistusega.

Reguleerimisseadmena on kasutusel ESBE süsteem, segamispumbana kasutatakse TEKMO pumpa tüüp 80-150.

Kaugküttevõrgust siseneva ja kaugküttevõrku lahkuva vee temperatuurid olid vastavalt 55,9 ja 48,8°C.

Soojusarvesti integreeriva seadmena kasutatakse arvestit Shlumberger ning vee kulumõõtjana Tekno-Montan'it (H: Meinicke).

**Küttesüsteem.** Kasutusel on alumise jaotusega ühetorusüsteem. Radiaatorid on malmribidest ning ilma reguleerimisseadmeteta.

Maja siseneva vee temperatuuriks oli manuaalselt seadistatud 54,6 kraadile. Kooli küttesüsteem on jaotatud neljaks kontuuriks, millised kõik on varustatud liiniseadeventiilidega. Tagastuvad temperatuurid liinide kaupa olid: esimesel 48,4, teisel 50,6, kolmandal 48,2 ja kolmandal liinil 47,8°C. Näeme, et temperatuurilang radiaatorites on väike.

Küttesüsteemi püstikud on osaliselt isoleerimata.

## 8.3. Elektrienergia kulu

Elektrienergia tarbimise suurus koolis omab laine kulu – paaris aastatel on laine tipp ning paaritutel laine põhi (lisa 5). Nii on 2004 ja 2006.a. elektrienergia kulu olnud 91 440 ja 95760 kWha ning 2005 ja 2007.a. vastavalt 83 940 ja 84 310 kWha. Põhjuseid sellisele lainelisele elektrienergia tarbimisele ei osatud anda.

Elektrienergia erikulu hoone kuupmeetri kohta 2007.a. oli 4,7 kWha/m<sup>3</sup>.

## 8.4. Vee tarbimine

Vee tarbimise erinevus 2007.a. ja eelnevate aastate vahel on üllatavalt palju erinev (lisa 6). Vee kulu koolis 2006.a. ulatus kuni 3171 m<sup>3</sup> langedes 1564 m<sup>3</sup> 2007.a.

Vee erikulu liitrites hoone kuupmeetri kohta 2007.a. oli 87,3 la/m<sup>3</sup>.

## 8.5. Võimalikud energiasäästumeetmed

Täpsema hinnangu andmiseks majanduslikult tasuvate energiasäästumeetmete rakendamiseks annab energiaaudit.

Lühikese ülevaatus põhjal võib soovitada järgmiseid energiasäästumeetmeid: investeerida segamissõlme automaatikasse, millega kindlustatakse koolimajja siseneva temperatuuri muutmine automaatselt sõltuvalt välisõhu temperatuurist; küttesüsteemi püstikutele paigaldada tasakaalustusventiilid ja radiaatoritele termostaatventiilid; korrastada katlamaja töötamine; seinte soojustamine.

## 9. Teiste Vinni omanduses olevate hoonete energiatarbimine

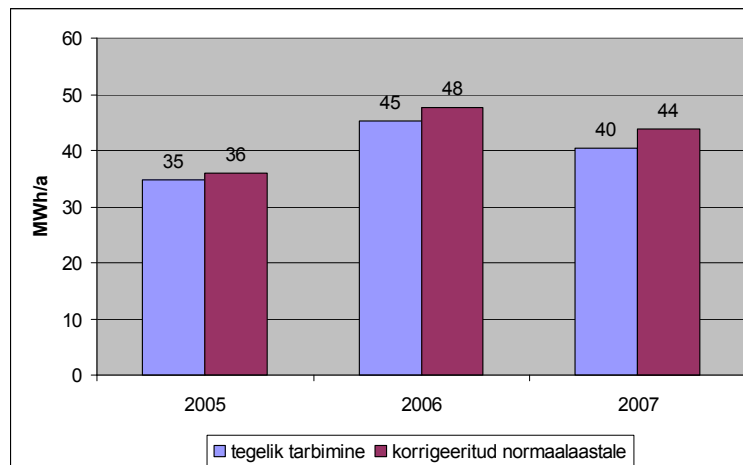
Töö mahtu ei kuulunud kõikide vallale kuuluvate hoonete külastamine ning nende hoonete energiatarbimise andmed ja erikulud on toodud [lisas 4 kuni lisani 6](#).

Neid hooneid köetakse kas oma katlaga või ahjudega. Erandi moodustab siin Viru-Jaagupi koolimaja, mis kuni 2006.a. oli kaugküttel, alates 2007.a. on segaküttel ning selle aasta kohta puuduvad täpsed andmed.

Kohaliku kütmise baasil olevatel hoonetel on arvutusliku soojuse koguse arvutamisel võetud soojusallika aasta keskmiseks kasuteguriks: õlikatlal – 85% ja puidu(+sõe)kateldel või ahjudel võrdseks 65%.

### 9.1. Kadila endine kool

**Soojuse** tootmiseks kasutatakse halupuid ning soojuse tarbimise kogused viimasel kolmel aastal Kadila endises koolis on esitatud alltoodud [joon.8](#).



**Joon. 8.** Kadila endise kooli soojuse kulu

Kadila kooli soojuse kulu 2007.a. oli 44 MWh aastas ning erikulu 18,5 kWha/m<sup>3</sup>. Soojuse tarbimise erikulu näitab, et endises koolihoones ei ole vähemalt kõikides ruumides meie kliimas aktsepteeritud temperatuuri.

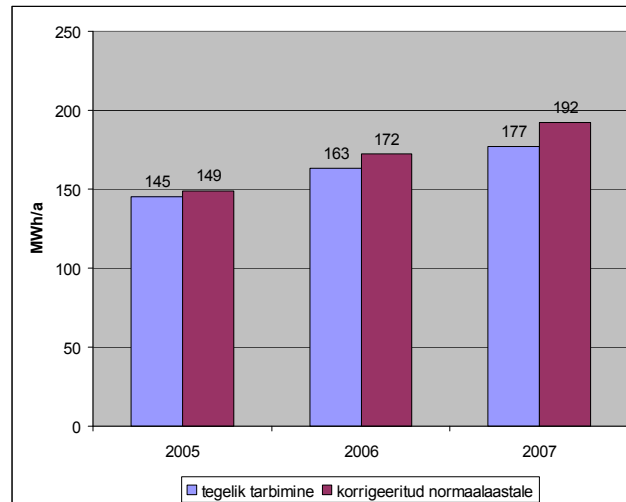
**Elektrienergia kulu** aastatel 2004 kuni 2006 oli suhteliselt stabiilne – keskmiselt 15 335 kWh. Elektrienergia tarbimine kasvas hüppeliselt 2007. a. ning oli 19 454 kWh. Selle üheks põhjuseks võib olla, et alaköetud ruume köeti elektriradiaatoritega juurde. Elektrienergia

erikulu 2007.a. oma suurusega 8,2 kWha/m<sup>3</sup> võrreldes vallale kuuluvate teiste hoonetega on suhteliselt suur.

**Vee kulu** 2007.a. endises koolis on seevastu väike – 19 m<sup>3</sup>. Erikulu on 8,0 la/m<sup>3</sup>.

## 9.2. Roela Rahvamaja

**Soojuse** tootmiseks kasutatakse kerget kütteõli. Arvutuslikud soojuse tarbimise kogused on toodud [joon. 9](#).



**Joon. 9.** Roela Rahvamaja soojuse tarbimine

Viimasel kolmel aastal on soojuse tarbimine pidevalt kasvanud ning 2007.a. kulus soojust 192 MWh. Soojuse erikulu 2007.a. oli 30,7 kWha/m<sup>3</sup>. Selle suurusega peaks olema Rahvamajas kindlustatud vastuvõetav sisetemperatuur ringide töötamiseks.

**Elektrienergia** tarbimine on viimasel neljal aastal olnud stabiilne ning 2007.a. kulutati 25 385 kWh elektrienergiat (erikulu 4,1 kWha/m<sup>3</sup>).

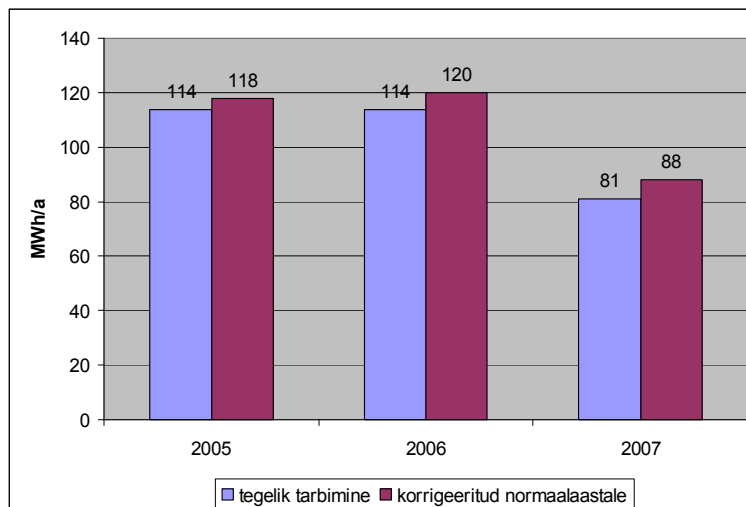
**Vee** tarbimist ei mõõdata.

## 9.3. Tudu lasteaed

**Soojuse** tootmiseks kasutatakse puid. Soojuse tarbimise andmed on esitatud [joon. 10](#).

Näeme, et soojuse tarbimine on aastate 2005-2006 tasemelt 120 MWh aastas langenud 2007.a. 88 MWh. Sellele vaatamata on erikulu näitaja meie lasteaedade kohta 2007.a. hea – 72,6 kWha/m<sup>3</sup>. Eelneval aastal oli erikulu suurus 99,1 kWha/m<sup>3</sup>.

Selline suur soojuse tarbimise kõikumine vajaks lähemat uurimist.



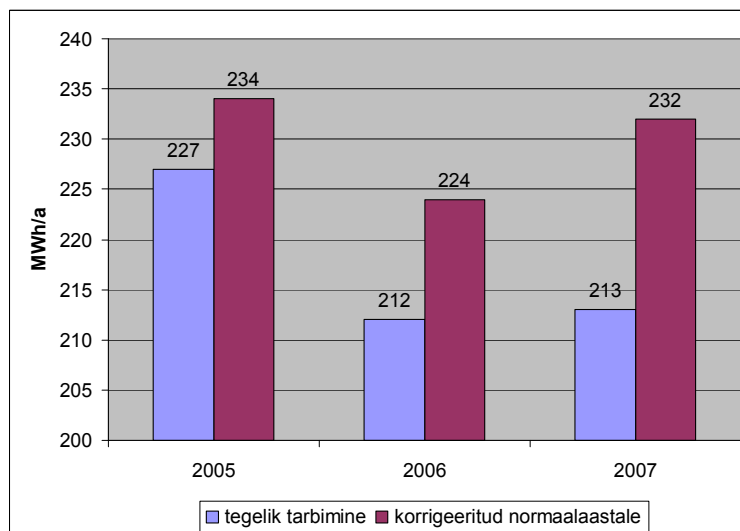
Joon. 10. Tudu lasteaia soojuse tarbimine

**Elektrienergia** tarbimine oli 2006.a. oli kõige suurem (13 026 MWh) ning järgmine aasta suuruse poolest on 2007.a. oma 11 797 MWh (erikulu 9,7 kWha/m<sup>3</sup>).

Vee kulu ei mõõdetata.

#### 9.4. Tudu Põhikool

**Soojust** toodetakse puitkütusega ja kivisõega. Soojuse tarbimist iseloomustab [joon. 11](#) toodud diagramm:



Joon. 12. Tudu Põhikooli soojuse tarbimine

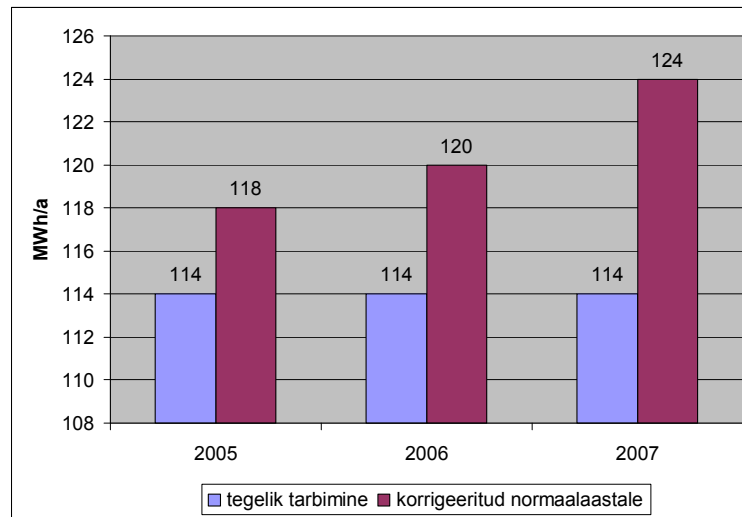
Näeme, et 2006.a. oli soojuste tarbimine mõnevõrra väiksem kui 2004 ja 2007.a. Soojuse erikulu 2007.a. oli 35,3 kWh/m<sup>3</sup>, mis on Eestile tüüpiline. Tüüpkoolimajade jaoks tähendab see, et nõutav mikrokliima koolihoones õppetöö ajal ei ole kindlustatud.

**Elektrienergia** erikulu 2007.a. oli 3,1 kWha/m<sup>3</sup> kohta aasta tarbimise 20 526 kWh juures. Elektrienergia erikulu on väike, mis võib olla tunnistajaks klassiruumide alavalgustamisele.

**Vee** kulu kohta on olemas andmed ainult 2007.a. kohta – 2 600 m<sup>3</sup>. Erikuluks teeb see 396,4 la/m<sup>3</sup>. See erikulu on meie tingimustes suur ning vajaks lähemat uurimist.

## 9.5. Tudu Rahvamaja

**Soojuste** tootmiseks kasutatakse puid. Arvutuslik soojuste kulu rahvamaja kütmiseks on toodud [joon. 13](#).



**Joon. 13.** Tudu Rahvamaja soojuste tarbimine

Näeme, et igal aastal on küttepuid tarbitud võrdsel hulgal, kuid korrigeerituna normaalaastale on soojuste hulk rahvamaja kütmiseks kasvanud. See peaks väljenduma siseruumide kõrgemas temperatuuris ja/või paremas õhu kvaliteedis.

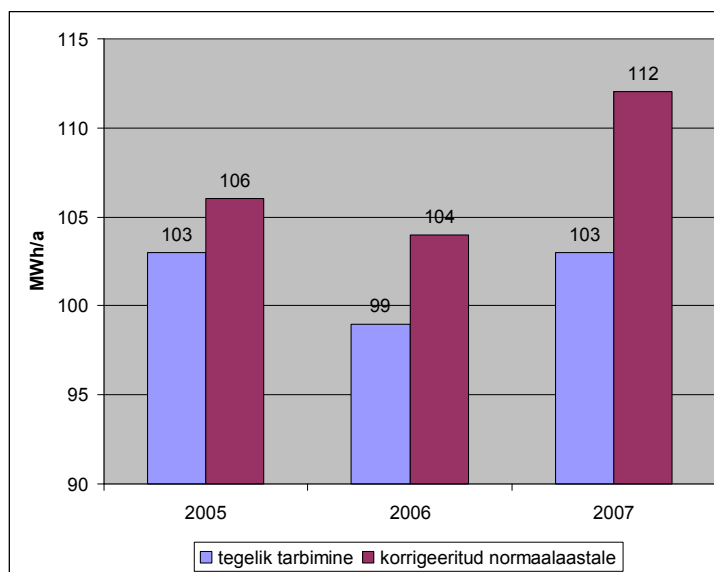
Soojuste erikulu hoone ühe kuupmeetri kohta 2007.a. oli 39 kWha/m<sup>3</sup>.

**Elektrienergia** tarbimine on olnud aastatel 2004-2006 stabiilne – ligi 10 000 kWh aastas. Mingil põhjusel on elektrienergia tarbimine kasvanud 2007.a. – ulatudes 15 063 kWh. Erikulu väärtus on 4,7 kWha/m<sup>3</sup>, mis võrreldes Soome mediaanerikuluga ei olegi suur – 16 kWha/m<sup>3</sup>.

**Vee** tarbimise kohta on andmed ainult 2007.a. kohta – 340 m<sup>3</sup>. Vastav erikulu on 107 la/m<sup>3</sup>.

## 9.6. Vana vallamaja

**Soojusega** varustatakse vana vallamaja kaugküttest. Soojuse tarbimine viimastel aastatel on olnud suhteliselt stabiilne, kuid 2007.a. toimus mõningane selle kasv (joon. 14).



Joon. 14. Vana vallamaja soojuse tarbimine

Soojuse erikulu 2007.a. oli 29,2 kWh/m<sup>3</sup>.

**Elektrienergia** kulu 14 081 kWh kasvas samuti mõnevõrra 2007.a. võrreldes varasemate aastate ligi 10 500 kWh tarbimisega. Erikulu oli 2007.a. 3,7 kWh/m<sup>3</sup>.

**Vee** tarbimise erikulu 2007.a. oli 25 la/m<sup>3</sup> aastase kogukulu juures 96 m<sup>3</sup>.

## 9.7. Viru-Jaagupi koolimaja

**Soojusega** varustati Viru-Jaagupi koolimaja varem kõrval asuvast puidutööstuse katlamajast. Puidutööstus suleti ning koolimaja asuti kütma halupuudega ja elektrienergiaga. Soojuse tarbimise kohta 2007.a. puuduvad usaldusväärsed andmed, seetõttu ei ole ka alloleval joonisel 15 kajastatud selle aasta tarbimist.

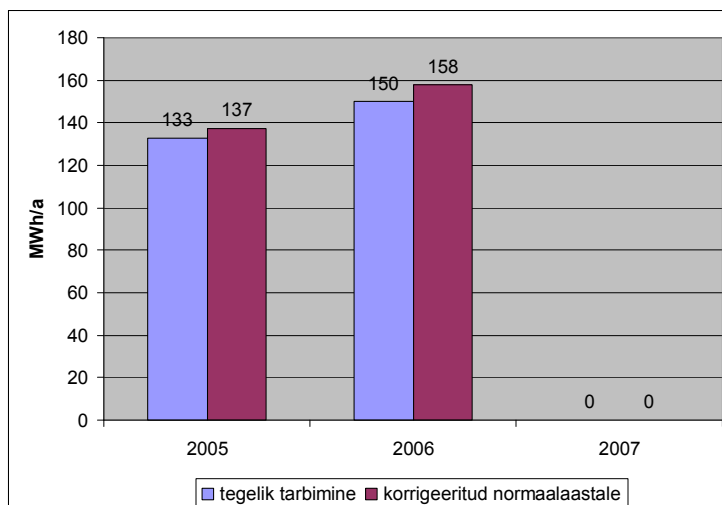
Jooniselt on näha, et 2006.a. (137,1 MWha) köeti koolimaja tunduvalt paremini kui 2005.a. (157,9 MWha).

Soojuse erikulu 2006.a. oli 40,3 kWh/m<sup>3</sup>.

**Elektrienergia** tarbimine kasvas katlamaja töö lõpetamise tagajärjel järsult – kahe eelneva aasta tarbimiselt 7 500 kWha kuni 31 771 kWha.

**Vee** tarbimine kahel viimasel aastal on kasvanud üle kahe korra võrreldes aastatega 2004-2005 – 50 m<sup>3</sup> kuni ligi 125 m<sup>3</sup> aastas.





Joon. 15. Viru-Jaagupi koolimaja soojuse tarbimine

### 9.8. Võimalikud energiasäästumeetmed

Ilma energiaaudititeid tegemata ei ole võimalik hinnata täpselt majanduslikult tasuvaid säästumeetmeid. Eelkõige võiks soovitada keskkütel olevate küttesüsteemide kaasajastamist. Võttes arvesse tänaseid energia hindu, eriti soojuse hinda, võivad majanduslikult tasuvaks osutuda ka seinte soojustamine.

## 10. Energia tarbimise võimalikud trendid

**Soojuse** tarbimise trend sõltub suuresti otsusest, kas kõigis soojust kasutatavates hoonetes kindlustatakse nõuetele vastav mikrokliima, mis kindlasti sisaldab ka õhu kvaliteeti. Vastava otsuse korral ning mingeid säästumeetmeid rakendamata võib hinnata soojuse tarbimise kasvu – see tagajärjena hakkab täiendavalt valla eelarvet koormama.

Soojuse tarbimise säästumeetmete rakendamisel hoonete küttesüsteemide kaasajastamisel ning välispiirete soojustamise kõrval tuleb majanduslikult hinnata ka ventilatsioonisüsteemis soojustagaste kasutamise efektiivsust.

Soojussäästumeetmete rakendamisel alaneb soojuse tarbimine tulevikus.

**Elektrienergia** tarbimise trendi kohta ühiskondlikes hoonetes on raske ilma energiaauditita hinnangut anda. Põhjuseks on siin teadmatus sellest, kas ruumide valgustus vastab meil kehtivatele normidele. Kui võrrelda meie ning Soome analoogsete hoonete elektrienergia tarbimise erikulu, siis see on meil ligi kaks korda väiksem kui Soomes. Seega kulud elektrienergiale võivad tulevikus isegi kasvada. Üheks säästumeetmeks on säästupirnide kasutamine.

**Vee** efektiivse tarbimise seisukohalt oleks vaja ära mõõta vee vooluhulgad kraanidest ning vajadusel piirata maja sisendil vee rõhku vastavate seadmetega.

**Energiaaudit** on vajalik, et hinnata täpselt iga hoone energiatõhusust ning esitada säästumeetmeid energiatõhususe tõstmiseks.

## Lisa 1



Maa-ameti kõik õigused kaitsitud.

Vinni-Pajusti Gümnaasiumi aerofoto Maa-ameti kodulehelt

Vinni-Pajusti Gümnaasium



Pilt 1. Gümnaasiumi vaateid

## Vinni-Pajusti Gümnaasiumi küttesüsteem



Pilt 2. I soojussõlmes asuv segamispumbaga küttesõlm



Pilt 3. I soojussõlmes asuv sooja tarbevee ettevalmistamise toru-torus soojusvaheti





Pilt 4. II soojussõlmes asuv segamispumbaga küttesõlm



Pilt 5. Küttestorud kanalisse sisenedes



Pilt 6. Koolimaja küttesüsteemi magistraalitorude ja püstikute ühenduste tüüpiline seisukord



Pilt 7. Allavajunud isolatsioon küttesüsteemi magistraaltorudel



**Lp. Villu Pella**  
**PV Energia OÜ**

27.11.2007 nr. 118

**PAKKUMINE VINNI GÜMNAASIUMI KÜTTESÜSTEEMI**  
**TASAKAALUSTUSPROJEKTI KOOSTAMISEKS.**

Tänan Teid projekteerimistööde ettepaneku eest ning pakun omapoolset koostööd.

**ÜLDIST**

Pakkumisel on lähtunud:

- Hinnapakkumise küsimisest
- Suusõnalisest infost:  
- hoones on 1-toru küttesüsteem

Allpooltoodud pakkumine on tehtud eeldusel, et tellija kindlustab töö sooritamiseks vajalikud lähteandmed, s.h.:

- projekteerimise lähteülesanne
- hoone plaanid, lõiked, vaated

**PAKUTAVAD TEENUSED**

Pakun alljärgnevat projekteerimistööd lähtudes:

\* EV Ehitusseadus

\* EVS 811:2006 (Hoone projekt)

\* Projekteerimise töövõtulepingu (PTÜ 2004) üldtingimused :

1. Olemasolevate plaanide digitaliseerimine
2. Olemasoleva kütte- ja ventilatsiooni soojusvarustussüsteemi ülesmöödistus  
Ülesmöödistus pole vajalik kui tellijal on olemasoleva küttesüsteemi projekt.
3. Olemasoleva süsteemi küttepüstikute tasakaalustusprojekt  
seadeventiilidega
4. Küttesüsteemi renoveerimisprojekt (termostaatventiilid, soovi korral uued küttekehad, torustikud)

5. Soojussõlme tööprojekt

**ORIENTEERUV AJAGRAAFIK**

Allpooltoodud ajagraafik on koostatud eeldusel, et tellija kindlustab töö tegemiseks vajalikud lähteandmed

Töö algus: Jaanuar 2007, Lepingu sõlmimisel

Põhiprojekt: 60 päeva alates lepingu sõlmimisest

**TÖÖDE MAKSUMUS**

Eelnevast lähtudes pakun tööde maksumuseks:

FIE Andres Nadel EEP 000153 Aadress: Tiigi põik 1a-8

Reg. kood 11315497 75301 Assaku

Tel. 608 5235 Rae vald

GSM 56 577698 Harjumaa

1

1. Olemasolevate plaanide digitaliseerimine 5'000,-  
(skaneerimine ja töötlus)
  2. Olemasoleva süsteemi ülesmöödistus 25'000,-
  3. Tasakaalustusprojekt 25'000,-
  4. Küttesüsteemi renoveerimisprojekt 50'000,-
  5. Soojussõlme tööprojekt 14'000,-
- Maksumustele lisandub käibemaks 18%.

Projekt sisaldab:

- 3 tellija eksemplari köidetud kujul + 1CD-l.
- Vajalikke kooskõlastusi

Maksumus ei sisalda:

- täiendavaid kopeerimistöid (v.a. tellija 3 eksemplari)
- autori ja/või ehitusjärelvalvet

**DOKUMENTATSIOONI KEEL**

Dokumentatsioon on eesti keeles

Eelpool toodud ettepanekud, tingimused ja pakkumised konkretiseeritakse projekteerimis-konsulterimislepinguga.

Pakkumine on jõus kuni 31.12.2007

Soovides edukat projekti realiseerimist

Lugupidamisega

Andres Nadel

Projekteerimisliitsents EEP 000153

FIE Andres Nadel EEP 000153 Aadress: Tiigi põik 1a-8

Reg. kood 11315497 75301 Assaku

Tel. 608 5235 Rae vald

GSM 56 577698 Harjumaa

Vinni vallale kuuluvate hoonete soojuse tarbimine aastatel  
2005 kuni 2007

Jrk. nr.	Hoone nimetus	Välisk uba- tuur, m <sup>3</sup>	2005			2006			2007		
			Möödetud või arvutuslik tarbimine, MWha	Korrigeerit ud normaalaa stale, MWha	Erikulu kWha/m <sup>3</sup>	Möödetud või arvutuslik tarbimine, MWha	Korrigeerit ud normaalaa stale, MWha	Erikulu kWha/m <sup>3</sup>	Möödetud või arvutuslik tarbimine, MWha	Korrigeerit ud normaalaa stale, MWha	Erikulu kWha/m <sup>3</sup>
1	Kadila end.kool	2372	34,8	35,9	15,1	45,24	47,6	21,7	40,4	43,9	18,5
2	Kadila Rahvamaja	2299	Perioodilise kasutamisega, orineteervalt 20 korda aastas, köetakse ahjudega								
3	Kehala klubi	1754	Andmed puuduvad								
4	Kulina lasteaed	1754	122,4	126,2	71,9	101,15	106,5	60,7	99,5	108,1	61,6
5	Pajusti klubi	4684	164	169,1	36,1	172	181,1	38,7	137,0	148,9	31,8
6	Pajusti lastepäevakodu	1783	100	103,1	57,8	141	148,4	83,2	92,0	100,0	56,1
7	Pajusti noortemaja	1703			0,0			0,0			0,0
8	Vallamaja	7667	343	353,6	46,1	397	417,9	54,5	323,0	351,1	45,8
9	Roela noortemaja	627									
10	Roela Põhikool	17911	477	491,8	27,5	455	478,9	26,7	515,0	559,8	31,3
11	Roela rahvamaja	6252	144,5	149,0	23,8	163,2	171,8	27,5	176,8	192,2	30,7
12	Tudu Käsitöötare- muuseum	787	Andmed puuduvad								
13	Tudu lasteaed	1211	114	117,5	97,0	114	120,0	99,1	80,9	88,0	72,6
14	Tudu Põhikool	6559	227	234,1	35,7	212,4018	223,6	34,1	213,2	231,8	35,3
15	Tudu Rahvamaja	3179	114	117,5	37,0	114	120,0	37,7	114,0	123,9	39,0
16	Vana vallamaja	3835	103	106,2	27,7	99	104,2	27,2	103,0	112,0	29,2
17	Vinni lasteaed	5001	347	357,7	71,5	342	360,0	72,0	324,0	352,2	70,4
18	Vinni-Pajusti Gümnaasium	44377	1360	1402,1	31,6	1466	1543,2	34,8	1541,0	1675,0	37,7
19	V.-Jaagupi koolimaja	3915	133	137,1	35,0	150	157,9	40,3	Tõesed andmed puuduvad		

Vinni vallale kuuluvate hoonete elektrienergia  
tarbimine aastatel 2004 kuni 2007

Jrk. nr.	Nimetus	Väliskuba -tuur, m <sup>3</sup>	Elektrienergia tarbimine, kWh/a				2007.a. erikulu, kWha/m <sup>3</sup>
			2004	2005	2006	2007	
1	Kadila end.kool	2372	14000	16823	15182	19454	8,2
2	Kadila Rahvamaja	2299	350	0	0	0	0,0
3	Kehala klubi	1754	2430	3077	5639	5795	3,3
4	Kulina lasteaed	1754	21726	21432	19904	20976	12,0
5	Pajusti klubi	4684	7392	5924	8843	16541	3,5
6	Pajusti lastepäevakodu	1783	21429	14056	22470	28936	16,2
7	Pajusti noortemaja	1703	0	0	2229	6299	3,7
8	Vallamaja	7667	68725	59861	62943	66866	8,7
9	Roela noortemaja	627	1042	1378	1461	1461	2,3
10	Roela Põhikool	17911	91440	83940	95760	84310	4,7
11	Roela rahvamaja	6252	27658	20401	25385	25385	4,1
12	TuduKäsitöötare- muuseum	787	133	0	4	4	
13	Tudu lasteaed	1211	9704	10837	13026	11797	9,7
14	Tudu Põhikool	6559	23337	19964	23644	20526	3,1
15	Tudu Rahvamaja	3179	11680	10874	9836	15063	4,7
16	Vana vallamaja	3835	7946	10266	11435	14081	3,7
17	Vinni lasteaed	5001	46600	43280	44755	45210	9,0
18	Vinni-Pajusti Gümnaasium	44377	239820	226320	217652	192983	4,3
19	V.-Jaagupi koolimaja	3915	5349	7753	7260	31771	8,1

**Vinni vallale kuuluvate hoonete vee tarbimine aastatel  
2004 kuni 2005**

Jrk. nr.	Nimetus	Väliskuba- tuur, m <sup>3</sup>	Vee tarbimine, m <sup>3</sup> /a				2007.a. erikulu la/m <sup>3</sup>
			2004	2005	2006	2007	
1	Kadila end.kool	2372	5	18	35	19	8,0
2	Kadila Rahvamaja	2299		6	11	3	1,3
3	Kehala klubi	1754	oma kaev				
4	Kulina lasteaed	1754	237	238	309	482	274,8
5	Pajusti klubi	4684	240	117	87	57	12,2
6	Pajusti lastepäevakodu	1783	377	425	488	607	340,4
7	Pajusti noortemaja	1703	ei tea				
8	Vallamaja	7667	287	319	292	211	27,5
9	Roela noortemaja	627					
10	Roela Põhikool	17911	2384	2541	3171	1564	87,3
11	Roela rahvamaja	6252	pole mõõtjat				
12	TuduKäsitöötare-muuseum	787	Andmed puuduvad				
13	Tudu lasteaed	1211	pole mõõtjat				
14	Tudu Põhikool	6559				2600	396,4
15	Tudu Rahvamaja	3179				340	107,0
16	Vana vallamaja	3835	57	48	114	96	25,0
17	Vinni lasteaed	5001	630	652	1060	821	164,2
18	Vinni-Pajusti Gümnaasium	44377	2631	2503	4101	2029	45,7
19	V.-Jaagupi koolimaja	3915	48	54	119	130	33,2

