

Tellija: KÜ Vastemõisa 9  
Aadress: Vastemõisa tee 10,  
Vastemõisa küla, Suure-Jaani vald,  
Viljandimaa 71301  
Esindaja, tel: Ülle Mikk, 52 24 891  
E-post : [ulle1200@hotmail.ee](mailto:ulle1200@hotmail.ee)

## HOONE ENERGIAAUDITI ARUANNE



2-KORRUSELINE 12-KORTERIGA ELAMU AADRESSIL VASTEMÕISA TEE 10,  
VASTEMÕISA KÜLA

Auditeerimise aeg: 11.04. 2012.a.  
Aruanne esitatud: 25.06.2012.a.  
Auditeerija: Termoproff OÜ  
MKM reg. nr. EHA000034  
Ringtee 25, Tartu GSM: 53 226 666  
e-post: [pilt@termoproff.ee](mailto:pilt@termoproff.ee)  
Vastutav spetsialist: Rainer Krünvald

Allkiri \_\_\_\_\_  
Auditi teostas: insener Aivar Kaljula  
e-mail: [aivar.kaljula@gmail.com](mailto:aivar.kaljula@gmail.com)  
Telefon: 56355467

## **Eessõna**

Käesolevas energiaauditi aruandes on esitatud Viljandimaa, Suure-Jaani vald, Vastemõisa küla aadressiga Vastemõisa tee 10 asuva 2-korruselise 12-korteriga hoone kütte, ventilatsiooni, elektri ja veevarustuse süsteemide hetkeolukord ning võimalused energiatarbe vähendamiseks.

Säästuettepanekutes on ära toodud nende realiseerimise üldine mõju, saavutatav sääst ja investeeringute hinnangulised tagasimaksuajad.

Auditeerimise mahu ja mudeli aluseks on võetud Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ning Tallinna Tehnikaülikooli poolt väljatöötatud energeetilise auditeerimise juhendmaterjal.

Hoone auditeerimisel analüüsiti 2009-2011 aasta kütuste, elektri ning tarbevee kulu ning vastavaid rahalisi kulutusi. Meetmete tasuvuse hindamisel võeti arvesse kütuste- ja energiahindade prognoose.

Aruanne sisaldab hoone piirdetarindite ning tehnosüsteemide tehnilis-majanduslikku analüüsi, energiatarbimise alandamise potentsiaali lähtuvalt võimalikest energiasäästumeetmetest. Arvutusnäidised on üle kantud arvutusprogrammist ja mõnede vahearvutuste tulemused võivad olla ümardatud ja illustreeriva tähendusega. Õige tulemus on lõpptulemus.

Energiasäästu potentsiaal on esitatud vajalike investeeringute, saavutatava energeetilise säästu ning lihttasuvusaja kujul. Hinnangutes on lähtutud pigem konservatiivsusest.

Hoones on mõõdetud summaarset tarbimist nii kütteks kui tarbevee soojendamiseks, elektritarbimist muuks tarbeks ning veetarbimist kuude kaupa. Õhuvahetusest tingitud soojuskadusid hinnati kaudselt õhuvahetuse kordarvude alusel. Piirdetarindite U-arvud on saadud ehitusprojekti andmetest või tootja andmetest ja on korrigeeritud vastavalt reaalsele olukorrale.

Optimaalne renoveerimis/rekonstrueerimispakett valitakse välja tellija poolt vastavalt finantseerimise võimalustele. Osa säästumeetmeid on selliseid, mille rakendamine annab reaalselt säästu ainult rakendatuna koos teiste meetmetega, seetõttu esitatakse säästumeetmed pakettidena. Auditeerimise käigus välja toodud energiasäästumeetmete pakettide rakendamisel hoone sisekliima paraneb või jääb olemasolevale nõuetele vastavale tasemele.

Tuleb tähele panna, et erinevate meetmete rakendamisel saadavad säästud ei ole otseselt liidetavad.

Väljapakutud energiasäästu ettepanekute realiseerimine võib nõuda vastavate tööde jaoks vastava projekti koostamist (erijuhtudel ka ehitusluba), mida tuleks arvestada ehitusfirmadelt tööde hinnapakumiste küsimisel. Samuti tuleb teostada vastavad tehnosüsteemide seadistustööd.

Objekti ülevaatusel abistas audiitorit hoone valdaja esindaja Ülle Mikk. Korteriühistu, kui lõpptarbijat, seisukohalt on säästupotentsiaal, energiahinnad ja kõik kulutused auditis arvestatud käibemaksuga 20%.

Hoone energeetilise auditeerimise viis läbi Grete Kitsing, kontrollis soojusaudiitor Aivar Kaljula.

Käesoleva auditi dokumendi autoriõigused kuuluvad auditi koostajale ehk autorile ja loata kopeerimine ja paljundamine pole lubatud. Välja arvatud koopiad õiguspärase nõude esitajatele.

## Sisukord

|                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Eessõna.....                                                                                                                                                                   | 2  |
| Sisukord.....                                                                                                                                                                  | 3  |
| 1. Auditi tulemuste kokkuvõte ja ülevaade pakutud säästupakettidest ning hoone vastavus sisekliima ja energiatõhususnõuetele renoveerimispakettide realiseerimise korral ..... | 4  |
| 1.1 Hoone energiatarbimise säästupaketid .....                                                                                                                                 | 6  |
| 2. Hoone energiakasutuse hetkeseis .....                                                                                                                                       | 7  |
| 2.1 Hoone asukoht ja paiknemine .....                                                                                                                                          | 7  |
| 2.2 Hoone üldandmed .....                                                                                                                                                      | 8  |
| 2.3 Varem läbiviidud rekonstrueerimis-renoveerimistööd ja hoone üldine olukord. ....                                                                                           | 8  |
| 2.4 Energia- ja veevarustuse üldiseloostus.....                                                                                                                                | 9  |
| 2.5 Kütteenergia kulu .....                                                                                                                                                    | 9  |
| 2.6 Elektrienergia ja tarbevee kulu ja kasutamine.....                                                                                                                         | 9  |
| 2.7 Hoone soojusbilanss .....                                                                                                                                                  | 10 |
| 3. Hinnang hoone energiakasutuse kohta, säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus.....                                                                                        | 11 |
| 3.1 Hoone piirdetarindid .....                                                                                                                                                 | 11 |
| 3.2 Küttesüsteem. Vee ja kanalisatsioonisüsteem. Elektrivarustus. ....                                                                                                         | 13 |
| 3.3 Kasutatud mõõteseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte .....                                                                                                                 | 13 |
| 3.4 Ventilatsioonisüsteem ja sisekliima.....                                                                                                                                   | 14 |
| 4. Lisad .....                                                                                                                                                                 | 15 |
| 4.1 Energiakasutuse jagunemine ja elektrienergia ning tarbevee tarbimine aastate lõikes.....                                                                                   | 15 |
| 4.2 Sisekliima mõõdistamistulemused .....                                                                                                                                      | 16 |
| 4.3 Tasakaalutemperatuuri leidmine.....                                                                                                                                        | 17 |
| 4.3.1 Tasakaalutemperatuur enne renoveerimist.....                                                                                                                             | 17 |
| 4.3.2 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett I.....                                                                                                   | 17 |
| 4.3.3 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett II.....                                                                                                  | 18 |
| 4.3.4 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett III.....                                                                                                 | 18 |
| 4.4 Illustreerivad fotod .....                                                                                                                                                 | 19 |

## 1. Auditi tulemuste kokkuvõte ja ülevaade pakutud säästupakettidest ning hoone vastavus sisekliima ja energiatõhususnõuetele renoveerimispakettide realiseerimise korral

Käesolevas peatükis on esitatud kokkuvõte korterelamu energiaauditi läbiviimise tulemustest.

Puitkütustest saadud soojusenergia kogukulu kütteks aastal 2009-2011 oli mõõdetud 170 MWh/a. Käesoleva aruande punktis 1.1 on ära toodud kolm säästumeetmete paketti, mille abil on võimalik soojusenergia kulu majanduslikult alandada, tõsta hoone kui kinnisvara väärtust ning pikendada ekspluatatsiooniiga, suurendada sõltumatust energiakandjate hindade tõusust ja lisaväärtusena saada inimeste heaolu paranenud sisekliimast. Säästupaketid on esitatud põhjusel, et teatud meetmetel on omavaheline koosmõju. Meetmete ettepanekutes on arvestatud sellega, et hiljem oleks võimalik rekonstrueerimist jätkata juba renoveeritud hoone tarindeid uuesti renoveerimata. Liigsete kulude vältimiseks on siiski soovituslik, et valikud tuleks teha otsustamisfaasis, toimingute läbi viimise võib jaotada pikema aja peale.

**Esimese paketi** raames lisasoojustatakse hoone pööning. Pööningupealse soojustuse materjaliks on soovitatav kasutada puistevillsoojustust, kihi paksus 30 cm. Rajatakse käiguteed. Lisasoojustatakse hoone otsaseinad. Soojustuskihi paksus 15 cm. Keldri aknad asendatakse õhutihedate akendega, mille kompleksne soojusjuhtivus on  $1,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  või väiksem (vastab üldjuhul 3 kordse klaaspaketiga akende soojusjuhtivuse tasemele). Välisüksed asendatakse õhutihedate ja soojustusega metallustega. Kõikidele uute akendega tubadele paigaldatakse värskeõhuklapid (köökidele mitte - köökide, vannitubade ja WC-de õhuvahetus toimub siirdõhuga tubadest). Soovitatav on kasutada välisõhu temperatuuri järgi automaatselt reguleeruvaid värskeõhuklappe või akendele paigaldatavaid ruumiõhu suhtelise niiskuse järgi isereguleeruvaid värskeõhu klappe. Juhul kui otsustatakse seintesse paigaldatavate klappide kasuks, siis võiks klapid korraga paigaldada kõikidele tubadele aga need tuleks hoida suletud asendis kuni akende vahetamiseni. Kui aga otsustatakse akendele paigaldatavate kasuks, tuleks tagada, et hilisema akende vahetuse korral varustatakse need klappidega. Investeering ca 26 168 eurot. Sääst 26 MWh/a. Soojusenergia tarve kütteks langeb **16%**, koos varem läbiviidud soojust parendavate töödega langeb vähemalt 20%. Tasuvusaeg intresse arvestamata on ligikaudselt 18 aastat võimaliku 15%-lise riigipoolse toetusega 16 aastat. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus KEK oleks  $214 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$  ja mis vastaks klassile E. Neto küttevajadus köetava pinna kohta langeb 178-lt  $\text{kWh/(m}^2\text{a)}$  149-le  $\text{kWh/(m}^2\text{a)}$ .

**Teise paketi** raames viiakse hoone juures läbi samad toimingud, mis on kirjeldatud pakettis 1, kuid soojustatakse kogu hoone välisseinad ja sokkel ning rajatakse/taastatakse pandus. Soojustuskihi paksus seintel 15 cm, soklil 10 cm. Soojustusega kaetakse ka akende kohal olevad puitosad. Et hoone välisilme ei muutuks oluliselt, võib nendel kohtadel kasutada teist tooni viimistlusmaterjali. Küttesüsteem ehitatakse ümber. Kõik korterid varustatakse keskkütte radiaatoritega, mis varustatakse termostaatidega. Eeldatakse, et kohtküttepäigaldisi korterites enam ei kasutata. Üldiselt peaks paigaldama ka küttekulumõõdikud kuid kuna kütmine toimub majasiseselt, siis on võimalik, et neid paigaldama ei pea. Seda tuleks eelnevalt üle täpsustada. Ühiseks kütteallikaks kogu hoonele võetakse kasutusele olemasolevad tahkekütuskatelsüsteemid. Võib kombineerida erinevaid ühendusi (järjestikku või paralleelselt eri arvu katelde vahel kuid arvutuslikult peaks piisama ühes kuni kahest olemasolevast. Ülejäänud võivad jääda reservi). Vahetatakse ka korterite vanad aknad õhutihedate akende vastu, mille kompleksne soojusjuhtivus on  $1,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  või väiksem (vastab üldjuhul 3 kordse klaaspaketiga akende soojusjuhtivuse tasemele). Investeering ca 103 989 eurot. Sääst 79 MWh/a. Soojusenergia tarve kütteks langeb **47%**. Tasuvusaeg intresse arvestamata on ligikaudselt 24 aastat, võimaliku 25%-lise riigipoolse toetusega 18 aastat. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus KEK oleks  $154 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$  ja mis vastaks klassile D. Neto küttevajadus köetava pinna kohta langeb 178-lt  $\text{kWh/(m}^2\text{a)}$  93-le  $\text{kWh/(m}^2\text{a)}$ .

**Kolmanda paketi** raames viiakse läbi samad toimingud, mis on kirjeldatud paketi 2. Lisaks täiendatakse hoone ventilatsioonisüsteemi ruumipõhiste soojustagastusega ventilatsiooni-seadmetega. Sel juhul värskeõhuklappe ei paigaldata. Soojavarustuse osas minnakse üle maasoojuspumbale, millega valmistatakse ka soe tarbevesi. Selle tarbeks rajatakse tsirkulatsiooniga tarbeveetorustik. Olemasolevad elektriboilerid võib soovi korral alles jätta, ühendused neisse võib teha järjestikuliselt. Eeldatakse energiakulutuste tõusu sooja tarbevee tsirkulatsiooni tõttu 30%. Soojuspumba väliskollektor paigaldatakse krundi piiridesse rohealadele, osaliselt ka kompaktkollektorite kasutamisega ruumipuuduse tõttu. Investeering on ca 160 164 eurot. Sääst 159 MWh/a. Soojusenergia tarve langeb **79%**. Tasuvusaeg intresse arvestamata on ligikaudselt 16 aastat võimaliku 35%-lise riigipoolse toetusega 11 aastat. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus KEK oleks 62 kWh/(m<sup>2</sup>a) ja mis vastaks klassile A.

Siinses auditi peatükis on esitatud kaalutud energiaerikasutused KEK antud konkreetsele hoonele ja see võib erineda projekterija poolt oluliselt rekonstrueeritavatele või ehitatavatele hoonetele väljastatavast energiatõhususarvust ET.

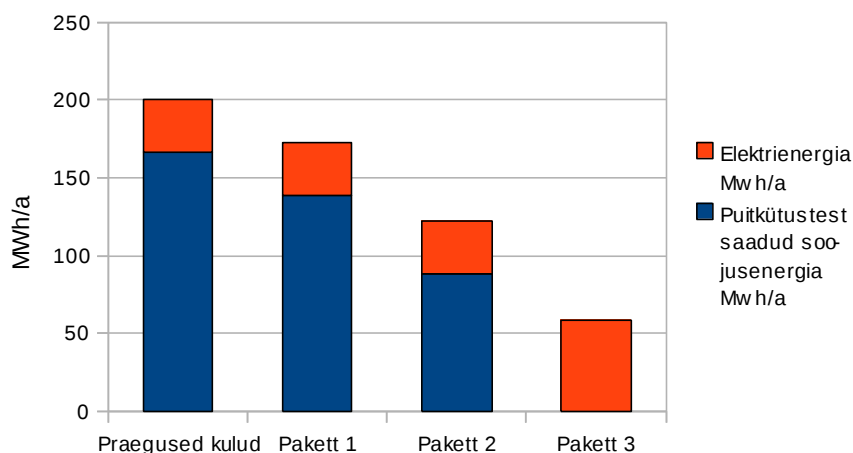
Kõikide pakutud renoveerimispaketi korral oleks tagatud nõuetekohane õhuvahetus ja sisekliima vastaks standardile EVS-EN 15251:2007

Vabariigi Valitsuse 20. detsembri 2007. a määruse nr 258 "Energiatõhususe miinimumnõuded" nõuded sätestavad oluliselt rekonstrueeritavatele korterelamutele energiatõhususarvu piiriks 200 kWh/m<sup>2</sup>a. (uutel 150 kWh/m<sup>2</sup>a). Nõue on täidetud teise ja kolmanda renoveerimispaketi korral.

Vastavalt Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi 17.08.2010 määrukses „Rohelise investeerimisskeemi „Korterelamute rekonstrueerimise toetus“ kasutamise tingimused ja kord“ vastab esimene renoveerimispakett 15%, teine 25% ja kolmas 35% toetuse taotlemise nõuetele.

| Renoveerimis-pakett (Toetuse taotluse %) | Investeering (eur) | sh Kredexi toetus (eur) | Lihttasuvusaeg (A) | Lihttasuvusaeg Kredexi toetusega (A) | Energia erikasutus (kWh/(m <sup>2</sup> a)) |
|------------------------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|
| Pakett 1 ( 15%)                          | 26 168             | 3 925                   | 18                 | 16                                   | 214                                         |
| Pakett 2 ( 25%)                          | 103 989            | 25 996                  | 24                 | 18                                   | 154                                         |
| Pakett 3 ( 35%)                          | 160 164            | 56 055                  | 16                 | 11                                   | 62                                          |

Energiakulude muutused vastavalt renoveerimispaketile



## 1.1 Hoone energiatarbimise säästupaketid

| Säästumeetmete pakett I |                       |                     |                      |                       |                    |                  |
|-------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| Hoone osad              | Parendusmeetmed       | Meetme maksumus EUR | Energia-sääst, MWh/a | Säästu-väärtus, EUR/a | Liht-tasuvusaeg, a | Meetme eluiga, a |
| Pööningupealne          | Soojustamine 30 cm    | 4 770               | 16%                  |                       |                    | 30               |
| Ventilatsioonisüsteem   | Fresh klapid tubadele | 3 068               |                      |                       |                    | 20               |
| Otsaseinad              | Soojustamine 15 cm    | 11 811              |                      |                       |                    | 30               |
| Keldri aknad            | Asendamine uutega     | 2 684               |                      |                       |                    | 30               |
| Välisüksed              | Asendamine uutega     | 3 835               |                      |                       |                    | 30               |
| <b>Kokku</b>            |                       | <b>26 168</b>       | <b>26*</b>           | <b>1 427</b>          | <b>18</b>          |                  |

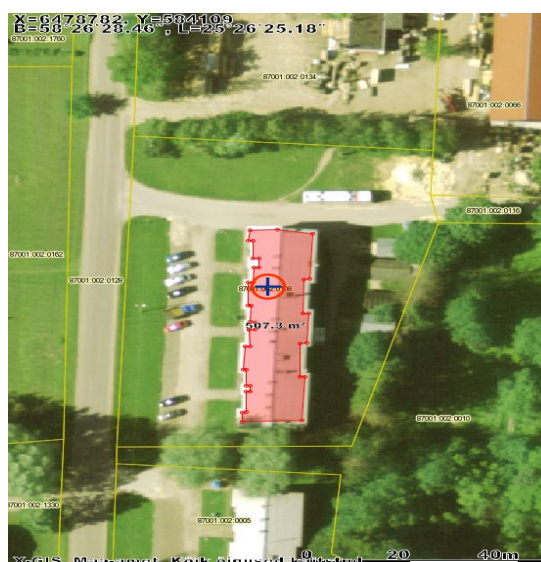
| Säästumeetmete pakett II |                                                                            |                     |                      |                       |                    |                  |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| Hoone osad               | Parendusmeetmed                                                            | Meetme maksumus EUR | Energia-sääst, MWh/a | Säästu-väärtus, EUR/a | Liht-tasuvusaeg, a | Meetme eluiga, a |
| Pööningupealne           | Soojustamine 30 cm                                                         | 4 770               | 47%                  |                       |                    | 30               |
| Ventilatsioonisüsteem    | Fresh klapid tubadele                                                      | 3 068               |                      |                       |                    | 20               |
| Seinad ja sokkel         | Kogu hoone välisseinte soojustamine 15 cm + sokli soojustamine 10 cm       | 72 948              |                      |                       |                    | 30               |
| Keldri aknad             | Asendamine uutega                                                          | 2 684               |                      |                       |                    | 30               |
| Korterite aknad          | Vanade asendamine uutega                                                   | 3 390               |                      |                       |                    | 30               |
| Välisüksed               | Asendamine uutega                                                          | 3 835               |                      |                       |                    | 30               |
| Küttesüsteem             | Ümber ehitus, korterite varustamine keskkütte radiaatoritega+ termostaadid | 13 294              |                      |                       |                    | 20               |
| <b>Kokku</b>             |                                                                            | <b>103 989</b>      | <b>79*</b>           | <b>4 254</b>          | <b>24</b>          |                  |

| Säästumeetmete pakett III |                                                                    |                     |                      |                       |                    |                  |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| Hoone osad                | Parendusmeetmed                                                    | Meetme maksumus EUR | Energia-sääst, MWh/a | Säästu-väärtus, EUR/a | Liht-tasuvusaeg, a | Meetme eluiga, a |
| Pööningupealne            | Soojustamine 30 cm                                                 | 4 770               | 79%                  |                       |                    | 30               |
| Ventilatsioonisüsteem     | Ruumipõhiste soojustagasega agregaatide paigaldus                  | 48 002              |                      |                       |                    | 15               |
| Seinad ja sokkel          | Kogu hoone välisseinte soojustamine 15 cm+sokli soojustamine 10 cm | 72 948              |                      |                       |                    | 30               |
| Keldri aknad              | Asendamine uutega                                                  | 2 684               |                      |                       |                    | 30               |
| Korterite aknad           | Vanade asendamine uutega                                           | 3 390               |                      |                       |                    | 30               |
| Välisuksed                | Asendamine uutega                                                  | 3 835               |                      |                       |                    | 30               |
| Tsirkulatsioonitorustik   | Rajamine                                                           | 1 534               |                      |                       |                    | 20               |
| Soojusvarustus            | Maasoojuspump                                                      | 23 000              |                      |                       |                    | 20               |
| <b>Kokku</b>              |                                                                    | <b>160 164</b>      | <b>159*</b>          | <b>9 737</b>          | <b>16</b>          |                  |

\*- arvestatud meetme rakendamise uute tasakaalutemperatuuridega ja kogu hoone tarinditega. Puitkütustest saadud soojusenergia arvestuslikuks tulevikuhinnaks on kasutatud 54 eur/MWh

## 2. Hoone energiakasutuse hetkeseis

### 2.1 Hoone asukoht ja paiknemine



Hoone asub Vastemõisa külas Suure-Jaani vallas Viljandimaal põhja-lõuna suunaliselt

## 2.2 Hoone üldandmed

|                                       |                                                                   |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Aadress                               | Viljandimaa, Suure-Jaani vald, Vastemõisa küla, Vastemõisa tee 10 |
| EHR kood                              | 112012368                                                         |
| Katastritunnus                        | 87001:002:0108                                                    |
| Omandi liik                           | korteriomand                                                      |
| Kasutamise otstarve                   | Muu kolme või enama korteriga elamu                               |
| Korruste arv                          | 2                                                                 |
| Trepikodade arv                       | 3                                                                 |
| Ehitusalune pind (m <sup>2</sup> )    | 576                                                               |
| Suletud netopind (m <sup>2</sup> )    | 1344,5                                                            |
| Elamispind kokku (m <sup>2</sup> )    | 543,3                                                             |
| Korteri arv                           | 12                                                                |
| Eluruumide pind (m <sup>2</sup> )     | 857,8                                                             |
| Köetav pind kokku (m <sup>2</sup> )   | 942                                                               |
| Köetavate ruumide maht m <sup>3</sup> | 2355                                                              |
| Elanike arv                           | ~20                                                               |
| Kelder                                | jah                                                               |
| Lähedal asuvad hooned                 | jah                                                               |

Koridorid on loetud köetavaks pinnaks.

## 2.3 Varem läbiviidud rekonstrueerimis-renoveerimistööd ja hoone üldine olukord.

| Tööde teostamise aasta | Tööde nimetus ja maht                                                                                           |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ...-2011               | Akende asendamine põhiliselt 2 kordsete selektiivklaasiga pakettakendega. Auditeerimise ajaks ca 83 % ulatuses. |
|                        | Katusekatte vahetus                                                                                             |
|                        | Koridori akende vahetus                                                                                         |

Hoone üldine olukord on rahuldav, kuid hoone vajab remonttöid. Krohv on seintel osaliselt murenenud. Vahetamist vajavad ka välisused ja keldri aknad.

## 2.4 Energia- ja veevarustuse üldiseloostus

|                                      |                                                                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Põhiline kütteviis                   | Lokaalküte                                                                           |
| Küttesüsteemi põhimõtteline lahendus | Põhiliselt puitküttekadlad keldris                                                   |
| Veevarustuse ja kanalisatsiooni liik | Tsentraalne võrk                                                                     |
| Sooja tarbevee valmistamine          | Põhiliselt elektriboileritega                                                        |
| Sooja tarbevee arvestus              | Ei                                                                                   |
| Ventilatsiooni liik                  | Loomulik: õhu sissepääs läbi akende ebatiheduste, väljapääs ventilatsioonilõõridest. |
| Elektrienergia tarnija               | AS Eesti Energia                                                                     |

## 2.5 Kütteenergia kulu

| Soojusenergia tarbimine                              | 2009 | 2010 | 2011 | Ühik                   |
|------------------------------------------------------|------|------|------|------------------------|
| Hinnatud puitkütte kogused                           | 179  | 183  | 171  | Rm                     |
| Puitkütte v ekvivalendi kogus neto                   | 163  | 167  | 156  | MWh/a                  |
| Tegelik aasta kraadpäevade arv                       | 4518 | 5018 | 4265 | °Cd                    |
| Normaalaasta kraadpäevade arv tasakaalutemperatuuril | 4746 |      |      | °Cd                    |
| Kraadpäevadega korrigeeritud soojatarve kütteks      | 171  | 158  | 173  | MWh/a                  |
| Kütte eritarbimine köetava pinna kohta               | 182  | 167  | 184  | kWh/(m <sup>2</sup> a) |
| Energia hind koos käibemaksuga auditi tegemise ajal  | ~45  |      |      | eur/MWh                |

Puitküttepaigaldiste keskmine arvestuslik kogukasutegur 0,7, kütuse energeetiline väärtus 1300 kWh/rm. Küttesoojuse eritarbed köetava pinna kohta on sarnased teiste samasuguses seisus korterelamutega ja on vaadeldud aastate lõikes olnud stabiilsed, 2010 aastal on need olnud veidi väiksemad (vt diagramm lis 4.1) Kütteenergia kasutamise parandusettepanekud on toodud pakettidena auditi esimeses peatükis.

## 2.6 Elektrienergia ja tarbevee kulu ja kasutamine

| Elektrienergia tarbimine                              | 2009 | 2010 | 2011 | Ühik                               |
|-------------------------------------------------------|------|------|------|------------------------------------|
| Elektrienergia tarbimine                              | 37,6 | 37,2 | 33,9 | MWh/a                              |
| Eritarbimine köetava pinna kohta                      | 39,9 | 39,5 | 36   | kWh/(m <sup>2</sup> a)             |
| Tarbevesi                                             | 705  | 661  | 486  | m <sup>3</sup> /a                  |
| Tarbevee eritarbimine eluruumide pinna kohta          | 0,82 | 0,77 | 0,57 | m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> a) |
| Sooja tarbevee tarbimine köetava pinna kohta aastas   | 19,5 | 18,3 | 13,5 | kWh/(m <sup>2</sup> a)             |
| Elektrienergia eritarve muuks tarbeks köetava pinnale | 20,4 | 20,0 | 19,0 | kWh/(m <sup>2</sup> a)             |

Elektrienergiat kasutati toidu valmistamiseks, valgustuseks ja seadmete käitamiseks ning sooja tarbevee valmistamiseks. Elektrienergia erikulud muuks tarbeks on veidi väiksemad võrreldes teiste analoogiliste ehitiste kuludega. Põhjuseks tõenäoliselt hoone alakasutus. Elektrienergia kasutus, mis ei läinud tarbevee soojendamiseks, on arvesse võetud vabasoojuste komponendina.

Elektrienergia kulu saab vähendada ka juhul kui sooja tarbevee valmistamiseks võtta kasutusele soojuspump (õhk-vesi). Sel juhul tuleks aga nende korterite tarbeks, kus soe tarbevesi valmistatakse elektriboileritega, rajada tsentraalne torustik.

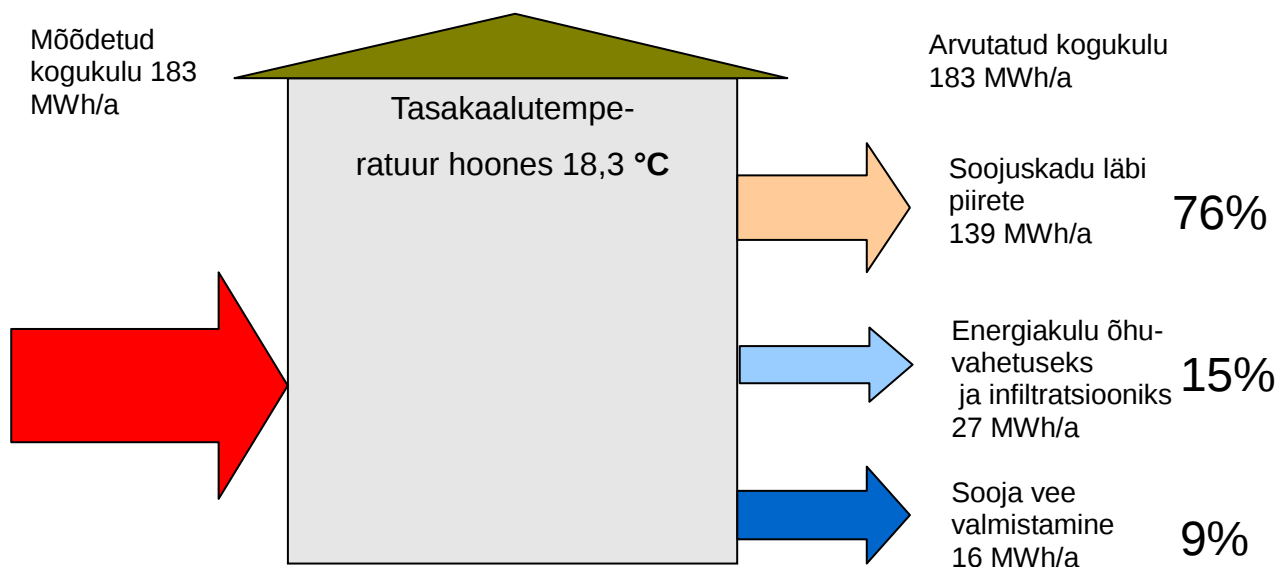
Tarbevee erikulud ja erikulud tarbevee soojendamiseks on väiksemad võrreldes teiste analoogiliste korterelamutega. Põhjuseks tõenäoliselt samuti hoone alakasutus ning tarbevee soojendamine elektriboileritega elupindadel, millega seoses sooja tarbevee ettevalmistamisel energiakaod praktiliselt puuduvad. Elektriboileritega sooja tarbevee valmistamine on küll seotud väikeste soojuskadudega kuid probleemiks jääb see, et elektriboilereid tuleb sõltuvalt kohaliku vee eripäradest ohutu ekspluateerimise eesmärgil aeg-ajalt puhastada või välja vahetada. Soovitavaks sooja vee seadetemperatuuriks boilerites on 55 °C.

Muud soovitused tarbevee ja elektrienergia kasutamise kokkuhoiul on üldised - kasutada tuleks säästlikke seadmeid ja jälgida nende korrasolekut.

## 2.7 Hoone soojusbilanss

| Piire          | Soojuskadu<br>piirdetarindites | Sooja vee<br>valmistamine | Energiakulu<br>õhuvahetuseks ja<br>infiltratsiooniks | Arvutatud<br>kulu | Mõõdetud<br>kulu |
|----------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------|-------------------|------------------|
|                | MWh/a                          | MWh/a                     | MWh/a                                                | MWh/a             | MWh/a            |
| Välisseinad    | 53                             |                           |                                                      |                   |                  |
| 1 k põrandad   | 18                             |                           |                                                      |                   |                  |
| Pööningupealne | 45                             |                           |                                                      |                   |                  |
| Avatäited      | 23                             |                           |                                                      |                   |                  |
| Kokku:         | 139                            | 16                        | 27                                                   | 183               | 183              |

Hinnatud 2009-2011 aasta soojatarbe kogukulu on korrigeeritud kraadpäevadega. Sooja vee valmistamine on 2009-2011 aasta keskmised kulud.



Tasakaalutemperatuur 18,3 °C. Piirdetarindite soojuskaod on leitud arvutuslikul meetodil. Õhuvahetuskordajaks on kasutatud antud hoonele 0,3.

### 3. Hinnang hoone energiakasutuse kohta, säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus

#### 3.1 Hoone piirdetarindid

Summeeritud andmed hoone piirdetarindite kohta esitatakse järgnevas tabelis:

Korterelamu energiaaudit Vastemõisa tee 10, Vastemõisa küla

|                        |                                          |                   |                         | Enne renoveerimist ( $t_B=18,3\text{ °C}$ );<br>Sistetemperatuur $20,0\text{ °C}$ |                                                    |                                                                   | Säästumeetmete pakett I<br>( $t_B=18,5\text{ °C}$ );<br>Sistetemperatuur $20,5\text{ °C}$    |                                                                                   |                                     | Säästumeetmete pakett II ( $t_B=15,9\text{ °C}$ )<br>ja III ( $t_B=14,0\text{ °C}$ );<br>Sistetemperatuur $20,5\text{ °C}$ |                                                                              |                                     |
|------------------------|------------------------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Piirdetarind           | Materjal/tüüp                            | Olukord           | Pindala<br>$\text{m}^2$ | Hinnan-<br>guline U-<br>väärtus<br>$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$                | Hinnan-<br>gulised<br>soojuskaod<br>$\text{MWh/a}$ | Parendusmeetmed                                                   | Arvutuslik<br>U-väärtus<br>peale<br>meetme<br>rakendamist<br>$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ | Hinnan-<br>gulised<br>soojuskaod<br>peale meetme<br>rakendamist<br>$\text{MWh/a}$ | Energia-<br>sääst<br>$\text{MWh/a}$ | Arvutuslik<br>U-väärtus<br>peale<br>meetme<br>rakendamist<br>$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$                               | Hinnangulised<br>soojuskaod<br>peale meetme<br>rakendamist<br>$\text{MWh/a}$ | Energia-<br>sääst<br>$\text{MWh/a}$ |
| Pööning                | Puitkonstruktsioonid+viilkatus           | Lisasoojustamata  | 498                     | 0,8                                                                               | 45                                                 | Soojustamine 30 cm                                                | 0,11                                                                                         | 6                                                                                 | 39                                  | 0,11                                                                                                                       | 4                                                                            | 41                                  |
| Külgseinad             | Suurplok                                 | Lisasoojustamata  | 546                     | 0,7                                                                               | 44                                                 | Soojustustamine 15cm                                              | Ei renoveerita                                                                               | 44                                                                                | 0                                   | 0,22                                                                                                                       | 11(10)                                                                       | 32(34)                              |
| Otsaseinad             | Suurplok                                 | Lisasoojustamata  | 123                     | 0,7                                                                               | 10                                                 | Soojustamine 15 cm                                                | 0,22                                                                                         | 3                                                                                 | 7                                   | 0,22                                                                                                                       | 3(2)                                                                         | 7(8)                                |
| Esimese korruse põrand | Eri põrandakonstruktsioonid keldri kohal | Erinevas korras   | 518                     | ~0,3                                                                              | 18                                                 | Soojustatakse sokkel ja vahetatakse keldri aknad+rajatakse pandus | ~0,3                                                                                         | 18                                                                                | 0                                   | ~0,3                                                                                                                       | 15(13)                                                                       | 3(5)                                |
| Uued korterite aknad   | 2x selektiivklaaspakett                  | Heas korras       | 76                      | 1,5                                                                               | 13                                                 | -                                                                 | Ei renoveerita                                                                               | 13                                                                                | 0                                   | Ei renoveerita                                                                                                             | 11(7)                                                                        | 2(6)                                |
| Vanad korterite aknad  | Ehitusaegsed, puit                       | Keskmisses korras | 16                      | 2,8                                                                               | 5                                                  | Asendamine uutega                                                 | Ei renoveerita                                                                               | 5                                                                                 | 0                                   | 1,1                                                                                                                        | 2(1)                                                                         | 3(4)                                |
| Koridori aknad         | 2xselektiivklaaspakett                   | Heas korras       | 22                      | 1,3                                                                               | 3                                                  | -                                                                 | Ei renoveerita                                                                               | 3                                                                                 | 0                                   | Ei renoveerita                                                                                                             | 3(2)                                                                         | 1                                   |
| Välisüksed             | Vanad puituksed                          | Keskmisses korras | 19                      | 0,8                                                                               | 2                                                  | Asendamine uutega                                                 | 0,6                                                                                          | 1                                                                                 | 0                                   | 0,6                                                                                                                        | 1                                                                            | 1                                   |
| <b>Kokku</b>           |                                          |                   |                         |                                                                                   | <b>139</b>                                         |                                                                   |                                                                                              | <b>94</b>                                                                         | <b>45</b>                           |                                                                                                                            | <b>50(40)</b>                                                                | <b>89(100)</b>                      |

### 3.2 Küttesüsteem. Vee ja kanalisatsioonisüsteem. Elektrivarustus.

Küttesüsteem baseerub puitkohtküttepäigaldistel korterites ja vesiradiaatoritega jaotataval küttesoojusel keldris paiknevatest tahkekütuskateldest.

Külm tarbevesi saadakse veevõrgust. Soe vesi valmistatakse elektriboileritega. Tarbeveesüsteemi torustik on osaliselt renoveeritud. Olmekanalisatsioon juhitakse kanalisatsioonivõrku.

Hoone on ühendatud Eesti Energia AS elektrivõrguga. Hoone elektrisüsteem on osaliselt rekonstrueeritud. Tuleks jälgida, et elektri hoonesisene jaotamine ja kasutamine oleks ohutu. Vanad seadmed tuleks üle kontrollida või vahetada välja.

### 3.3 Kasutatud mõõteseadmed ja mõõtmistulemuste kokkuvõte

| Mõõtesead                       | Tüüp              | Täpsus                                                 | Töövahemik                                      |
|---------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Temperatuuri ja niiskuse logger | Wellemann         | RH $\pm 3...5\%$ ;<br>temp $\pm 1...2^{\circ}\text{C}$ | 0 ... 100% RH<br>-40 .... $+70^{\circ}\text{C}$ |
| Infrapuna termokaamera          | FLIR ThermoCam B4 | $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$                              | -20 kuni $+100^{\circ}\text{C}$                 |
| Digitaalne aneomeeter           | Airflow TA7       | $\pm 0,02\text{m/s}$<br>(seadistusaste 1)              | 0-2m/s (vastab seadistusastmele 1)              |

Mõõdistamise eesmärgiks oli ruumide sisekliima vastavuse kontroll nõuetele ja hoone üldise ventilatsiooni taseme hindamine ning küttesüsteemi olukorrast informatsiooni saamine. Loggerit kasutati neljas korteris temperatuuri, suhtelise õhuniiskuse ja kastepunkti registreerimiseks. Periood 7 päeva. Tulemused on esitatud graafikus Lisas 4.2.

| Korter | Keskmine temp (°C) | Keskmine suhteline niiskus(%) | Õhuliikumiskiirus vent. resti ees (m/s) |          |      |          | Muu info korteri kohta                                                                             |
|--------|--------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|----------|------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                               | Aken kinni/lahti                        |          |      |          |                                                                                                    |
|        |                    |                               | Pesuruum                                | WC       | Köök | Esik     |                                                                                                    |
| 3      | 20,9               | 55,3                          | 1,80 vent                               | 0,40     | kumu | 0,10     | II korruse korter. Aknad uued. Hetkeline CO <sub>2</sub> sisaldus õhus 1600 ppm. Esineb hallitust. |
| 5      | 22,6               | 38,3                          | 0,66 vent                               | ei tööta | kumu | ei tööta | I korruse korter. Aknad uued. Hetkeline CO <sub>2</sub> sisaldus õhus 900 ppm. Esineb hallitust.   |
| 7      | 23,0               | 34,4                          | sund                                    | sund     | kumu | 0,20     | II korruse korter. Aknad uued. Kõrgem temperatuur. Hetkeline CO <sub>2</sub> sisaldus õhus 903 ppm |
| 12     | 19,1               | 45,1                          | ei tööta                                | 0,38     | kumu | 0,40     | II korruse korter. Aknad uued. Hetkeline CO <sub>2</sub> sisaldus õhus 970 ppm. Esineb hallitust.  |

### 3.4 Ventilatsioonisüsteem ja sisekliima

Ventilatsioonisüsteem on ehitusaegne ja valdavalt loomuliku tõmbega. Välisõhu juurdevool toimub akende ebatiheduste kaudu ja tuulutuse kasutamisega ning läbi küttekollete lõõride. Vahetatud akendega korterite omanikud peaksid kasutama mikrotuulutust rahuldava sisekliima tagamiseks. Samuti tuleb kanda hoolt, et ventilatsiooni lõõrid oleksid puhtad ja renoveerimiste käigus neid ei suletaks. Ümberehituste käigus ei tohi unustada, et vannitubade uste alune pilu on ventilatsiooni toimimiseks vajalik. Uue ukse paigaldamisel tuleks loobuda lävepakust või paigaldada ukse alaossa rest. Nende korterite omanikel, kel seisab ees akende vahetus, oleks soovituslik jälgida, et paigaldataval akendel oleks reguleeritav tuulutuse võimalus. Ilma tuulutuspiluta akende kasutamine annab küll säästu, kuid see sääst tuleneb halvenenud sisekliima arvelt ja ei ole soovituslik. Käitumisharjumise osas oleks soovitus elanikel arvestada ruumide tuulutamisel asjaoluga, et õhuvahetuse intensiivsus sõltub suurel määral sise ja välistemperatuuri vahe suurusest. See tähendab, et mida külmem on ilm, seda vähem peab tuulutama. Samuti sõltub loomuliku ventilatsiooni intensiivsus kõrguste vahest. See tähendab, et viimase korruse korterites vähemalt köögiosas oleks normaalse õhuvahetuse tagamiseks soovituslik kasutada väljatõmbeventilaatoreid.

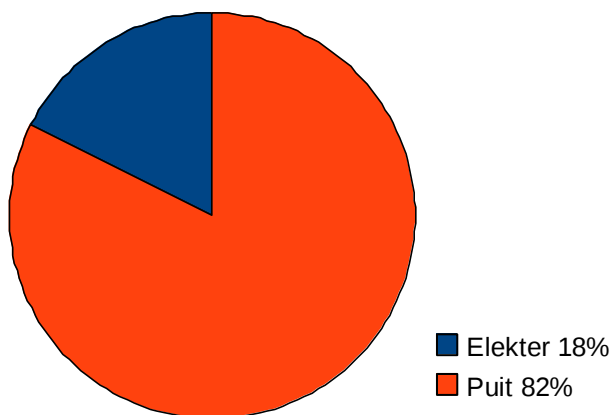
Soovituslik suhtelise õhuniiskuse (RH) tase kütteperioodil on 35%-45%. Mõõdistatult jäi keskmine RH tase 43 %, kuid kahes korteris ulatusid üsna tihti suhtelise õhuniiskuse tasemed ka 50% piiri. Sellistel tingimustel on risk hallituse tekkeks olemas. Probleemid võivad suurenedagi kui viimasel korral ei kasutata väljatõmbeventilaatoreid või suurema niiskuselise korral näiteks pesu kuivatamisest või toidu valmistamisest. Hallituse tekke oht väheneb oluliselt kui isoleerida soojuslikult välisseinad ja/või parandada ventilatsiooni toimimist. Välisseinte parema isolatsiooni korral kasvab ka inimestel soojuslik mugavus välisseinte läheduses. Sel juhul on võimalik alandada veelgi sisetemperatuure, mis omakorda võimaldab lisaäästu küttekuludes. Temperatuurid köetavatel pindadel on suuresti varieeruvad nii ruumide põhiselt kui ajaperioodide põhiselt ruumides. Keskmiseks arvutuslikuks sisetemperatuuriks on kasutatud 20,0 °C. Loggeri abil mõõdistatud keskmine oli küll mõnevõrra kõrgem, kuid siia sisse on arvestatud ka trepikodade ja osaliselt tühjalt seisvate korterite sisetemperatuurid. Peale renoveerimisi eeldatakse, et keskmine sisetemperatuur tõuseb 0,5 kraadi. Antud hoone keskmise puhul iga kraad, mis sellest kas on suurem või väiksem vastavalt suurendab või vähendab soojusenergia kulu kütteks keskmiselt ca 12 MWh/a.

Säästumeetmete pakettides on soovitatud võtta kasutusele värskeõhuklapid ruumiõhu kvaliteedi parandamiseks. See suurendab küttekulu välisõhu soojendamisel ruumitemperatuurini hinnanguliselt kuni 18 MWh/a (kogu paketina). See näitab, et hoones tervisliku sisekliima saavutamine lihtsamate meetoditega on pikemas perspektiivis kulukas. Vaja oleks kasutada soojustagastiga sundsissepuhke-väljatõmbe korterikeskseid süsteeme, paraku on selliste väljaehitamise maksumus suhteliselt kõrge ja probleemne torustike ning seadmete paigaldamise koha leidmise tõttu. Lisaks sellele on olemas veel erinevaid ruumikeskseid ja ruumide kaupa paarides töötavaid soojustagastiga ventilatsioonisüsteeme. Nende põhiliseks miinuseks on asjaolu, et halveneb allesjääva loomuliku ventilatsiooni töö. Käesoleva energiaauditi säästumeetmete paketi 3 on siiski antud hinnang hoone soojusenergia kasutuse muutustele kui sellised seadmed kasutusele võetakse. Siinjuures tuleks arvestada ka sellega, et seadmete töös hoidmise tõttu suureneb ka korterite elektrienergia tarve ca 3-5 MWh/a hoonele kokku sõltuvalt seadmete kasutusintensiivsusest.

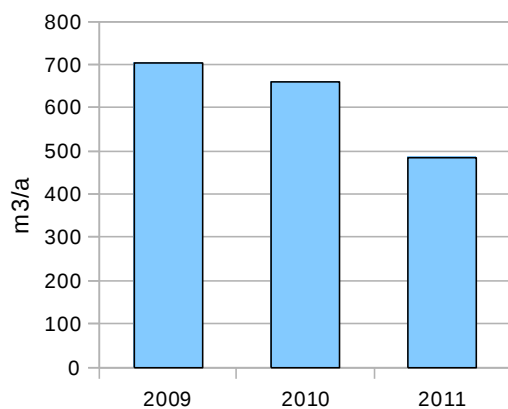
## 4. Lisad

### 4.1 Energiakasutuse jagunemine ja elektrienergia ning tarbevee tarbimine aastate lõikes

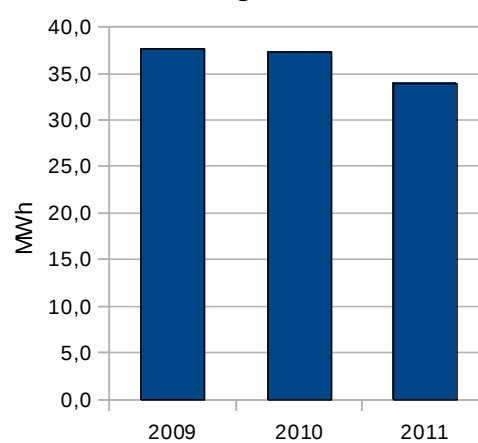
Energiakasutuse jagunemine



Külma tarbevee kasutamine

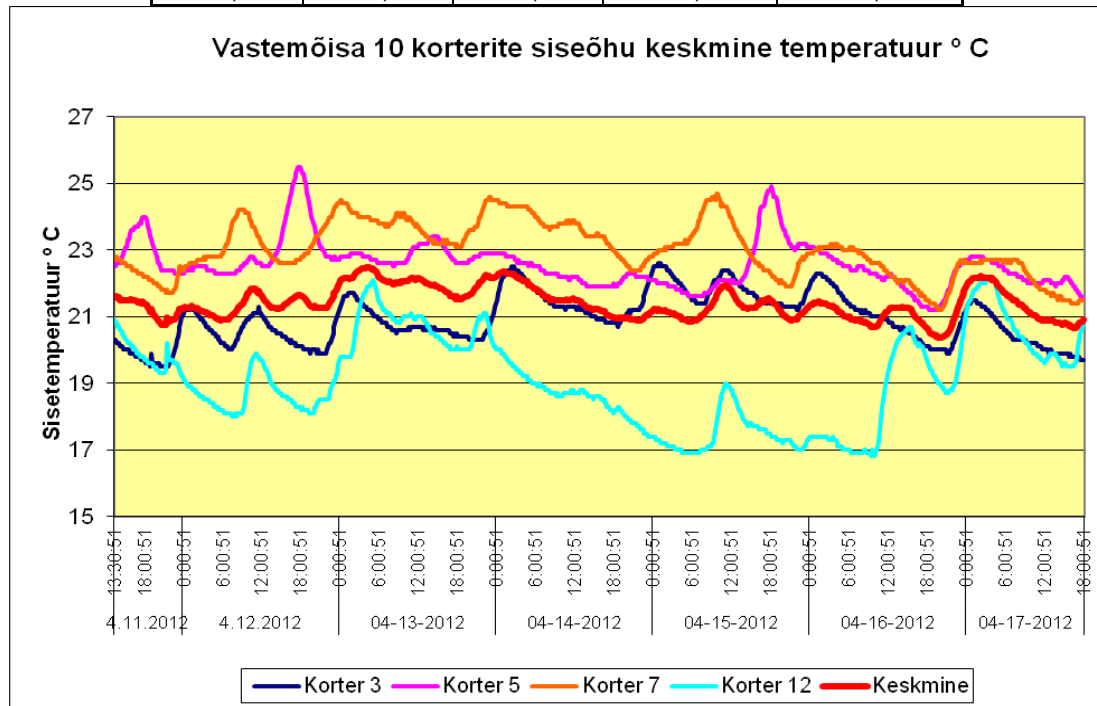


Elektrienergia tarbimine

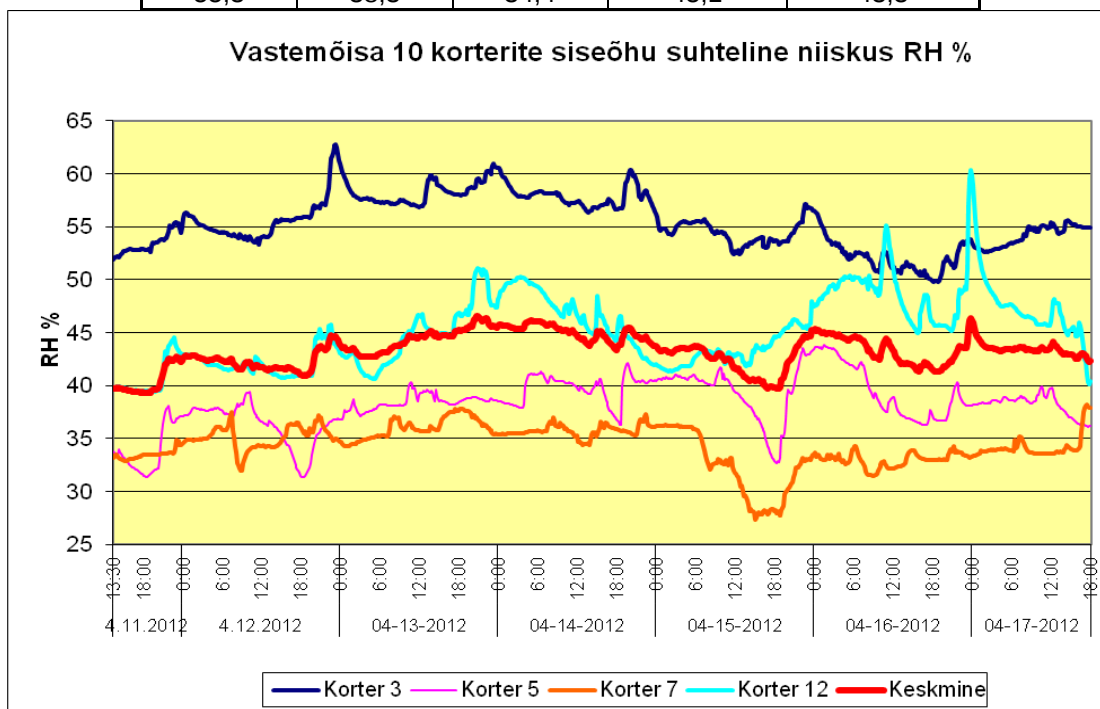


## 4.2 Sisekliima mõõdistamistulemused

| Vastemõisa 10 korterite siseõhu keskmine temperatuur ° C |          |          |           |          |
|----------------------------------------------------------|----------|----------|-----------|----------|
| Korter 3                                                 | Korter 5 | Korter 7 | Korter 12 | Keskmine |
| 20,9                                                     | 22,6     | 23,0     | 19,1      | 21,4     |



| Vastemõisa 10 korterite siseõhu keskmine suhteline niiskus RH % |          |          |           |          |
|-----------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------|----------|
| Korter 3                                                        | Korter 5 | Korter 7 | Korter 12 | Keskmine |
| 55,3                                                            | 38,3     | 34,4     | 45,1      | 43,3     |



### 4.3 Tasakaalutemperatuuri leidmine

Tasakaalutemperatuur on temperatuur, milleni tõstetakse temperatuur küttesoojuse arvelt. Edasine temperatuuri tõus toimub vabasoojuse (päike, inimesed, seadmed) abil.

#### 4.3.1 Tasakaalutemperatuur enne renoveerimist

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist elupindadel ( $t_s=20,0$ )

$\Sigma(U_i \cdot A_i)/1000$  [kW/ °C] , (vt tabel ptk 3.1)

$\Sigma(U_i \cdot A_i)/1000 = 1,22$  kW/ °C

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist:  $L \cdot \rho \cdot c = 0,2$  [m<sup>3</sup>/s] \*  $1,2 \cdot 1,005 = 0,24$  kW/ °C.

Õhuvahetuse kordarvuks on kasutatud 0,3 1/h.

Hoone erisoojuskaod  $H = \Sigma U_i \cdot A_i + L \cdot \rho \cdot c = 1,46$  kW/ °C.

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m<sup>2</sup> kohta on 42 kWh/(m<sup>2</sup> a).

Ahi ja radiaatorkütte keskmiseks vabasoojuste utilisatsiooniteguriks on kasutatud 0,4.

Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m<sup>2</sup> kohta:  $q_{vs} = 42 \cdot 0,4 = 16,8$  kWh/(m<sup>2</sup> a).

Kõetavaks pinnaks 942 m<sup>2</sup>.

Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas  $Q_{vs} = q_{vs} \cdot A_{\text{kõetav pind}} = 16,8 \cdot 942 = 15\,868$  kWh/a.

Keskmine vabasoojuskooormus  $\Phi_{vs} = 15\,868 / 6552 = 2,4$  kW.

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt  $\Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 2,4 / 1,46 = 1,7$  °C

Tasakaalutemperatuur hoones enne renoveerimist  $t_B = t_s - \Delta t_{vs} = 20,0 - 1,7 = 18,3$  °C.

#### 4.3.2 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett I

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 1:

$\Sigma(U_i \cdot A_i)/1000 = 0,82$  kW/ °C

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$L \cdot \rho \cdot c = 0,33$  [m<sup>3</sup>/s] \*  $1,2 \cdot 1,005 = 0,4$  kW/ °C.

Õhuvahetuse kordarvuks on võetud 0,5 1/h (fresh klappid), sisetemperatuuriks 20,5 °C

Hoone erisoojuskaod  $H = \Sigma U_i \cdot A_i + L \cdot \rho \cdot c = 1,21$  kW/ °C.

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m<sup>2</sup> kohta on 42 kWh/(m<sup>2</sup> a).

Ahjukütte korral on kasutatud vabasoojuste utilisatsioonitegurina 0,4.

Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m<sup>2</sup> kohta:  $q_{vs} = 42 \cdot 0,4 = 16,8$  kWh/(m<sup>2</sup> a).

Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas  $Q_{vs} = q_{vs} \cdot A_{\text{kõetav pind}} = 16,8 \cdot 942 = 15\,868$  kWh/a.

Keskmine vabasoojuskooormus  $\Phi_{vs} = 15\,868 / 6552 = 2,4$  kW.

Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt  $\Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 2,4 / 1,21 = 1,7$  °C

Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist  $t_B = t_s - \Delta t_{vs} = 20,5 - 1,7 = 18,3$  °C

#### 4.3.3 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett II

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 2:

$$\Sigma(U_i * A_i)/1000 = 0,53 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$L * \rho * c = 0,33[\text{m}^3/\text{s}] * 1,2 * 1,005 = 0,39 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}.$$

Õhuvahetuse kordarvuks on võetud 0,5 1/h (fresh klapid), sisetemperatuuriks 20,5 °C

$$\text{Hoone erisoojuskaod } H = \Sigma U_i * A_i + L * \rho * c = 0,92 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}.$$

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m<sup>2</sup> kohta on 42 kWh/(m<sup>2</sup> a).

Automaatkatlasüsteemi ja termostaatidega varustatud küttekehade puhul korral on utilisatsioonitegur 0,7.

$$\text{Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m}^2 \text{ kohta: } q_{vs} = 42 * 0,7 = 29,5 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)}.$$

$$\text{Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas } Q_{vs} = q_{vs} * A_{\text{kõetav pind}} = 29,5 * 942 = 27\,770 \text{ kWh/a.}$$

$$\text{Keskmine vabasoojuskooormus } \Phi_{vs} = 27\,770 / 6552 = 4,2 \text{ kW}.$$

$$\text{Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt } \Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 4,2 / 0,92 = 4,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist } t_B = t_s - \Delta t_{vs \text{ uusII}} = 20,5 - 4,6 = 15,9^\circ\text{C}.$$

#### 4.3.4 Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist. Säästumeetmete pakett III

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist vastavalt pakatile 3:

$$\Sigma(U_i * A_i)/1000 = 0,49 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$L * \rho * c = 0,13[\text{m}^3/\text{s}] * 1,2 * 1,005 = 0,16 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}.$$

Õhuvahetuse kordarvuks radiaatoritega õhu soojendamisel on valitud 0,2 1/h

$$\text{Hoone erisoojuskaod } H = \Sigma U_i * A_i + L * \rho * c = 0,65 \text{ kW/ } ^\circ\text{C}.$$

Kogu vabasoojus hoones elamispinna 1 m<sup>2</sup> kohta on 42 kWh/(m<sup>2</sup> a).

Maasoojuspumba ja termostaatidega varustatud küttekehade puhul korral on utilisatsioonitegur 0,7.

$$\text{Vastav arvestuslik vabasoojus 1 m}^2 \text{ kohta: } q_{vs} = 42 * 0,7 = 29,4 \text{ kWh/(m}^2 \text{ a)}.$$

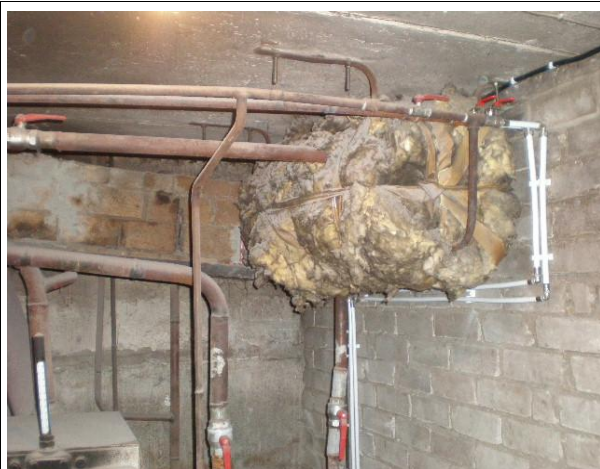
$$\text{Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas } Q_{vs} = q_{vs} * A_{\text{kõetav pind}} = 29,4 * 942 = 27\,770 \text{ kWh/a.}$$

$$\text{Keskmine vabasoojuskooormus } \Phi_{vs} = 27\,770 / 6552 = 4,24 \text{ kW}.$$

$$\text{Temperatuuri tõus vaba soojuse arvelt } \Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H = 4,24 / 0,65 = 6,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Tasakaalutemperatuur hoones peale renoveerimist } t_B = t_s - \Delta t_{vs \text{ uusIII}} = 20,5 - 6,5 = 14,0 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

#### 4.4 Illustreerivad fotod



Torustikud keldris



Boiler keldris



Katel keldris



Katel keldris



Katel keldris



Katel keldris



Elektrivarustus



Uued trepikoja aknad



Otsasein



Välisuks ja uued koridori aknad



Vanad keldri aknad



Pööning