

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Kinnisvara korrashoid

Eve Pärna

KORTERELAMU ENERGIATÕHUSUSE HINDAMINE

Lõputöö

Juhendaja: Tiit Pukk

Tallinn 2017

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	4
NÄIDISOBJEKTI TUTVUSTUS.....	5
1. ENERGIATARBIMISE HINDAMISEKS VAJALIKUD SEADUSED, MÄÄRUSED JA JUHENDID.....	7
1.1. Energiasäästust laiemalt.....	7
1.2. Juhendmaterjalid.....	8
2. ENERGIAAUDITI KOOSTAMINE.....	10
2.1. Energiaauditi koostamise tööde loetelu.....	10
2.2. Tegevused enne energiaauditi koostamist.....	11
2.3. Tarbimisandmete kogumine.....	12
2.3.1. Külma ja sooja tarbevee kuluandmete analüüs.....	12
2.3.2. Soojustarbimise analüüs kraadpäevade meetodil.....	13
2.3.3. Elektritarbimine.....	14
2.4. Hoone ülevaatus ja sisekliima mõõtmised.....	16
2.4.1. Hoone ülevaatus.....	16
2.4.2. Hoone sisekliima.....	19
2.6. Soojuskadude arvutamine hoone välispiirete kaudu.....	21
2.7. Hoone soojusbilanss.....	22
2.8. Vabasoojused ja tasakaalutemperatuuride arvutamine.....	23
3. Välispiirete soojuskadude vähendamise võimalused.....	24
3.1. Küttesüsteemi seisukord ja rekonstrueerimisvajadus.....	24
3.2. Ventilatsioonisüsteemi olukord ja rekonstrueerimisvajadus.....	24
3.3. Hoone energiatarbimise säästupakettide koostamine ja mõju elanike maksekoormusele.....	25
3.3.1. Säästupaketid.....	25
3.3.2. Rekonstrueerimise mõju elanike maksekoormusele.....	31
4. Taastuenergia kasutamine.....	32
KOKKUVÕTE.....	33
Kasutatud kirjandus.....	35
LISAD.....	36

Lisa 1. Energiaauditi lähteandmete ANKEET	37
Lisa 2. Üldandmed	43
Lisa 3. Tarbimisandmed.....	44
Lisa 4. Energiakasutused ja tarbevee kulu ning kasutamine	46
Lisa 5. Tasakaalutemperatuuride leidmine.....	47
Lisa 6. Vabasoojused	49
Lisa 7. Fotod.....	50
Lisa 8. Termofotod.....	53
Lisa 9. Energiaarvutuste lähteandmed säästupakettide kaupa.....	56
Lisa 10. Hoone energiatarbimise säästupaketid	59
Lisa 11. Rekonstrueerimise mõju elanike maksekoormusele.....	62
SUMMARY	63

SISSEJUHATUS

Igal korterelamul on oma eluiga ja sõltuvalt hoone füüsilisest vananemisest on vaja teatud perioodide vahel teostada suuremahulisi remondi ja renoveerimise töid. Põhjuseid võib olla mitmeid näiteks loomulik vananemine, puudulik hooldus, kuid ka korterelamute suur energia tarbimine.

Kinnisvarahaldur hindab hoone tehnilist seisukorda (näiteks tarindeid) visuaalselt, nähtud olukord fikseeritakse aktides. Tavaliselt esitab kinnisvarahaldur korralisel üldkoosolekul aruande, mis sisaldab infot eelmise majandusaasta tegevuste kohta, annab hinnangu hoone tehnilisele seisukorrale, kuid aruanne ei sisalda infot hoone energia tarbimise kohta, aga just see annaks parema hinnangu hoone tegeliku olukorra kohta, visuaalselt võib ju olla kõik väga ilus ja korras. Uutele korterelamutele on väljastatud energiamärgised arhitektide poolt arvutuslikel alustel, kuid korteriomanikel puudub teadmine, kas väljastatud energiamärgis vastab tegelikkusele.

Põhjuseid miks energia tarbimist ei jälgita on kolm: esiteks, ei oska kinnisvarahaldur energiatarbimise arvutusi läbi viia (puudub vastav haridus), teiseks, ei soovi seda kinnisvarahalduri tööandja (töötajad omavad küll vajalikke atestaate, kuid puudub kinnisvaraalane (kõrg)haridus). Täna ses turusituatsioonis võistlevad kinnisvarahaldusega tegelevad ettevõtted üksiküritajatega ja energia tarbimise aruande koostamise oskus võiks olla teenuste üheks müügiartikliks.

Oma käesolevas töös soovin pöörata tähelepanu energia tarbimise hindamisele ja analüüsimisele, kuid nii analüüsimise kui ka hindamise aluseks on oskus koostada energiaauditit (siin kohal pean silmas just energia arvutusliku poolt). Tutvusin energiaauditit läbiviimisega näidisobjektil Energystar OÜ kaasabil, energiaaudiitor Aivar Kaljula valvsa pilgu all. Termograafia teostas Finestum Ehitusekspertiisid OÜ.

NÄIDISOBJEKTI TUTVUSTUS

Näidisobjektiks on 5 korruseline, 6 trepikojaga ja 90 korteriga suurpaneelilamu, mis asub Saue linnas, Harjumaal. Korterelemu esmane kasutus aasta on Ehitisregistri andmetel 1969. Elamus on 60 kahetoalist, 25 kolmetoalist ja 5 ühetoalist korterit. Lifti ei ole.

Käesolevas töös on esitatud elamu kütte, ventilatsiooni elektri ja veevarustuse süsteemide hetkeolukord ning võimalused energiatarbe vähendamiseks.

Auditeerimise mahu ja mudeli aluseks on võetud Riigikogu seadus, Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi määrused ning SA Kredex (edaspidi Kredex) juhendmaterjal korterelemute energiaauditite koostamiseks.

Elamu auditeerimisel analüüsiti 2013-2015 aasta energiatarvete ja tarbevee kulu ning vastavaid rahalisi kulutusi. Meetmete tasuvuse hindamisel võeti arvesse kütuste- ja energiahindade prognoose.

Hoones on mõõdetud summaarset soojustarbimist nii kütteks kui ka tarbevee soojendamiseks, samuti elektritarbimist ning veetarbimist kuude kaupa. Õhuvahetusest tingitud soojuskadusid hinnati kaudselt õhuvahetuse kordarvude alusel. Piirdetarindite U-väärtused on saadud ehituse tüüpprojekti andmetest ja on korrigeeritud vastavalt reaalsele olukorrale.

Objekti ülevaatusel teostatud intervjuud on läbiviidud juhatuse liikmetega. Kõik kulutused auditis on arvestatud käibemaksumääraga 20%.

Elamul on soojustatud otsaseinad (täpne info puudub, arvatavasti on soojustuskihi paksus 10 cm) profiilplekist kattega ja lamekatus. Elamus sees on vahetatud veetorustik plastikust torustiku vastu kaugloetavate veemõõtjatega, kanalisatsiooni püstikutest on vahetatud ainult avariilised osad. Küttesüsteem on rekonstrueeritud osaliselt, paigaldatud on kahetoru süsteem, radiaatorid on vahetamata, kuid paigaldatud on kaugloetavad küttemõõturid ja termostaatventiilid, ca 90% akendest on vahetatud plastikakende vastu, kaks korterit on paigaldanud omale

ventilatsiooniagregaadid. Elamu ventilatsioon on ehitatud toimima loomuliku ventilatsiooni teel (värske õhk pääseb sisse akende/rõdu uste ebatihedustest).

1. ENERGIATARBIMISE HINDAMISEKS VAJALIKUD SEADUSED, MÄÄRUSED JA JUHENDID

1.1. Energiasäästust laiemalt

Vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi interneti kodulehel olevale infole (<https://www.mkm.ee/et/energiasaast>) on riik pööranud põhitähelepanu elamute energiatõhusaks muutmisele.

Eesti suur energiasäästus ehk primaarenergia kasutamise suhe SKPsse tuleneb peamiselt põlevkivienergia tootmisest, kuid oma osa on sellest ka energia ebaefektiivsel tarbimisel, mille üks põhjuseid on nõukogudeaegne iganenud infrastruktuur korterelamutes, teisteks põhjusteks on ka ehituses kasutatud odavad ehitusmaterjalid, madal energia hind ja kehv ehitustöö.

Energia tarbimise osakaal Eesti majandussektorites on 2011. aasta andmetel järgmine: elamud 32,8%, tööstus 22,8% ja kaubandus-teenindus 18,1%.

Eelpoolkirjeldatu tõttu on riiklikud energiasäästumeetmed peamiselt keskendunud elamute energiatõhusamaks muutmisele, sest see on enim energiat tarbiv majandussektor.

Eesti juhindub energiasäästu valdkonna väljakujundamisel peamiselt 2012. aastal vastu võetud Euroopa Liidu energiasäästu direktiivist 2012/27/EL (info Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium <https://www.mkm.ee/et/energiasaast>).

Direktiivi koostamisel on viidatud asjaolule, et hoonete renoveerimise määra tuleb suurendada, sest olemasolevad hooned on üks suurimaid võimaliku energiasäästu allikaid (17) (PS. olemasolevate hoonete all on mõeldud elamuid, mis on ehitatud aastatel 1946-1990).

Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium investeerib perioodil 2014-2020 korterelamute energiatõhususe tõstmisesse 102 miljonit eurot. Energiatõhususe meetmete elluviimiseks teeb ministeerium koostööd SA Kredex.

Riigipoolset abi on vaja seetõttu, et elanikel puudub majanduslik võimekus oma korterelamute nõuetekohaseks renoveerimiseks ja riigipoolse abiga tõstetakse elanikkonna motivatsiooni.

1.2. Juhendmaterjalid

Käesoleva Lõputöö koostamisel on tuginetud Eesti Vabariigis kehtivatele seadustele, määrustele ja juhendmaterjalidele ning allpool on väike valik nimetatud dokumentidest.

Ehitusseadustik

2. osa, 7. peatükk, Hoone energiatõhusus.

§62. Kohandamisala

(1) Käesoleva peatüki nõudeid kohaldatakse hoonele, mille sisekliima ja ruumiõhu kvaliteedi tagamiseks, sealhulgas temperatuuri hoidmiseks, tõstmiseks või langetamiseks, kasutatakse energiat.

§ 64. Hoone energiatõhususele esitatavad nõuded

(1) Hoone välispiirded ja olulise energiatarbega tehnosüsteemid peavad tagama tarbitava energiahulga vastavuse asukoha kliimaatilistele tingimustele ning hoone kasutamise otstarbele.

(4) Energiaaudit tehakse asjakohaste teadmiste saamiseks hoone või hoonete rühma, tööstusliku või kaubandusliku protsessi või kaitise või teenuste energiatarbimise profiili kohta. Energiaauditiga määratakse kulutõhusa energiasäästu võimalused ja säästu suurus ning selle tulemuste põhjal koostatakse aruanne.

(5) Hoone energiaauditile ja energiatõhususe arvutamise metoodikale esitatavad nõuded kehtestab valdkonna eest vastutav minister määrusega.

§ 65. Energiatõhususe miinimumnõuded

(3) Energiatõhususe miinimumnõuded, sealhulgas olulise energiatarbega tehnosüsteemidele esitatavad nõuded, ning tingimused taastuvenergia kasutuselevõtuks hoones kehtestab valdkonna eest vastutav minister määrusega. Energiatõhususe miinimumnõudeid uuendatakse vähemalt üks kord iga viie aasta järel. Energiatõhususe miinimumnõuete uuendamisel arvestatakse tehnilist arengut.

Hoone energiatõhususe miinimumnõuded¹

Määrus kehtestatakse ehitusseadustiku § 65 lõike 3 alusel. Kehtivus 01.07.2015-02.03.2017.

§ 1. Määruse reguleerimisala

(1) Määrusega kehtestatakse miinimumnõuded hoone, sealhulgas madalenergiahoone ja liginullenergiahoone, energiatõhususele.

(2) Nõuded esitatakse hoone kasutamise otstarbe järgi järgmistele elamutele:

2) kolme või enama korteriga elamud, välja arvatud ridaelamu, hoolekandeesutuste ja ühiselamute hooned, (edaspidi korterelamu).

(6) Energiatõhususe nõuded kehtestatakse hoonele tervikuna. Hoone koosseisu arvatakse energiatõhususarvu arvutamisel lisaks piiretele ja tehnosüsteemidele hoonesse või kinnistule paigaldatud hoonet teenindava lokaalse energiatootmise süsteemid (näiteks päikesekollektorid ja -paneelid, tuuleturbiin, koostootmisjaam). Energiavõrguga (näiteks kaugküte ja -jahutus) ühendatud tehnosüsteemid kuuluvad hoone koosseisu alates liitumispunktist.

Hoone energiatõhususe arvutamise meetoodika¹

Määrus on kehtestatud ehitusseadustiku §64 lõike 5 alusel. Kehtivus 09.01.2013-30.06.2015.

Korterelamute energiaauditite koostamise juhend (Kredex)

http://kredex.ee/public/Energiatohusus/Korterelamute_energiaauditite_koostamise_juhend.pdf

2. ENERGIAAUDITI KOOSTAMINE

2.1. Energiaauditi koostamise tööde loetelu

Energiaaudit koosneb vastavalt Kredexi kodulehel toodud juhendmaterjali loetelule järgmistest osadest:

1. Tarbimisandmete kogumine;
2. Hoone ülevaatus ja sisekliima mõõtmised;
3. Soojuskadude arvutamine hoone välispiirete kaudu;
4. Hoone energiabilanss;
5. Vabasoojused ja tasakaalutemperatuuride arvutamine;
6. Välispiirete soojuskadude vähendamise võimalused;
7. Küttesüsteemi seisukord ja rekonstrueerimisvajadus;
8. Ventilatsioonisüsteemi olukord ja rekonstrueerimisvajadus;
9. Rekonstrueerimispakettide koostamine;
10. Rekonstrueerimise mõju elanike maksekoormusele;
11. Taastuvenergia kasutamine;

Ülal toodud loetelus märgitud osad ei kajastu energiaauditis üks-ühele, vaid on pigem abivahendiks. Energiaauditis on tellija seisukohalt oluline paigutada rekonstrueerimispaketid (edaspidi säästupaketid) auditi algusesse.

Selguse mõttes on käeolevas lõputöös püütud juhendada nimetatud juhendmaterjalist näidisobjekti energiaauditi koostamisel.

2.2. Tegevused enne energiaauditi koostamist

Energiaauditi koostamine algab audiitori poolt esitatud küsimustiku täitmisest (vaata Lisa 1), milline sisaldab järgmist infot:

1. Üldandmed

Sisaldab kliendi juriidilisi- ja kontaktandmeid, infot ehitusaasta, korterite- ja elanike arvu kohta (vaata Lisa 2, Tabel 1).

2. Energia ja veevarustuse üldiseloostus

Sisaldab infot köetava- ja elamispinna m² kohta, hoone kubatuuri, kütтелиigi (kaug- , lokaal- või kohtküte), energiakandja, veetarbimise arvestust, infot kütte individuaalse mõõtmise ja küttesüsteemi tasakaalustuse, soojusenergia maksumuse (viimase kütteperioodi kolme kuu keskmine), soojusenergia müüja, sisekliima seisundi kommentaari, piiranguid hoone renoveerimise ja alternatiivsete kütteallikate kasutuselevõtu kohta.

3. Viimase kolme aasta energia tarbimine

Sisaldab viimase kolme aasta kohta infot soojustarbimise kohta kütteks MWh, soojustarbimise kohta vee soendamiseks MWh, üldist vee tarbimist m³, üldist elektritarbimist MWh, eluruumides tarbitud elektrienergiat MWh ja infot millises osas elektrit kasutatakse.

4. Seni teostatud renoveerimistööd

Tarindite loetelu ja hinnang (töö on teostatud osaliselt või täielikult) ning töö teostamise aasta. Küsimus dokumentatsiooni olemasolu kohta (kas dokumentatsioon on olemas või puudub).

5. Vajalikud renoveerimistööd

Kliendi (Korteriühistu juhatus) soovid milliseid töid ja kui suures ulatuses soovitakse korteriühistus teostada.

2.3. Tarbimisandmete kogumine

Tarbimisandmed on andmed hoones tarbitud külma- ja soe tarbevee, elektrienergia seal hulgas ka korterites tarbitud elektrienergia ja kütte seal hulgas eraldi väljatooduna soojavee soojendamiseks kulunud energia kohta. Andmed tuleb esitada soovitatavalt kolme täisaasta kohta, aga vähemalt ühe täisaasta kohta (täisaasta on 12 järjestikust kuud).

Koond andmed saadi järgnevatest firmadest: Tallinna Vesi AS, Adven Eesti AS (küte) ja Eesti Energia AS.

Tarbimisandmed asuvad Lisas 2, Tabelis 1. Energiakasutused ja tarbevee kulu ning kasutamise andmed asuvad Lisas 3, Tabelis 3.

2.3.1. Külma ja sooja tarbevee kuluandmete analüüs

Kredex'i juhend näeb ette, et vee andmed tuleb sooja ja külma tarbimise osas koguda ja esitada eraldi, kuid seda ei teostatud, kuid on teada, et soojavee püstikud on katmata ja vannitubades on siug, kütte kulu on sooja tarbevee valmistamiseks suur. Tsentraalsest soojavee süsteemist on eraldunud kolm korterit.

Vt tarbimisandmeid Lisa 3, Tabel 2.

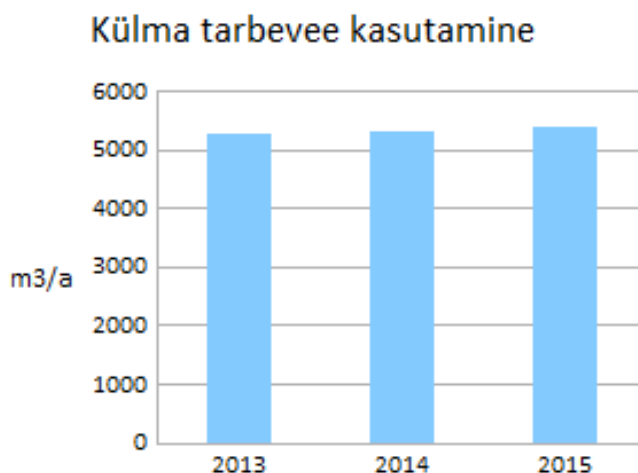


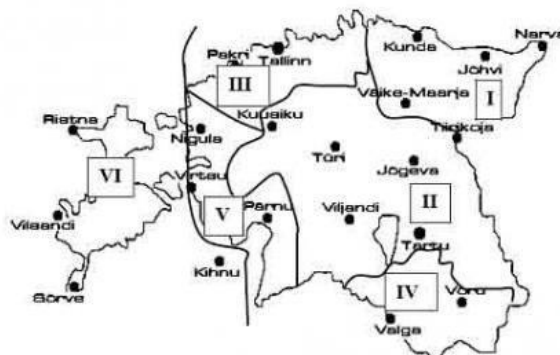
Diagramm 1. Külma tarbevee tarbimisandmed esitatud diagrammina

Allikas: Energiaaudit Koondise 15, Saue linn, lk 20

2.3.2. Soojustarbimise analüüs kraadpäevade meetodil

Näidisobjektil tarbitakse soojust ruumide kütteks ja tarbevee soojendamiseks.

Kliimaatilised tingimused on Eesti piirkonniti erinevad ja TTÜ poolt on läbiviidud uuringud ning Eesti territoorium on jagatud tinglikult kuueks piirkonnaks (vaata Joonis 1)



Joonis 1. Eesti territoorium jagatud kraadpäevade tsoonideks

Allikas: Kredex SA, [WWW] <http://kredex.ee/energiatohususest/kraadpaevad-4/>

Näidisobjekt asub Saue ja see kuulub III tsooni.

Tarbitud kütteenergia ja teostatud korrigeerimine kraadpäevade alusel arvestustulemused asuvad Tabelis 4 ja nähtavad Diagrammis 2.

Aasta	Ostetud küte	Kraadpäevadega korrigeeritud tarbimine
2013	423	466
2014	397	433
2015	339	431

Tabel 4. Andmed ostetud kütteenergia kohta millest on eraldatud soojatarbevee soojendamiseks kulunud energia.

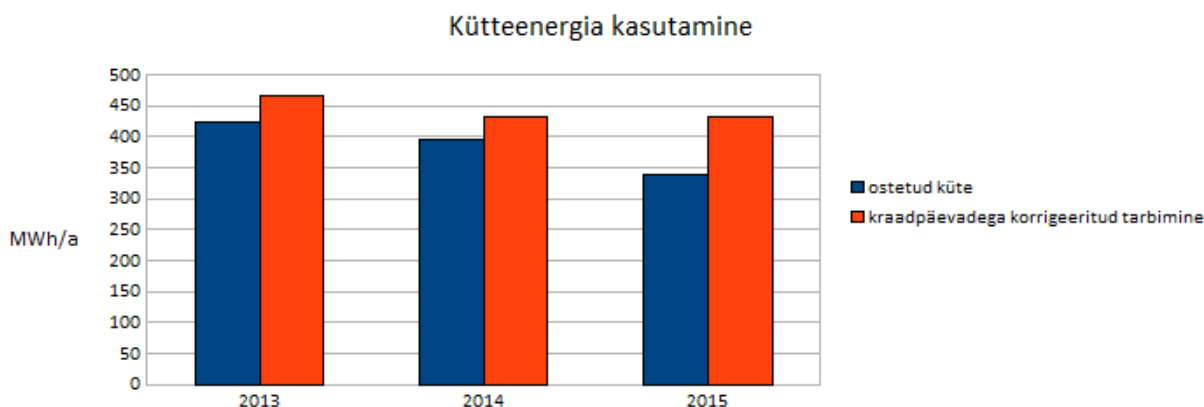


Diagramm 2. Kütteenergia tarbimisandmed ja kraadpäevadega korrigeeritud kütteenergia
Allikas: Energiaaudit Koondise 15, Saue linn, lk 19

Tasakaalutemperatuuride leidmine:

$$H = \sum_{i=1}^n U_i \cdot A_i + L \cdot c \cdot \rho$$

H – erisoojuskadu, kW/°C

U_i – piirdetarindi soojusläbivuse U-arv, W/(m²·°C)

A_i – piirdetarindi pind, m²

L – õhuvahetus, m³

c – õhu erisoojus, J/(kg·°C)

ρ – õhutihedus, (kg/m³)

Arvutuste tulemused asuvad Lisa 5.

2.3.3. Elekritarbimine

Näidisobjekti tarbimisandmed asuvad Lisas 3, Tabelis 2., tabelis on korterite poolt tarbitud elekter ja üldelekter summeeritud. Andmed on esitatud kolme aasta kohta kuude kaupa.

Üldelekter sisaldab valgustus (trepikojad, kelder, välisvalgustus) ja soojussõlme poolt tarbitud elektrienergiat, muid elektri tarbimise punkte majas pole, tarbimiskohtadel eraldi voolumõõtjaid ei ole (Kredex'i juhendmaterjalides on viidatud tarbimiskohtade rühmitamisele, kuid auditi koostamisel seda ei tehtud).

Korterite elekritarbimise erisused: kaks korterit on paigaldatud korterisse ventilatsiooni seadme, mis soojendavad sissepuhkeõhu ja kolm korterit on paigaldatud omale soojaveeboilerid, neil

korteritel puudub ka siug pesuruumis, ühistul puudub info millise kütte liigiga sanitaaruume köetakse, kuna eriseadmete osakaal üldisest tarbimisest on väike, siis neid kortereid pole eraldi arvestustes väljatoodud (vastavalt siis üldisest korterite mahust 2 ja 3%). Ainult elektriga korterite kütmist ei toimu.

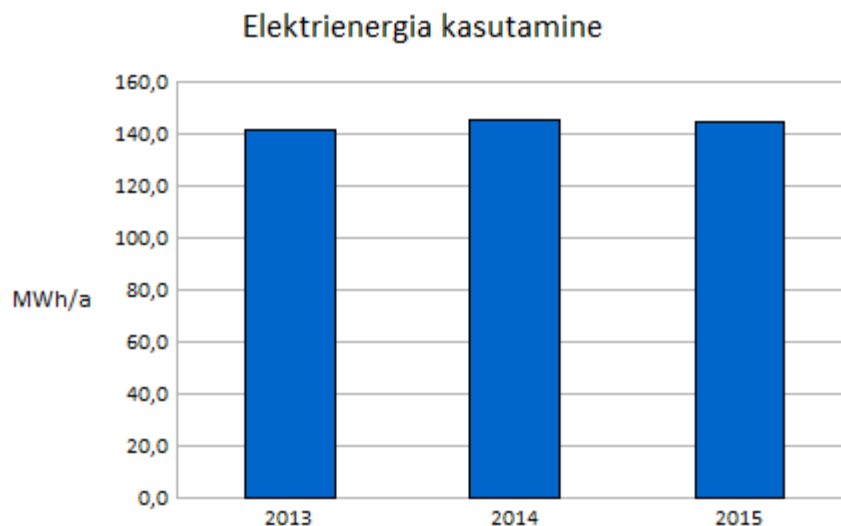


Diagramm 3. Elektrienergia tarbimisandmed

Allikas: Energiaaudit Koondise 15, Saue linn, lk 20

Vabasoojused arvutatakse järgmiselt:

$$Q = kP \frac{\tau_d}{24} \frac{\tau_w}{7} \frac{8760}{1000},$$

Q - on vabasoojus, [kWh/(m²*a)];

k - on kasutusaste;

P - on soojuseraldus, W/m²;

T_d - on hoone kasutustundide arv ööpäevas, h;

T_w - on hoone kasutuspäevade arv nädalas, d;

Kirjeldatud valemi järgi saadud tulemused asuvad Lisa 6, Tabelis 5.

2.4. Hoone ülevaatus ja sisekliima mõõtmised

2.4.1. Hoone ülevaatus

Hoone ülevaatus on teostatud visuaalselt, konstruktsioone ei avatud. Pildid asuvad Lisa 7.

1. Välisseinad: seisukord on hea, visuaalseid suuri kahjustusi ei tuvastatud, paneelide vuugid vajavad uuendamist.
2. Keldriseinte ja sokli seisund: seisukord on hea, kuna kütte magistraalorustik on halvasti soojustatud ja püstikud on soojustamata, siis on keldris temperatuur pidevalt ca 15 °C, hoonet ümbritsev territoorium on osaliselt kõrgemal, kui sillutisriba, siis sellest tulenevalt esineb paneelide vuugivahedest niiskuse läbitungimisi siseruumi, kuid kõrge sisetemperatuuri tõttu seintel niiskuskahjustusi ei ole. Kohati on sillutisriba vajunud ja sademete vee pritsmetest on sammaldunud osaliselt ühe otsaseina sokkel. Sokkel ja vundament on ehitusaegsed ja hüdroisolatsiooni töid ei ole teostatud. Sillutisriba on uuendatud 2005.
3. Katus: seisukord on väga hea (renoveeritud 2008). Katusele on paigaldatud lisasoojustus ja kaetud bituumenist rullmaterjaliga, katuse tüüp on lamekatuse. Vihmaveerennid ja -torud on uued, kuid ühes kohas vajab vihmaveerenni liitekoht uuesti kinnitamist, sest on arvatavasti lume raskuse tõttu ära vajunud. Majas on kanalisatsioonipüstikud vahetamata ja seetõttu on vahetamata ka kanalisatsiooni tuulutuskorstnad. Katuse remondijärgselt jäeti lahti tuulutavad millised asuvad fassaadis ja need suleti vahtpolüstürooliga 2016.
4. Aknad: üldruumide (trepikojad kelder) aknad on vahetatud 2005, korterite akendest on vahetatud ca 90%.
5. Välisüksed: välisuksi on kokku kuus (trepikoja- ja keldriuks asuvad kõrvuti ja on ühes moodulis koos). Välisüksed on vahetatud 2005 ja seisukord on rahuldav, ukсед on üks kord üle värvitud, perioodilist hooldust ei teostata, uste lukkused hooldatakse vastavalt vajadusele tellimisel, uste sulgurid asuvad betoonist tala taga ja on kaetud plekist kattega, mis on keevitatud uksepiida külge ja seetõttu ei ole võimalik neid hooldada ning reguleerida, ka nende vahetus on võimatu, sest selleks tuleks ukse moodul demonteerida.
6. Termograafia: termopildid on tehtud 26.03.2016, kaamera mudel Flir ThremaCAM SDS/N 278017074, täpsus $\pm 0,1$ °C, töövahemik -25 kuni +100 °C. Mõõdistamise ajal oli välisõhu temperatuur 5,0 °C, kell 16:00-16:30, ilm oli pilves. Pildid asuvad Lisa 8.

7. Soojussõlm on paigaldatud 2006, hooldusleping on sõlmitud. Soojussõlme seisukord on hea.
8. Kütte magistraalitorude ja isolatsiooni materjal, paksus ning seisukord: torustiku materjal on plastik. Maja on paigaldatud kahetorusüsteem alt jaotusega, paigaldatud on termostaatventiilid. Kütte magistraalitorud on soojustatud ühe cm paksuse poroloonist isolatsiooni kattega, mis on osaliselt irdunud, püstikud on soojustamata. Korterijuhatus ei ole huvitatud torustiku paremast isoleerimisest, sest nii hoitakse esimese korruse põrandaid soojana.
Maja keldrit läbivad osaliselt kaugkütte magistraalitorud, mille soojustusmaterjalid on pärit hoone ehituse algusaegadest (asbest).
9. Sooja tarbevee valmistamise viis ja seadmed ning torude isolatsiooni materjal, seisukord ja paksus: sooja tarbevett valmistatakse plaatsoojusvahetiga soojussõlmes, torustik asub kergesti ligipääsetavates püstikutes, isolatsioon puudub, torude seisukord on hea.
10. Küttesüsteemi lahendus ja kasutatud radiaatorite tüübid, tasakaalustus- ja radiaatori termostaatventiilide ning tasakaalustusprotokollide olemasolu, probleemide kirjeldus: Küttesüsteemi renoveerimise projekt on juhatusel olemas ja tööd on teostatud 2006. Projektis on ettenähtud alumiinium radiaatorite paigaldus (NB! Maja asub kaugkütte piirkonnas), kuid radiaatorid on tegelikkuses vahetamata ja korterite omanikud on neid vahetanud iseseisvalt, seega on esindatud kõik turul pakutavad radiaatorite tüübid, korterites asuvatele radiaatoritele pole vastavalt projektile termostaatventiilide paigaldamist ettenähtud kuid need on tegelikkuses paigaldatud, eelseadistus puudub ja seetõttu on võimalik korteris soovi korral kütte täiesti sulgeda. Küsimusele millal korterioomanikud on radiaatoreid vahetanud ei osanud juhatus vastata. Probleemidest on esinenud alumiiniumradiaatorite õhutusventiilide lekkeid paaril korral. Küttesüsteemi koondinfo on Tabelis 6.
Korterite radiaatoritel asuvad küttekulumõõturid, soovitatavalt on küttekulu jagamine 30% ja 70%, kusjuures 30% jagatakse mõõturite järgi ja 70% on üldkulu ja jagatakse m²-le, kuid näidis objektil toimub jagamine vastupidises võtmes ehk siis 30% on üldkulu ja 70% jagatakse mõõturite järgi.

Osa nimetus	Kirjeldus	Ettepanekud ja parendusmeetmed
Soojasõlm	Plaatsoojusvahetid	-
Soojussõlme ja torustike soojusisolatsioon	Puudulik (paigaldatud on külmaveetorustike isolatsiooni materjale (kasutatakse kondensaadi tekkimise vältimiseks))	Paigaldada kütetorustike soojustamiseks ettenähtud soojusisolatsiooni materjalid
Korterite soojusmõõtjad	On olemas	
Kütetorustikud	Plastik	
Küttesüsteemi tasakaalustatus	Jah	Teostada uus tasakaalustamine peale uute küttekehade paigaldamist
Küttekehad	Termostaatidega malm; plekk ja alumiinium	Vahetada ühte tüüpi radiaatorite vastu, soovitatav kasutusele võtta konvektortüüpi küttekehad või värskõhuradiaatorid vastavalt pakutud pakettidele
Kütte ja tarbevee parendamise seadmed		Soovitatav kasutada

Tabel 6. Küttesüsteemi koondinfo

Allikas: Energiaaudit Koondise 15, Saue linn, lk 17

11. Ventilatsioonisüsteem ja -seadmed, ventilatsioonikanalite seisukord:

Ventilatsioonisüsteem on ehitusaegne ja loomuliku tõmbega, milline on algse projekti kohaselt ettenähtud toimima läbi akende ebatiheduste. Saastunud õhu väljatõmbeks on köökides ja sanitaarruumides ventilatsiooni avad, mis on ühendatud lõõridega. Näidisobjektil on sanitaarruumid eraldi ruumidena wc ja vannituba, mida läbib horisontaalne ventilatsioonitoru, mis suubub vertikaalsesse lõõri. Selleks, et saastunud õhk saaks liikuda sanitaarruumide kaudu välja peaks olema nimetatud ruumide uste allosas pilu või siis peab olema ava uksepaneelis, kahjuks näidisobjekti sanitaarruumidel puuduvad avad saastunud õhu liikumiseks ventilatsiooniavade suunas, ainuke võimalus õhu liikumise tagamiseks on hoida nende ukсед avatuna. Loomuliku ventilatsiooni tagamine sõltub lõõride kõrguse vahest ja arvatavasti on erinevate korruste ventilatsiooni lõõrid ühendatud, et tagada kõrgemate korruste ventilatsiooni toimimist (arvamus tugineb vestlustele majaelanikega). Ventilatsiooni lõõride uuringuid ei ole läbiviidud samuti ei teostatud mõõtmisi ventilatsiooniavadel õhu liikumise kohta. Vestlusest juhatusega on teada, et Korterühistu on teostanud vertikaalsete lõõride puhastust (täpne aeg ei ole teada, kuid arvatavasti 4-5 aastat tagasi), kuid horisontaalseid lõõre ei ole puhastatud ja

seega võib arvata, et sanitaarruumide väljatõmbe ventilatsioon ei toimi (arvamus tugineb vestlustele majaelanikega).

12. Üld- ja korterite elektrisüsteemi seisukord: majaelektrisüsteemi seisukord on väga hea (elektrisüsteemide uuendamine on teostatud 2004 ja 2009) ja see on uuendatud kuni korterite elektrikilbini, mis asuvad koridoris, korterites sees on elektrijuhtmestik uuendatud osaliselt (majas olid algselt gaasipliidid, nüüd on gaasitorustik eemaldatud ja kõikidesse korteritesse on paigaldatud elektripliidid ning sellega seoses on paigaldatud uus juhtmestik ainult elektripliitide osas).
13. Korterite kontroll: Loggeri paigalduse käigus viidi läbi ka korteriomanike intervjuerimine (kokku küsitleti viit korteriomaniku ja üldiselt olid inimesed rahul, ainult üks korteriomanik ei ole rahul, sest tema korteris on niiskuskahjustused ja hallitus (korteri asub viimasel korrusel maja välisnurgas), kuid korteriomanik keeldub korterit tuulutamast.

2.4.2. Hoone sisekliima

Sisekliima ja õhuvahetuse pisteline mõõtmine ülevaatusel ajal:

Kasutatud mõõteseadet oli temperatuuri ja niiskuse Logger HOB0 U12-011, mille täpsus jäi vahemiku $RH \pm 2,5\%$ temp $\pm 0,35$ °C, töövahemik 5 ... 95% RH, -20 ... +70 °C.

Mõõdistamise eesmärgiks oli ruumide sisekliima vastavuse kontroll nõuetele ja hoone üldise ventilatsiooni taseme hindamine ning küttesüsteemi olukorrast informatsiooni saamine. Loggerit kasutati temperatuuri ja suhtelise õhuniiskuse registreerimiseks. Välistemperatuurid jäid vahemiku -3 kuni +8 °C.

Kirjeldus	Temp, °C	RH, %	Kastepunkt, °C
Keskmine	20,3	32,3	2,8
Maksimaalne	24,4	43,9	9,5
Minimaalne	15,6	15	-9,6

Tabel 7. Sisekliima mõõdistustulemuste koondinfo

Allikas: Energiaaudit Koondise 15, Saue linn, lk 12

Sisekliima kontrollmõõdistamised näitasid, et üldine õhuvahetuse tase mõõdistatud korterites oli keskmisena rahuldav. Soovituslik suhtelise õhuniiskuse (RH) tase kütteperioodil on 35%-45%. Mõõdistamisperioodil jäi keskmiseks RH tasemeks ca 32,3 %. Sellistel tingimustel on hallituse tekke risk suhteliselt väike, kuid probleeme võib esineda hoone välisnurdades, eriti viimasel korrusel ja näidis objektil oligi üks korter

viimasel korrusel hoone välisnurgas kus oli õhuniiskus oluliselt kõrgem ja esines ka hallitust ei soovi elanikud oma korterit tuulutada.

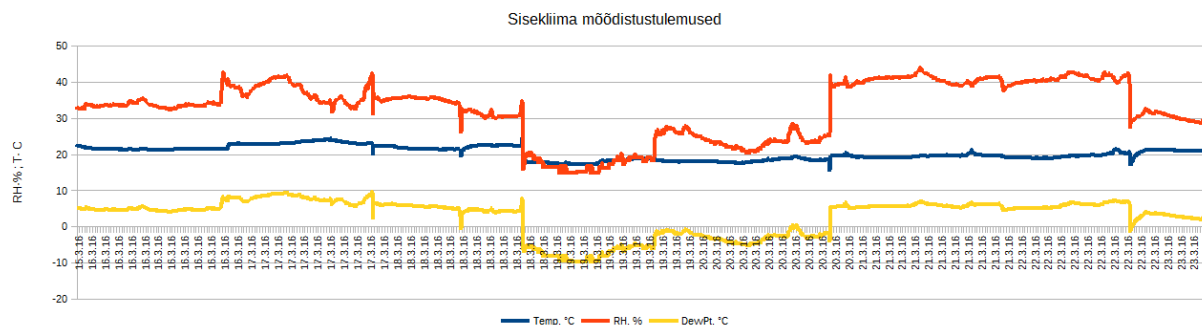


Diagramm 4. Sisekliima mõõdistustulemused

Allikas: Energiaaudit Koondise 15, Saue linn, lk 19

PS: Diagrammis nr 4 on märgitud temperatuur punase joonega, niiskus sinise joonega ja arvutuslik kastepunkt kollase joonega.

Muud tähelepanekud: Kaks korterit on teinud korteri välisseintesse ventilatsiooni avad ja paigaldanud ventilatsiooni agregaadid, millised sojendavad sissepuhutavat õhku. Kuna selliste korterite % üldisest mahust oli kaduvväikse (2,2%), siis ei võetud neid auditi koostamisel arvesse.

Keskmiseks arvutuslikuks (kaalutud keskmiseks) sisetemperatuuriks kütteperioodil on kasutatud 20,5 °C. Mõõdistatud keskmine oli ligikaudu sarnane 20,3 °C. Loggeri andmetel olid temperatuurid korterites suhteliselt suurte erinevustega, üheks põhjuseks on küttekulujaoturite liiga suur reguleerimisvahemik (võimalik on korteris küte sulgeda), teiseks põhjuseks on ühes uuritud korteris vahetamata aknad (akende seisukord on väga halb).

2.6. Soojuskadude arvutamine hoone välispiirete kaudu

1. Hoone piirdetarindite soojuskadude leidmiseks kasutatakse järgmist valemit:

$$H_{\text{juhtivus}} = U_i \cdot A_i, \text{ W/K}$$

U_i – piirdetarindi soojusläbivuse U -arv, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

A_i – piirdetarindi pind, m^2

2. Hoone külmasildade soojuskadude leidmiseks kasutatakse järgmist valemit:

$$H_{\text{külmasild}} = \Psi_j \cdot l_j, \text{ W/K}$$

Ψ_j – külmasilla joonsoojusjuhtivus, $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

l_j – joonkülmasilla pikkus, m

3. Hoone soojuskadude arvutamine läbi õhulekkekohtade:

Infiltratsiooni õhuvooluhulk arvutatakse järgmise valemiga:

$$V_{\text{inf}} = q_{50} \cdot A_{\text{vp}} / 3600 \cdot x, \text{ m}^3/\text{s}$$

q_{50} – õhulekkearv, $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2) - 3$

A_{vp} (välispiirded), m^2

x – on tegur, mis on ühekorruselisel hoonel 35, kahekorruselisel hoonel 24, kolme- ja neljakorruselisel hoonel 20, viie- ja enamakorruselisel hoonel 15

Arvutustulemused on esitatud Lisas 9.

2.7. Hoone soojusbilanss

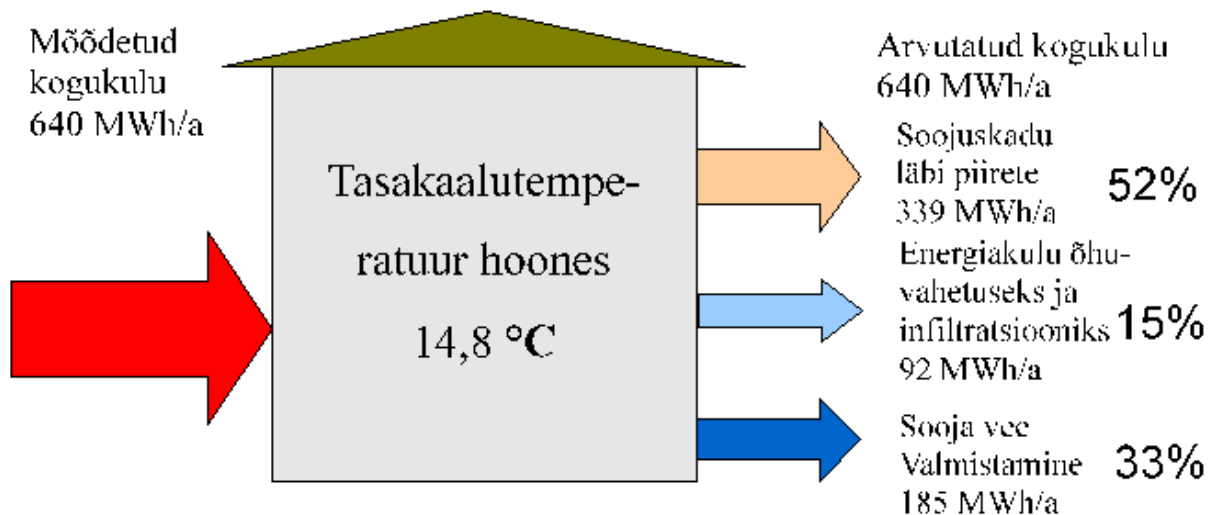
Hoone soojusbilansi komponendid on esitatud Tabel 8 kululiikide kaupa.

Piire	Soojuskadu piirdetarindites MWh/a	Sooja vee valmistamine koos kadudega MWh/a	Energia kulu õhuvahetuseks ja infiltratsiooniks MWh/a	Möödetud kulu MWh/a	Arvutatud kulu MWh/a
Välisseinad	169	208	92	640	640
1 k põrand	34				
Katus	34				
Avatäited	102				
Kokku:	339				

Tabel 8. Hoone soojusbilansi komponendid

Allikas: Energiaaudit Koondise 15, Saue linn, lk 2

Korteriomnikele annab hea ja kergesti arusaadava ülevaate soojusbilansist Joonis 2.



Joonis . Soojusbilanss

Allikas: Energiaaudit Koondise 15, Saue linn, lk 1

2.8. Vabasoojused ja tasakaalutemperatuuride arvutamine

Vabasoojus on hoonesse sisenev päikesekiirgus, inimeste, valguse ja elektriseadmete ning tehnosüsteemide soojuskaod. Vabasoojuskooormused liidetakse:

$$Q_{vs} = Q_{vsi} + Q_p$$

Q_{vs} – hoone vabasoojuskooormus, [kWh/m²a]

Vabasoojuskooormust ei saa kasutada 100% ja seda korrigeeritakse automatiseeritusest tuleneva utilisatsiooniteguriga 0,60.

$$Q_{vs2} = Q_{vs} * k_{ut}$$

Q_{vs2} – korrigeeritud vabasoojuskooormus,

k_{ut} – vabasoojuse utilisatsiooni tegur

Temperatuuri tõusu leidmine vabasoojuse arvelt saadakse järgmise valemiga:

$$\Delta t_{vs} = \Phi_{vs} / H$$

Δt_{vs} – temperatuuri tõus vabasoojuse arvelt, [°C]

Φ_{vs} – keskmine vabasoojuseraldus ruumis, [W]

H – hoone erisoojuskadu. [W/K]

Tasakaalutemperatuuri leidmiseks tuleb keskmisest ruumide siseõhutemperatuurist lahutada vabasoojusest tulenev temperatuuri tõus:

$$t_B = t_S - \Delta t_{vs}$$

t_B – tasakaalutemperatuur, [°C]

t_S – hoone keskmine siseõhutemperatuur, [°C]

Arvutuste tulemused asuvad Lisa 5.

3. VÄLISPIIRETE SOOJUSKADUDE VÄHENDAMISE VÕIMALUSED

Korteriühistu juhatus avaldas soovi paigaldada korteritele uued aknad ja aknad paigaldatakse soojustuse kihi sisse, lisaks sooviti eemaldada rõdud (ehitatakse uued kergkonstruktsiooniga), rõdude eemaldamise üheks sooviks oli vähendada joonkülmasildasid (kuigi hilisem Termograafia probleemi ei tuvastanud, seega võib olla rõdupaneelist tulenev joonkülmasilla probleem üksikutel korteritel) ja teiseks probleemiks oli maja välisseinale paigaldatavate ventilatsioonitorudele rohkema ruumi võimaldamine) ning kolmandana asjaolu, et rõdud on niigi väiksed ja soojustuse lisamine välisseina teeb nad veelgi väiksemaks (näiteks pesurest peale soojustuse paigaldamist enam rõdule ei mahu, kuid lastega perele on see oluline).

3.1. Küttesüsteemi seisukord ja rekonstrueerimisvajadus

Küttesüsteemist on eelnevalt olnud juttu 2.4.1. punktis 10.

Nimetatud punkti kokkuvõtteks tuleb majas vahetada välja kõik radiaatorid, ja teostada uus tasakaalustamine. Soojasõlme osas ei ole vaja mingeid tegevusi planeerida, kindlasti tuleb jätkata soojasõlme regulaarselt hooldust.

3.2. Ventilatsioonisüsteemi olukord ja rekonstrueerimisvajadus

Ventilatsioonisüsteemist on eelnevalt juttu 2.4.1. punktis 11.

Ilmselgelt on hetkel värskeõhu juurdevool korteritesse puudulik ja kindlasti on vaja läbi viia ventilatsioonikorstnate uuring ja seda nii vertikaal- kui ka horisontaal lõõride osas ning kavandada tegevused vastavalt ekspertiisi tulemustele.

3.3. Hoone energiatarbimise säästupakettide koostamine ja mõju elanike maksekoormusele

Säästupakettide koostamisel oli Korterühistu kindel soov eemaldada rõdupaneelid (vaata ka punkti 2.9) ja lisati rõdude klaasimise töö, tehnosüsteemidest lisati invaliftide ehitus trepikodadesse ja päikesepaneelide paigaldamine katusele.

3.3.1. Säästupaketid

Esimene paketi

Planeeritavad tööd:

1. Välisseinad: renoveeritakse koos lisasoojustuse paigaldamisega, soojustuskihi paksuseks on arvestatud 15 cm, sh otsaseinte soojustus asendatakse samuti (soojustusmaterjalide seisund pole teada ja voodriks on paigaldatud profiilplekk, mis ei pruugi sobida kokku uue fassaadi kattega). Põhimaterjaliks seinte soojustamiseks kasutatakse EPS (soovitavalt tüüp EPS silver), kuid võib kasutada ka muid lubatud soojustusmaterjale või nende kombinatsioone, eeldusel, et tarindi lõplik soojusjuhtivus jääb samaks, kui on see 15 cm EPS-i kasutamisel.
2. Sokkel: soklil võib arhitektuurilistel kaalutlustel jätta soojustuskihi paksuseks 10 cm. Sokli maa - aluse osa lisasoojustamist ei ole eeldatud, sest sillutisriba olukord on rahuldav, kuid seda võib teha juhul kui sillutisriba olukorda soovitakse siiski parandada. Selle soojustamisest saadav lisasääst on siiski väike ja sel juhul võib arvestada, et tasuvusaegad veidi pikenevad.
3. Keldri lagi: on soovitatav lisa soojustada keldri laed otsakorterite asukohtades.
4. Aknad: vahetatakse välja kõik vanad aknad. Uute, õhutihedate akende kompleksne soojusjuhtivus peab olema minimaalselt $1,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, arvutustes on arvestatud soojusjuhtivusega $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.
5. Rõdud: olemasolevad rõdukonstruktsioonid eemaldatakse ja ehitatakse uued rõdud külmasilla vaba konstruktsiooniga, sh ehitatakse rõdud ka esimese korruse korteritele ning rõdud klaasitakse (klaasid ei ole õhutihedad ja ventilatsioon saab vajaliku õhuhulga kätte).
6. Küttesüsteem: renoveeritakse radiaatorite osas. Paigaldatakse (tubadele, mitte köökidele)

värskeõhu-radiaatorid (värskeõhuava välisseinas jääb küttekeha taha). Minimaalselt on nõutav, et värskeõhu ava paikneb küttekeha kohal.

7. Ventilatsioon: šahtid korrastatakse, vajadusel tihendatakse ja ehitatakse välja sundväljatõmme ventilaatorite abil köögist ning vannitoas või katuseventilaatorite abil. Arvestatud SFP 0,8, õhuhulk 2,39 m³/s, töö aeg 24/7.

Esimese paketi kokkuvõte: investeering ca 897 405 eurot. Sääst kokku ca 77 MWh/a. Hoone kogu energiakasutus langeb ca 10 %. Lihttasuvusaeg on pikem kui hoone eeldatav kasutusiga. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus vastavalt 09.01.2013 kehtima hakanud „Energiatõhususe miinimumnõuded“ määrusele oleks 167 kWh/(m²a), mis vastaks klassile D. Neto küttekulu köetava pinna kohta langeb 91-lt kWh/(m²a) 74-le kWh/(m²a).

Teine pakett

Planeeritavad tööd:

1. Välisseinad: renoveeritakse koos lisasoojustuse paigaldamisega, soojustuskihi paksuseks on arvestatud 15 cm, sh otsaseinte soojustus asendatakse samuti (soojustusmaterjalide seisund pole teada ja voodriks on paigaldatud profiilplekk, mis ei pruugi sobida kokku uue fassaadi kattega). Põhimaterjaliks seinte soojustamiseks kasutatakse EPS (soovitavalt tüüp EPS silver), kuid võib kasutada ka muid lubatud soojustusmaterjale või nende kombinatsioone, eeldusel, et tarindi lõplik soojusjuhtivus jääb samaks, kui on see 15 cm EPS-i kasutamisel (samad toimingud, mis on kirjeldatud esimeses pakettis).
2. Sokkel: soklil võib arhitektuurilistel kaalutlustel jätta soojustuskihi paksuseks 10 cm. Sokli maa - aluse osa lisasoojustamist ei ole eeldatud, sest sillutisriba olukord on rahuldav, kuid seda võib teha juhul kui sillutisriba olukorda soovitakse siiski parandada. Selle soojustamisest saadav lisasääst on siiski väike ja sel juhul võib arvestada, et tasuvusaegad veidi pikenevad.
3. Keldri lagi: on soovitatav lisa soojustada keldri laed otsakorterite asukohtades.
4. Aknad: välja vahetatakse kõik elamispindade aknad ja need tõstetakse soojustuse tasapinda. Nõuded akendele on samad, mis on kirjeldatud esimeses pakettis (soojusjuhtivus peab olema minimaalselt $1,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$).
Vähemsoovitavaks alternatiiviks on kõikide akende vahetusele ja soojustuse tasapinda tõstmisele see, kui akende ümbruses eemaldatakse lõikamise teel avapõsed ja need lisasoojustatakse viisil, et oleks tagatud sein ja akna ühendusel joonkülmasilla väärtus $0,05 \text{ W}/\text{mK}$.
5. Rõdud: olemasolevad rõdukonstruktsioonid eemaldatakse ja ehitatakse uued rõdud külmasilla vaba konstruktsiooniga, sh ehitatakse rõdud ka esimese korruse korteritele ning rõdud klaasitakse.
Rõduklaasid, isegi kui nende paigaldus jäetakse elanike endi riisikole (sel juhul ei saa seda tegevust lisada toetust saavate tegevuste nimekirja), võiks projektis olla kajastatud nii või teisiti. Sel juhul saavad inimesed neid paigaldada ilma kooskõlastusteta, siis kui selleks on soov.
6. Küttesüsteem: renoveeritakse radiaatorite osas, paigaldatakse uued radiaatorid.
7. Ventilatsioon: Ventilatsioon elamispindade osal ehitatakse ümber korterite või korterite grupil või tervel hoonel baseeruvaks soojustagastusega sundventilatsiooniks. Selle tarbeks koostatakse vastav projektiosa, kus näidatakse ära seadmete asukohad, õhuhaare, väljavise, lõppelementide ja torustike asukohad. Üldjuhul seadmete eneste asukohaks on

koridoride laed või vannitubade laed, mis suletakse ripplaega (kõik tööd sh viimistlustööd korterites on toetatavad). Kõige tõenäolisemalt sobivad antud hoonetüübile korteripõhised seadmed. Käesolevas energiaauditis on arvutustes arvestatud järgmiste parameetritega: soojustagastuse temperatuuri suhtarv 0,8; SFP 2,5; õhuhulk 2,39 m³/s, töö aeg 24/7, õhuhulkade nõudluspõhiste juhtimistega ei ole arvestatud, kuid väljaehitusel seda võib teha. Lisanõue, et elektrilise eelküttega (jäätumise vältimine) seadmeid kasutada ei tohi (kuid arvestatud on elektrilise järelküttega). NB! Juhul kui on soov paigaldada korteripõhiste seadmete asemel hoonekesksed seadmed (seadmete asukoht näiteks katusel, torustikud kas välisseintel või vertikaalpüstikutega läbi korruste osaliselt trepikodades), siis siinseid arvutustulemusi võib lugeda samaks. Kui suured tulevad erinevused, hakkab sõltuma konkreetsemast ventilatsiooniprojektist.

Teise paketi kokkuvõte: vaatamata mõnevõrra väiksematele lisainvesteeringutele lihttasuvusajad jäävad praktiliselt samaks, kuid halveneb hoone välimus „aukus“ akende tõttu ning suureneb hoone energiakulukus.

Investeering ca 1 112 122 eurot. Säät kokku 308 MWh/a. Hoone kogu energiakasutus langeb 39%. Lihttasuvusaeg 50 aastat. Koos võimaliku riigipoolse 40 % toetusega 30 aastat. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus vastavalt 09.01.2013 kehtima hakanud „Energiatõhususe miinimumnõuded“ määrusele oleks 132 kWh/(m²a), mis vastaks klassile C. Neto küttekulu (küttekahadele soojendamiseks) köetava pinna kohta langeb 91-lt kWh/(m²a) 22-le kWh/(m²a).

Kolmas paket

Planeeritavad tööd:

1. Välisseinad: renoveeritakse koos lisasoojustuse paigaldamisega, soojustuskihi paksuseks on arvestatud 15 cm, sh otsaseinte soojustus asendatakse samuti (soojustusmaterjalide seisund pole teada ja voodriks on paigaldatud profiilplekk, mis ei pruugi sobida kokku uue fassaadi kattega). Põhimaterjaliks seinte soojustamiseks kasutatakse EPS (soovitavalt tüüp EPS silver), kuid võib kasutada ka muid lubatud soojustusmaterjale või nende kombinatsioone, eeldusel, et tarindi lõplik soojusjuhtivus jääb samaks, kui on see 15 cm EPS-i kasutamisel (samad toimingud, mis on kirjeldatud esimeses pakettis).
2. Sokkel: soklil võib arhitektuurilistel kaalutlustel jätta soojustuskihi paksuseks 10 cm. Sokli maa - aluse osa lisasoojustamist ei ole eeldatud, sest sillutisriba olukord on rahuldav, kuid seda võib teha juhul kui sillutisriba olukorda soovitakse siiski parandada. Selle soojustamisest saadav lisasääst on siiski väike ja sel juhul võib arvestada, et tasuvusaegad veidi pikenevad.
3. Keldri lagi: on soovitatav lisa soojustada keldri laed otsakorterite asukohtades.
4. Aknad: välja vahetatakse kõik elamispindade aknad ja need tõstetakse soojustuse tasapinda. Nõuded akendele on samad, mis on kirjeldatud esimeses pakettis (soojusjuhtivus peab olema minimaalselt $1,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$).
Vähemsoovitavaks alternatiiviks on kõikide akende vahetusele ja soojustuse tasapinda tõstmisele see, kui akende ümbruses eemaldatakse lõikamise teel avapõsed ja need lisasoojustatakse viisil, et oleks tagatud sein ja akna ühendusel joonkülmasilla väärtus $0,05 \text{ W}/\text{mK}$.
5. Rõdud: olemasolevad rõdukonstruktsioonid eemaldatakse ja ehitatakse uued rõdud külmasilla vaba konstruktsiooniga, sh ehitatakse rõdud ka esimese korruse korteritele ning rõdud klaasitakse (klaasid ei ole õhutihedad ja ventilatsioon saab vajaliku õhuhulga kätte).
Rõduklaasid, isegi kui nende paigaldus jäetakse elanike endi riisikole (sel juhul ei saa seda tegevust lisada toetust saavate tegevuste nimekirja), võiks projektis olla kajastatud nii või teisiti. Sel juhul saavad inimesed neid paigaldada ilma kooskõlastusteta, siis kui selleks on soov.
6. Küttesüsteem (sama, mis esimeses pakettis): renoveeritakse radiaatorite osas. Paigaldatakse (tubadele, mitte köökidele) värskeõhu-radiaatorid (värskeõhuava välisseinas jääb küttekeha taha, nõutud on ka õhu filtreerimine). Minimaalselt on nõutav, et värskeõhu ava paikneb küttekeha kohal.

7. Ventilatsioon (sama, mis esimeses pakettis): šahtid korrastatakse, vajadusel tihendatakse ja ehitatakse välja motoriseeritud sundväljatõmbe ventilaatorite abil köögist ning vannitoas või katuseventilaatorite abil. Lisaks täiendatakse ventilatsioonisüsteemi väljatõmbeõhu soojuspumpsüsteemiga, mille abil võetakse ventilatsioonisüsteemi lõõristikust väljuvast õhust soojus ja antakse soojuspumba abil kas sooja tarbevee valmistamiseks või kütteks. Arvestatud SFP 0,8, õhuhulk 2,39 m³/s, töö aeg 24/7.

Kolmanda paketi kokkuvõte: Investeering ca 1 035 067 eurot. Sääst kokku 318 MWh/a. Hoone kogu energiakasutus langeb 41 %. Lihttasuvusaeg 55 aastat. Koos võimaliku riigipoolse 40 % toetusega 33 aastat. Ligikaudne energiamärgise arvutusmetoodika järgne energia kaalutud erikasutus vastavalt 09.01.2013 kehtima hakanud „Energiaõhususe miinimumnõuded“ määrusele oleks 144 kWh/(m²a), mis vastaks klassile C. Neto küttekulu (küttekehadele soojendamiseks) köetava pinna kohta langeb 91-lt kWh/(m²a) 74-le kWh/(m²a).

Kokkuvõte

Kõikide pakettide korral on nõutud tehnoseadmete seadistuste ja mõõdistuste protokollid. Lisaks on nõutud vähemalt viie aastane hooldusleping. Lisaks tuleb renoveerimise kavandamisel arvestada ka tehnilise konsultandi teenuse lisandumisega.

Kõikide pakettide korral oleks tagatud nõuetekohane õhuvahetus ja sisekliima vastaks standardile EVS-EN 15251:2007 ning hoone energiaõhusus vastaks Vabariigi Valitsuse 30. augusti 2012. a määruse nr 68 "Energiaõhususe miinimumnõuded" nõuetele, mis sätestab oluliselt rekonstrueeritavatele korterelamutele piiriks energiaõhususarvu ET 180 kWh/m²a (uutel 150 kWh/m²a).

Säästupakettides toodud maksumused on indikatiivsed, tegelikud maksumused selguvad harilikult peale tööde teostamise lõppu, kuid siiski kasutatavad nii eelarvete planeerimisel kui tasuvusaegade hindamisel.

Säästupaketid asuvad Lisa 10.

3.3.2. Rekonstrueerimise mõju elanike maksekoormusele

Pakettides kirjeldatud tööde maksumused kokku on järgmised: esimene pakett: 897 405 EUR, teine pakett 1 112 122 EUR ja kolmas pakett 1 035 067 EUR.

Kuna tavaliselt teostavad Korterühistud renoveerimistöid Kredex'i toel, siis on ka näidisobjekti Energiaauditis selle asjaoluga arvestatud ja punktis 3.3.1. kirjeldatud säästupakettide tööde koondmaksumused on toodud Lisa 11, Tabel 9

Kulude muutuste info on hea alati esitada elanikele ka diagrammi vormis:

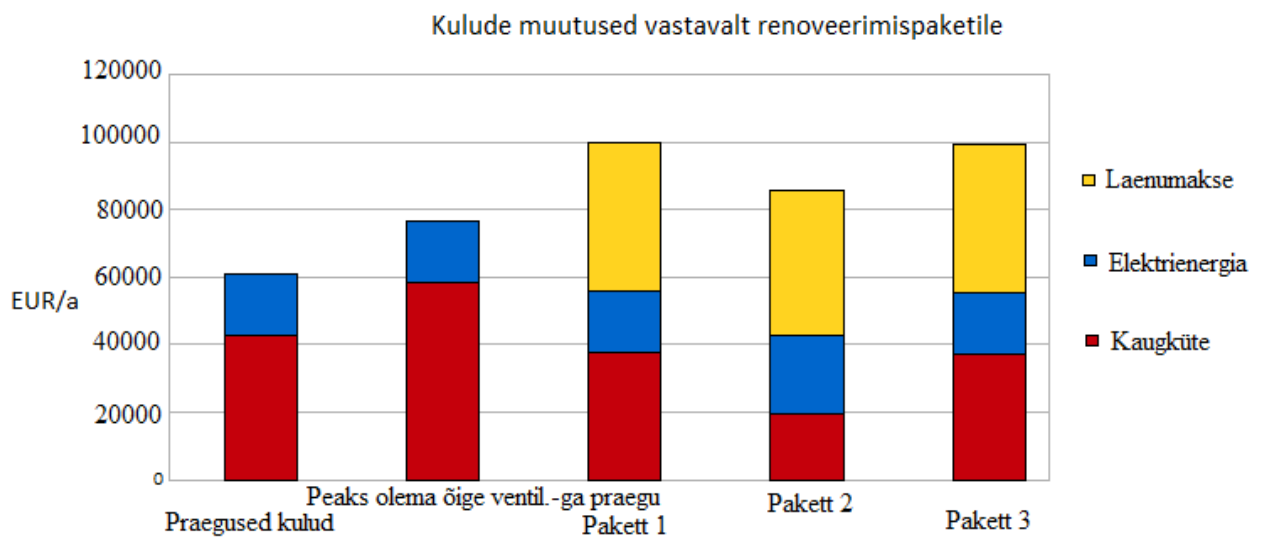


Diagramm 5. Kulude muutused vastavalt renoveerimispaketile (säästupaketile)

Allikas: Energiaaudit Koondise 15, Saue linn, lk 7

4. TAASTUVENERGIA KASUTAMINE

Näidisobjekti hoonel on väga suur katusepind 1084 m² ja hoone pikkus on 90 m ning arvestades asjaoluga, et uute tehnosüsteemide lisandumisega (ventilatsioon, lift) tõuseb üldelektri kulu, siis on mõistlik paigaldada hoone katusele päikesepaneelid. Päikesepaneelide tasuvusajaks arvas Energiaaudiitor Aivar Kaljula kaheksa aastat, kuid kui arvestada asjaoluga, et renoveerimistööde elluviimine võtab mitu aastat aega, siis võib näidisobjekti päikesepaneelide tasuvusaeg olla oluliselt lühem.

KOKKUVÕTE

Energia säästmine on majanduslikult väga oluline teema, sest kodumajapidamised tarbivad energiat kõige rohkem ning seetõttu on vaja leida erinevaid energia säästu võimalusi.

Energiaaudiitorid koostavad energiaauditeid ja pakuvad erinevaid energia säästmise võimalusi. Olemasolevatele hoonetele koostatakse energiaauditeid vastavalt vajadusele, näiteks peale hoone olulist rekonstrueerimist. Kinnisvarahaldur oma igapäevatöös omab samuti ülevaadet hoone energiatega tarbimisest, kuid energia auditit ei ta koosta, sest puudub vastav haridus, kuid võiks osata lihtsustatud vormis energiaauditit koostada, sest see annab korteriomanikele parema ülevaate hoone energia tarbimisest.

Energiaauditi koostamiseks on välja antud mitmeid juhendmaterjale, mis kergendavad oluliselt auditi koostamist, näiteks Ehitusseadustik, Hoone energiatõhususe arvutamise meetodika jm.

Selleks, et saada aru energiaaudiitori tööst osalesin näidisobjekti energiaauditi koostamise protsessis energiaaudiitori abilisena. Näidisobjektiks on viiekordne paneelilamu Saueel, milles on 90 korterit. Auditi koostamiseks esitas energiaaudiitor Korteriühistu juhatusele küsimustiku tarbimisandmete ja hoone seisukorra kohta. Küsimustik oli üpris mahukas sisaldades sealhulgas küsimusi hoones juba teostatud tööde kohta.

Hoone ülevaatus oli käesoleva töö kõige mahukam osa, samas energiaaudiitori kui professionaali jaoks oli näidisobjekt lihtsalt üks paljudest korterelamutest ja ka probleemid olid talle juba varasemast teada, minu kui õppuri ja professionaalse kinnisvarahalduri jaoks oli väga huvitav jälgida tema tööd ning ise sellele kaasa aidata. Näiteks sisaldab energiaaudit hoone tehnilisi probleeme, kuid oma lõputöös kirjeldan hoone probleeme mahukamalt, kui seda on tehtud energiaauditis, arvestada tuleb kindlasti ka asjaoluga, et auditi mahtu ei ole mõtet üle paisutada, sest töö eesmärk on hinnang hoonetele ja erinevate energiasäästu võimaluste pakkumine, selleks koostati kolm energiasäästupaketti.

Hoone praegune olukord ja probleemsed osad jäädvustati fotodel, samuti teostati termografeerimine, milline näitab väga ilmekalt hoone tehnilist olukorda (värvidega on soojuse lekked hästi märgatavad), sest visuaalselt ei saa kõike hinnata ja alati pole otstarbekas ka konstruktsioone avada.

Energiaauditis viidati ventilatsiooni olukorrale, milline on muret tekitav, sest maja on ehitatud toimima loomuliku ventilatsiooniga, kuid uute plastik akende paigaldusega muudetakse ventilatsiooni režiimi oluliselt. Säästupakettides pakuti välja erinevaid lahendusi, näiteks värskõhuradiaatorid.

Välispiirete soojuskadude arvutamisel ja säästupakettide koostamisel tuli energiaaudiitorile üllatusena, et näidisobjekt tarbis võrreldes sarnaste majadega oluliselt vähem soojusenergiat, kuid arvatavasti on see tingitud asjaolust, et kõikidele radiaatoritele on paigaldatud mõõturid ja elanikud jälgivad oma tarbimist ja säästavad kütet.

Koostatud energiatarbimise säästupakettide lihttasuvusajad on 50+ aastat ja on tingitud asjaolust, et korteriühistu juhatus soovis lisada hoone ka muid parendusi, näiteks invalifti ehitust.

Energiaauditi koostamine audiitori abilisenä oli huvitav ja kinnistas minu veendumust, et kinnisvarahaldur peab oskama koostada hoone energiaauditit, sest see annab ülevaate hoone tegelikust seisundist.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Ehitusseadustik¹ – Riigi Teataja. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/105032015001> (18.03.2017).
2. Energiaaudit Koondise 15, Saue linn. Finestum Ehitusekspertiisid OÜ
3. Energiasääst. – Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. [WWW] <https://www.mkm.ee/et/energiasaast> (23.05.2017).
4. Hoone energiatõhususe miinimumnõuded¹ – Riigi Teataja. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/105062015015> (18.03.2017).
5. Hoone energiatõhususe arvutamise meetodika¹ – Riigi Teataja. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/109062015021> (11.05.2017).
6. Korterelamute energiaauditite koostamise juhend – Kredex SA. [WWW] http://kredex.ee/public/Energiatohusus/Korterelamute_energiaauditite_koostamise_juhend.pdf (09.04.2017).

LISAD

Lisa 1. Energiaauditi lähteandmete ANKEET

1. Üldandmed

Tellija nimi:	Korteriühistu
Aadress:, Saue linn
Äriregistrikood:
Objekti ehitusregistrikood:
Objekti nimetus:	Elamu
Esindaja nimi:	Eve Pärna
Esindaja telefon:	+372
Esindaja e-post:	
Ehitusaasta:	1969
Korterite arv:	90
Elanike arv:	138
Ankeedi esitamise kuupäev:	

- andmete puudumisel tehke märged " - "

2. Energia- ja veevarustuse üldiseloostus

Köetav pind:	4 350,1
Elamispind:	4 422,1 (üldpind, sisaldab rõdusid)
Kubatuur:	17 121
Kütte liik (kaugküte, lokaalküte, kohtküte):	Kaugküte
Energiakandja (soe vesi, elekter, gaas, puit jne.):	Soe vesi
Võimalikud soojusenergia tootmisega seotud lisakulud (näiteks katlakütja palk jne.):	-
Kasutusel olevad külma vee soendamise meetodid (kui puudub kaugküte):	-
Kas vee kasutust arvestatakse soe ja külm vesi eraldi või ainult külma vee osas?	Arvestatakse soe ja külm vesi eraldi
Kas küttesüsteemiga seoses on kasutusel individuaalne soojuskulu mõõtmise korterites?	Ja on kasutusel individuaalne soojuskulu mõõtmise süsteem
Kasutusel on ühe- või kahetoru süsteem?	Kahetoru süsteem
Kas ja millal viimati tasakaalustati küttesüsteemi?	2006
Soojusenergia maksumus (viimase kütteperioodi kolme kuu keskmine):	5 543,06 €

Soojusenergia müüja:	Adven Eesti AS
Vee müüja:	Tallinna Vesi AS
Gaasi müüja:	-
Gaasitarne liik (balloon või mingi muu meetod):	-
Sisekliima seisundi kommentaar (kas esineb hallitust, kas on probleeme õhu kvaliteediga ine.):	Käesoleval kütteperioodil ei ole kaebusi esitatud. Eelnevatel aastatel on kaebusi esitanud 5 korruse ja otsaseinte korterid, neil on kütte arved suured (alumistel korrustel on vabaenergia, mis tuleb korterit läbivatest nüstikutest, kuid 5
Kas on mingeid erinõudeid või piiranguid hoone renoveerimisele (miljööväärtuslik ala, muinsuskaitse jne.)?:	Ei ole
Kas on mingeid erisoove alternatiivsete kütteallikate kasutuselevõtuks?:	Ei ole

- andmete puudumisel tehke märged ” - ”

3. Viimase kolme aasta energiatarbimine

	2013	2014	2015
Soojustarbimine kütteks (soovitavalt MWh):	390,78	391,56	343,57
Soojustarbimine vee soendamiseks (soovitavalt MWh):	238,82	212,95	205,24
Üldine vee tarbimise maht	5 283	5 313	5 365
Üldine elektritarbimine (soovitavalt MWh):	4 505 KWh	4 715 KWh	4 564 KWh
Eluruumides tarbitud elektrienergia tarbimine (soovitavalt MWh):	137 696 KWh	141 343 KWh	140 461 KWh
Mis osas elektrit kasutatakse?	Tava tarbimine (valgustus, toiduvalmistamine, kodumasinad)		
Gaasi tarbimine (soovitavalt MWh):	-	-	-
Mis osas gaasi kasutatakse?	-	-	-
Muu küttealiigi tarbimine (soovitavalt MWh):	-	-	-
Mis osas muud küttealiiki kasutatakse?	-	-	-

- andmete puudumisel tehke märged " - "

4. Seni teostatud renoveerimistööd

- märkige vastavasse lahtrisse „ x ”

Renoveerimistöö	Osaliselt	Täielikult	Mis aastal?
Fassaad	X		2009/2010
Katus		X	2008
Sokkel	-		
Korterite aknad	X		
Trepikoja aknad		X	2005
Trepikoja ukсед		X	2005
Küttesüsteem	X		2006
Ventilatsioon	-		
Elektrisüsteem		X	2004/2009
Veetorud		X	2004
Muu			
Muu			

- andmete puudumisel tehke märged ” - ”

Mis dokumentatsioon hoonel olemas on?	Katuse projekt, küttesüsteemi projekt, (üld)elektrisüsteemi projekt
---------------------------------------	---

5. Vajalikud renoveerimistööd

- juhuks, kui hoones on mingi töö teostamine juba ära otsustatud märkige vastavasse lahtrisse „X”

Katusealuse/katuslae soojustamine:	
Fassaadi soojustamine (mis ulatuses?):	Täies ulatuses
Keldri lae soojustamine:	Täies ulatuses
Trepikoja ja keldriakende vahetamine:	
Korterite akende vahetamine:	Üksikute korterite aknad vajavad vahetamist.
Välisuste vahetamine:	
Küttesüsteemi renoveerimine (mis osas?):	Radiaatorid on vaja välja vahetada
Elektrisüsteemi renoveerimine (mis osas?):	
Veevarustuse ja kanalisatsioonisüsteemi renoveerimine (mis osas?):	Kanalisatsiooni torud

PS soovime kaaluda päikesepaneelide kasutamist elektri tootmiseks.

Allikas: Finestum Ehitusekspertiisid OÜ

Lisa 2. Üldandmed

Tabel 1

Nimetus	Ühik	Kogus	Märkused/ kommentaarid
Katuse pind	m ²	1085	
Ehitusalune pind	m ²	1085	
Korruste arv	tk	5	
Korteriomandite arv	tk	90	
- eluruume	tk	90	
- mitteeluruume	tk	0	
- lasteaed	tk	0	
Suletud netopind (Ehitisregistris)	m ²	5676,6	
Kasulik pind	m ²	5676,6	
Köetav eluruumide pind	m ²	4350,1	
Üldpind (Ehitisregistris)	m ²	1326,5	
Ventileeritav elamispiind	m ²	3480,1	(NB! Kogus on saadud köetava pinna korrutamisel koefitsiendiga 0,8)
Tubade arv	tk	200	
Tubade arv koos köökidega	tk	290	
Vahelagede paksus kokku	m	1,8	(NB! 5 korrust + katus ja korrutatud vahelae paksusega 0,3 m)
Korruse kõrgus	m	2,5	
Koridoride pindala	m ²	421,2	(NB! 5,4 x 2,6 x korruste arv x trepikodade arv)
Köetav pind kokku	m ²	4771,3	(NB! Eluruumid ja koridorid)
Köetava pinna kubatuur	m ³	11928	
Rõdude arv	tk	72	

Korterite numbrid	korrus	tube	m ²
1, 2, 3, 16, 17, 18, 31, 32, 33, 46, 47.48, 61, 62, 63, 76, 77, 78	1	40	870,8

Lisa 3. Tarbimisandmed

Tabel 2

Küte; kuu	küte MWh	sv MWh	küte kokku	vesi m ³
jaan.13	79	18,93	97,93	431
veebr.13	58,11	17,87	75,98	407
märts.13	66,24	20,42	86,66	461
apr.13	32,25	19,87	52,12	457
mai.13	0	19,61	19,61	422
juuni.13	0	19,28	19,28	402
juuli.13	0	19,95	19,95	367
aug.13	0	25,24	25,54	412
sept.13	24,84	21,73	46,57	417
okt.13	33,58	18,21	51,79	427
nov.13	41,03	18,84	59,87	438
dets.13	55,73	18,87	74,6	435
	390,78	238,82	629,9	5076

Küte; kuu	küte MWh	sv MWh	küte kokku	vesi m ³
jaan.14	85,79	19,54	105,33	439
veebr.14	56,56	17,26	73,82	392
märts.14	44,46	19,61	64,07	446
apr.14	25,25	18,89	44,14	437
mai.14	9,7	18,41	28,11	426
juuni.14	3,41	17,02	20,43	394
juuli.14	0	18,31	18,31	380
aug.14	0	19,35	19,35	401
sept.14	5,4	18,01	23,41	417
okt.14	39,13	15,41	54,54	440
nov.14	54,63	15,21	69,84	449
dets.14	67,23	15,93	83,16	450
	391,56	212,95	604,51	5071

Küte; kuu	küte MWh	sv MWh	küte kokku	vesi m ³
jaan.15	70,76	15,76	86,52	450
veebr.15	55,63	14,31	69,94	412
märts.15	47,82	15,92	63,74	452
apr.15	32,31	15,14	47,45	435
mai.15	11,53	15,34	26,87	432
juuni.15	0	20,98	20,98	418
juuli.15	0	19,99	19,99	384
aug.15	0	20,04	20,04	407
sept.15	0	21,31	21,31	419
okt.15	34,11	15,26	49,37	445
nov.15	41,27	14,69	55,96	423
dets.15	50,14	16,5	66,64	464
	218,05	158,79	376,84	3809

Vesi; kuu	m³	kuu	m³	kuu	m³
jaan.13	455	jaan.14	460	jaan.15	465
veebr.13	420	veebr.14	414	veebr.15	425
märts.13	476	märts.14	471	märts.15	468
apr.13	455	apr.14	451	apr.15	450
mai.13	448	mai.14	446	mai.15	456
juuni.13	424	juuni.14	433	juuni.15	437
juuli.13	388	juuli.14	388	juuli.15	402
aug.13	427	aug.14	428	aug.15	435
sept.13	441	sept.14	436	sept.15	433
okt.13	444	okt.14	462	okt.15	465
nov.13	450	nov.14	458	nov.15	450
dets.13	455	dets.14	466	dets.15	479
	5283		5313		5365

Elekter; kuu	kWh	kuu	kWh	kuu	kWh
jaan.13	13450	jaan.14	14103	jaan.15	14677
veebr.13	12263	veebr.14	12483	veebr.15	12575
märts.13	14215	märts.14	12859	märts.15	13029
apr.13	10661	apr.14	11399	apr.15	11945
mai.13	10672	mai.14	11073	mai.15	11268
juuni.13	9361	juuni.14	10453	juuni.15	9975
juuli.13	8911	juuli.14	9759	juuli.15	9589
aug.13	10340	aug.14	10430	aug.15	10107
sept.13	9239	sept.14	11592	sept.15	11214
okt.13	14915	okt.14	13233	okt.15	12625
nov.13	13579	nov.14	13910	nov.15	13241
dets.13	14595	dets.14	14729	dets.15	14779
	142201		146023		145024

Lisa 4. Energiakasutused ja tarbevee kulu ning kasutamine

Tabel 3

Tarbimised	2013	2014	2015	Ühik
Kaugküte kokku	630	605	549	MWh/a
Soojus soojale tarbeveele	207	208	210	MWh/a
Soojus kütteks	423	397	339	MWh/a
Tegelik aasta kraadpäevade arv	3190	3217	2761	°Cd
Normaalaasta kraadpäevade arv tasakaalutemperatuuril	3513			°Cd
Kraadpäevadega korrigeeritud soojatarve	466	433	431	MWh/a
Kütteenergia eritarbimine köetava pinna kohta	98	91	90	kWh/(m ² a)
Elektrienergia tarbimine kokku	142,2	146,0	145,0	MWh/a
Eritarbimine köetava pinna kohta kokku	30	31	30	kWh/(m ² a)
Tarbevesi	5283	5313	5365	m ³ /a
Tarbevee eritarbimine eluruumide pinna kohta	1			m ³ /(m ² a)
Sooja tarbevee tarbimine köetava pinna kohta aastas	43			kWh/(m ² a)
Kaugkütte hind koos käibemaksuga auditi tegemise ajal	67			eur/MWh
Elektrienergia hind koos käibemaksuga auditi tegemise ajal	125			eur/MWh

Allikas: Energiaaudit Koondise 15, Saue linn, lk 1

Lisa 5. Tasakaalutemperatuuride leidmine

Enne renoveerimist

Sisetemperatuur	t_s	20,5	°C
Piirdetarindite osa erisoojuskadudest	H_{piire}	4,025	kW/°C
Õhuvahetuse osa erisoojuskadudest	$H_{õhk}$	1,079	kW/°C
Õhuvahetuse kordarv		0,27	1/h
Erisoojuskaod kokku	H	5,104	kW/°C
Kogu vabasoojus köetava pinna kohta		57,2	kWh/(m ² a)
Vabasoojuste utilisatsioonitegur. Termostaatidega küttesüsteem.		0,7	
Arvestuslik vabasoojus köetavale pinnale	q_{vs}	40,1	kWh/(m ² a)
Kogu hoone arvestuslik vabasoojus köetavale pinnale	Q_{vs}	191096	kWh/a
Keskmine vabasoojuskoormus	Φ_{vs}	29,2	kW
Temperatuuri tõus vabasoojuse arvelt	Δt_{vs}	5,7	°C
Tasakaalutemperatuur	t_B	14,8	°C

Peale renoveerimist, pakett I, III

Sisetemperatuur	t_s	20,5	°C
Piirdetarindite osa erisoojuskadudest	H_{piire}	1,59	kW/°C
Õhuvahetuse osa erisoojuskadudest	$H_{õhk}$	2,877	kW/°C
Õhuvahetuse kordarv		0,72	1/h
Erisoojuskaod kokku	H	4,463	kW/°C
Kogu vabasoojus köetava pinna kohta		57,2	kWh/(m ² a)
Vabasoojuste utilisatsioonitegur. Termostaatideta küttesüsteem.		0,7	
Arvestuslik vabasoojus köetavale pinnale	q_{vs}	40,1	kWh/(m ² a)
Kogu hoone arvestuslik vabasoojus köetavale pinnale	Q_{vs}	191096	kWh/a
Keskmine vabasoojuskoormus	Φ_{vs}	29,2	kW
Temperatuuri tõus vabasoojuse arvelt	Δt_{vs}	6,5	°C
Tasakaalutemperatuur	t_B	14,0	°C

Peale renoveerimist, pakett II

Sisetemperatuur	t_s	20,5	°C
Piirdetarindite osa erisoojuskadudest	H_{piire}	1,586	kW/°C
Õhuvahetuse osa erisoojuskadudest	$H_{\text{õhk}}$	0,599	kW/°C
Õhuvahetuse kordarv (küttekehadele soojendamiseks)		0,15	1/h
Erisoojuskaod kokku	H	2,19	kW/°C
Kogu vabasoojus köetava pinna kohta		57,2	kWh/(m ² a)
Vabasoojuste utilisatsioonitegur. Termostaatidega küttesüsteem.		0,7	
Arvestuslik vabasoojus köetavale pinnale	q_{vs}	40,1	kWh/(m ² a)
Kogu hoone arvestuslik vabasoojus köetavale pinnale	Q_{vs}	191096	kWh/a
Keskmine vabasoojuskoormus	Φ_{vs}	29,2	kW
Temperatuuri tõus vabasoojuse arvelt	Δt_{vs}	13,3	°C
Tasakaalutemperatuur	t_B	7,2	°C

Allikas: Energiaaudit Koondise 15, Saue linn, lk 23-24

Lisa 6. Vabasoojused

Tabel 5

Kuu	Inimesed kWh	Pindala m ²	Vabasoojus kWh/m ²	Päike kWh/m ²	Kokku (Vabas.+ Päike)	Elekter	Elekter m ² -le	Kokku (Vabas.+ Päike+ Elekter, m ² -le)
jaan.13	4591,52	4771,3	0,962	0,8	1,762	13450	2,819	4,581
veebr.13	4591,52	4771,3	0,962	1,7	2,662	12263	2,570	5,232
märts.13	4591,52	4771,3	0,962	4,4	5,362	14215	2,979	8,342
apr.13	4591,52	4771,3	0,962	4,5	5,462	10661	2,234	7,697
mai.13	4591,52	4771,3	0,962	5,6	6,562	10672	2,237	8,799
juuni.13	4591,52	4771,3	0,962	3,4	4,362	9239	1,936	6,299
juuli.13	4591,52	4771,3	0,962	1,6	2,562	14915	3,126	5,688
aug.13	4591,52	4771,3	0,962	0,7	1,662	13579	2,846	4,508
sept.13	4591,52	4771,3	0,962	0,3	1,262	14595	3,059	4,321
okt.13	4591,52	4771,3	0,962	0,8	1,762	14103	2,956	4,718
nov.13	4591,52	4771,3	0,962	1,7	2,662	12483	2,616	5,279
dets.13	4591,52	4771,3	0,962	4,4	5,362	12859	2,695	8,057
jaan.14	4591,52	4771,3	0,962	4,5	5,462	11399	2,389	7,851
veebr.14	4591,52	4771,3	0,962	5,6	6,562	11073	2,321	8,883
märts.14	4591,52	4771,3	0,962	3,4	4,362	11592	2,430	6,792
apr.14	4591,52	4771,3	0,962	1,6	2,562	13233	2,773	5,336
mai.14	4591,52	4771,3	0,962	0,7	1,662	13910	2,915	4,578
juuni.14	4591,52	4771,3	0,962	0,3	1,262	14729	3,087	4,349
juuli.14	4591,52	4771,3	0,962	0,8	1,762	14677	3,076	4,838
aug.14	4591,52	4771,3	0,962	1,7	2,662	12575	2,636	5,298
sept.14	4591,52	4771,3	0,962	4,4	5,362	13029	2,731	8,093
okt.14	4591,52	4771,3	0,962	4,5	5,462	11945	2,504	7,966
nov.14	4591,52	4771,3	0,962	5,6	6,562	11268	2,362	8,924
dets.14	4591,52	4771,3	0,962	3,4	4,362	11214	2,350	6,713
jaan.15	4591,52	4771,3	0,962	1,6	2,562	12625	2,646	5,208
veebr.15	4591,52	4771,3	0,962	0,7	1,662	13241	2,775	4,437
märts.15	4591,52	4771,3	0,962	0,3	1,262	14779	3,097	4,360
			41,324	109,740		133,01		

Lisa 7. Fotod



Pilt 1. Esifassaad



Pilt 2. Tagumine fassaad



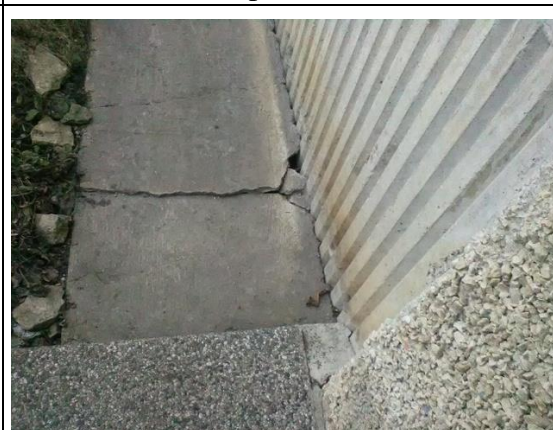
Pilt 3. Otsasein 1 (vasak)



Pilt 3. Otsasein 2 (parem)



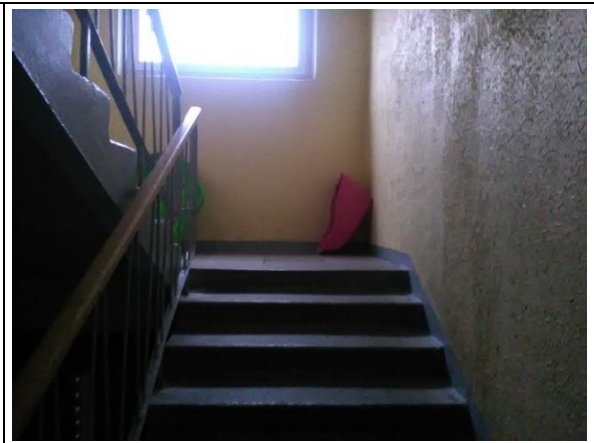
Pilt 4. Sokli niiskuskahjustus (otsasein 1)



Pilt 4. Vajunud sillutisriba



Pilt 5. Rõdupaneel alt vaates



Pilt 6. Trepikoja siseviimistlus



Pilt 7. Korruse elektrikilp



Pilt 8. Veetorustik keldri laes



Pilt 9. Kütetorustik



Pilt 10. Kütetrass



Pilt 11. Kanalisatsiooni püstik keldris



Pilt 12. Soojasõlm



Pilt 13. Katus

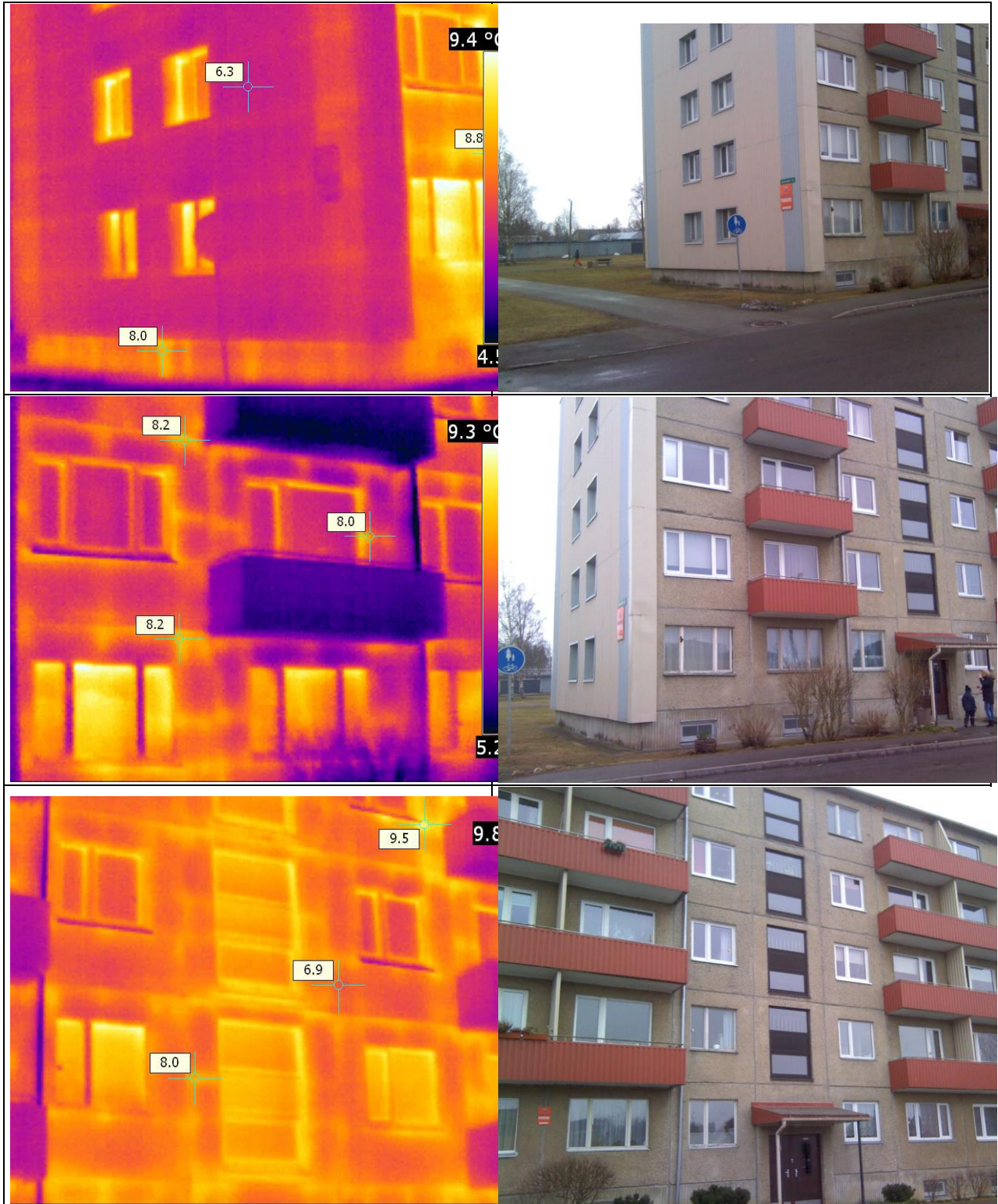


Pilt 14. Katuse tuulutused fassaadis



Pilt 15. Välisukse ukseulgur

Lisa 8. Termofotod







Lisa 9. Energiaarvutuste lähteandmed säästupakettide kaupa

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine, pakett 1

Arvutustsoonide arv	1
Küttesüst. tüüp	
-soojuse tootmine ja kütus	Keskkuite
-soojuse jaotamine	Radiaator
Vent.süst. tüüp	Loomulik
Jahutussüsteem	Ei ole

Soojuskaod läbi piirdetarindite				Soojuskaod läbi külmasildade				Soojuskaod läbi õhulekkekohtade				
Piirdetarind	g	U_i	A_i	$H_{juhtivus}$	Külmasild	Y_j	l_j	$H_{külmasild}$	Omadus	Suurus		
	-	$W/(m^2 \cdot K)$	m^2	W/K		$W/(m \cdot K)$	m	W/K				
Uus aken	0,90	735	661,8		Välisseina välisnurk	0,30	56,00	16,8	Õhulekke-arv q50, $m^3/(h \cdot m^2)$	3,0		
Vana aken	0,90	29	26,4		Välisseina siseturk	-0,20	0,00	0,0				
Välisüksed	1,00	25	25,2		Välisseina ja siseseina liitekoht	0,10	625,00	62,5				
Otsaseinad	0,17	328	55,5		Välisseina ja vahelae liitekoht	0,00	819,34	0,0				
Pikiseinad	0,17	1801	304,8		Katuse ja välisseina liitekoht	0,20	204,83	41,0				
Muud pinnad(katusele pääs)	0,19	0	0,0		Põrand-pinnase ja välisseina liitekoht	0,30	204,80	61,4			A_{vp} (välispiirded), m^2	4940,8
0	0,00	0	0,0		Alt tuulutatud põranda ja välisseina liitekoht	0,30	0,00	0,0			Korruste arv (täisarv)	5,0
1 korruse põrand	0,28	1011	283,1		Akna liitumine välisseinaga (aken soojustuse kihis, raam kaetud soojustusega min. 40% soojustuse paksusest)	0,05	2247,24	112,4			V_{inf} , m^3/s	0,2745
Katus	0,12	1011	121,3		Akna liitumine välisseinaga (aken kandekonstruktsiooni kihis)	0,30	0,00	0,0				
0	0,00	0	0,0		Rõdu liitumine välisseinaga	0,50	216,00	108,0				
Kokku: $H_{juhtivus}$ W/K				1478,1	$H_{külmasild}$ W/K				402,1	$H_{õhulekke}$ W/K	331,0	
Välispiirete summaarne soojuserikadu					ΣH , W/K			2211,2				
Välispiirete keskmine soojusläbivus								0,4				
Hoone köetav pind					$A_{köetav}$, m^2			4771				
Välispiirete summaarne soojuserikadu köetava pinna kohta					$W/(m^2 \cdot K)$			0,46				

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine, pakett 2

Arvutustsoonide arv	1
Küttesüst. tüüp	
-soojuse tootmine ja kütus	Keskkuüte
-soojuse jaotamine	Radiaator
Vent.süst. tüüp	Soojus-tagastusega sundventilatsioon
Jahutussüsteem	Ei ole

Soojuskaod läbi piirdetarindite				Soojuskaod läbi külmasildade				Soojuskaod läbi õhulekkekohtade			
Piirdetarind	g	U_i	A_i	$H_{juhtivus}$	Külmasild	Y_j	l_j	$H_{kylmasild}$	Omadus	Suurus	
		$W/(m^2 \cdot K)$	m^2	W/K		$W/(m \cdot K)$	m	W/K			
Uus aken	0,90	735	661,8	Välisseina välisnurk	0,30	56,0	16,8	Õhulekke-arv q50, $m^3/(h \cdot m^2)$	3,0		
Vana aken	0,90	29	26,4	Välisseina sisenurk	-0,20	0,0	0,0				
Välisüksed	1,00	25	25,2	Välisseina ja siseseina liitekoht	0,10	625,0	62,5				
Otsaseinad	0,17	328	55,5	Välisseina ja vahelae liitekoht	0,00	819,3	0,0				
Pikiseinad	0,17	1801	304,8	Katuse ja välisseina liitekoht	0,20	204,8	41,0				
Muud pinnad(katusele pääs)	0,17	0	0,0	Põrand-pinnase ja välisseina liitekoht	0,30	204,8	61,4			Avp (välispiirded), m^2	4940,8
1 korruse põrand	0,28	1011	283,1	Akna liitumine välisseinaga (aken soojustuse kihis, raam kaetud soojustusega min. 40% soojustuse paksusest)	0,05	2247,2	112,4			Korruste arv (täisarv)	5,0
Katus	0,12	1011	121,3	Rõdu liitumine välisseinaga	0,50	216,0	108,0	Vinf, m^3/s	0,2745		
Kokku: $H_{juhtivus}$ W/K				1478,1	$H_{kylmasild}$ W/K				402,1	$H_{ohuleke}$ W/K	331,0
Välispiirete summaarne soojuserikadu					ΣH , W/K			2211,2			
Välispiirete keskmine soojuslähivus								0,4			
Hoone köetav pind					$A_{k\ddot{o}etav}$, m^2			4771			
Välispiirete summaarne soojuserikadu köetava pinna kohta					W/($m^2 \cdot K$)			0,46			

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine, pakett 3

Arvutustsoonide arv 1

Küttesüst. tüüp

-soojuse tootmine ja kütus

Keskküte

-soojuse jaotamine

Radiaator

Vent.süst. tüüp

Loomulik

Jahutussüsteem

Ei ole

Soojuskaod läbi piirdetarindite				Soojuskaod läbi külmasildade				Soojuskaod läbi õhulekkekohtade				
Piirdetarind	g	U_i , - W/(m ² ·K)	A_i , m ²	$H_{juhtivus}$, W/K	Külmasild	Y_j , W/(m·K)	l_j , m	$H_{külmasild}$, W/K	Omadus	Suurus		
Uus aken	0,90	735	661,8		Välisseina välisnurk	0,30	56,0	16,8	Õhulekke-arv q50, m ³ /(h·m ²)	3,0		
Vana aken	0,90	29	26,4		Välisseina sisenurk	-0,20	0,0	0,0				
Välisüksed	1,00	25	25,2		Välisseina ja siseseina liitekoht	0,10	625,0	62,5				
Otsaseinad	0,17	328	55,5		Välisseina ja vahelae liitekoht	0,00	819,3	0,0				
Pikiseinad	0,17	1801	304,8		Katuse ja välisseina liitekoht	0,20	204,8	41,0				
					Põrand-pinnase ja välisseina liitekoht	0,30	204,8	61,4			Avp (välispiirded), m ²	4940,8
1 korruse põrand	0,25	1011	252,7		Akna liitumine välisseinaga (aken soojustuse kihis, raam kaetud soojustusega min. 40% soojustuse paksusest)	0,05	2247,2	112,4			Korruste arv (täisarv)	5,0
Katus	0,12	1011	121,3		Akna liitumine välisseinaga (aken kandekonstruktsiooni kihis)	0,30	0,0	0,0	Vinf, m ³ /s	0,2745		
					Rõdu liitumine välisseinaga	0,50	216,0	108,0				
Kokku: $H_{juhtivus}$ W/K 1447,8				$H_{külmasild}$ W/K 402,1				$H_{õhulekke}$ W/K 331,0				
Välispiirete summaarne soojuserikadu					ΣH , W/K		2180,9					
Välispiirete keskmine soojusläbivus							0,4					
Hoone köetav pind					$A_{köetav}$ m ²		4771					
Välispiirete summaarne soojuserikadu köetava pinna kohta					W/(m ² ·K)		0,46					

Lisa 10. Hoone energiatarbimise säästupaketid

Säästumeetmete pakett I						
Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus,	Energia-sääst,	Säästuväärtus,	Lihttasuvusaeg,	Meetme eluiga,
		EUR	MWh/a	EUR/a	a	a
Välisseinad ja sokkel	Välisseinte ja sokli renoveerimine lisasoojustusega, osaline keldri lae soojustamine	217 143				30
Ventilatsiooni-süsteem	Korrastamine, sundväljatõmme	46 016				20
Rõdu	Asendamine ja klaasimine	255 927				30
Küttesüsteem	Renoveerimine radiaatorite osas, värskõhuraadiaatorid	83 405				20
Aknad	Kõikide akende vahetus, soojustuse tasapinda tõstmine	92 672				25
Muu	Invalifti ehitamine ja kanalisatsioonitorustike vahetus	176 242				30
Taastuv-energeetika seadmed	PV paneelid 15 kW	15 000				25
Abitegevused	Projekteerimine, tehn. konsultant, järelevalve, mõõdistused jms	11 000				
Kokku		897 405	77*	6074	148	

Säästumeetmete pakett II						
Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus,	Energia -sääst,	Säästuväärtus,	Lihttasuvusaeg,	Meetme eluiga,
		EUR	MWh/a	EUR/a	a	a
Välisseinad ja sokkel	Välisseinte ja sokli renoveerimine lisasoojustusega, osaline keldri lae soojustamine	217 143				30
Ventilatsioonisüsteem	Korterite põhised soojustagastusega seadmete kasutuselevõtmine	270 000				20
Rõdu	Asendamine ja klaasimine	255 927				30
Küttesüsteem	Renoveerimine radiaatorite osas	74 138				20
Aknad	Kõikide akende vahetus, paigaldus soojustuse tasapinda	92 672				25
Muu	Invalifti ehitamine ja kanalisatsioonitorustike vahetus	176 242				30
Taastuvenergeetika seadmed	PV paneelid 15 kW	15 000				25
Abitegevused	Projekteerimine, tehn. konsultant, järelevalve, mõõdistused jms	11 000				
Kokku		1 112 122	308*	22 065	50	

Säästumeetmete pakett III						
Hoone osad	Parendusmeetmed	Meetme maksumus,	Energiasääst,	Säästuväärtus,	Lihttasuvusaeg,	Meetme eluiga,
		EUR	MWh/a	EUR/a	a	a
Välisseinad ja sokkel	Välisseinte ja sokli renoveerimine lisasoojustusega, osaline keldri lae soojustamine	217 143				30
Ventilatsioonisüsteem	Väljatõmbeõhu soojuspump	183 678				20
Rõdu	Asendamine ja klaasimine	255 927				30
Küttesüsteem	Renoveerimine radiaatorite osas, värskeõhuradiaatorid	83 405				20
Aknad	Kõikide akende vahetus, paigaldus soojustuse tasapinda	92 672				25
Muu	Invalifti ehitamine ja kanalisatsioonitorustike vahetus	176 242				30
Taastuv-energeetika seadmed	PV paneelid 15 kW	15 000				25
Abitegevused	Projekteerimine, tehn. konsultant, järelevalve, mõõdistused jms	11 000				
Kokku		1 035 067	318*	18 778	55	

*- Kogupaketina. Arvestatud meetme rakendamise uute tasakaalutemperatuuridega ja kogu hoone tarinditega ning tehnosüsteemidega. Arvestatud on 20% energiahindade tõusuga.

Allikas: Energiaaudit Koondise 15, Saue linn, lk 8-10

Lisa 11. Rekonstrueerimise mõju elanike maksekoormusele

Renov. pakett	Investeering toetusega (~ laenu-summa)	Liht-tasuvusaeg toetusega	Energia-tarbe vähe-nemine	Sääst kokku	Energia kaalutud erikasutus KEK	Hinnan-guline ET arv	Kuu-makse* m ² -le kokku	Kuu-makse m ² pangale	Toetus	Algne oma-finant-seering	ET arvu piir-väärtus vastavalt toetusele	Neto küttekulu köetavale pinnale	Ehitus-kulu bruto-pinnale	Olulise rek. piir
	EUR	a	%	MWh/a	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	EUR/kuu		%	EUR	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	EUR	EUR
Hetke-olukord					179		1,17					91		
Esimene	673 054	111	10	77	167	155	1,91	0,84	25	26 922	180	74	158	168
Teine	667 273	30	39	308	132	114	1,64	0,82	40	33 364	150	22	196	168
Kolmas	621 040	33	41	318	144	124	1,63	0,77	40	31 052	150	74	182	168

*- ei sisalda varasemaid võlgasid ega remondifondi makseid ei enne ega peale renoveerimisi.

Laenuperiood 20a, omafinantseering 3%, intress 3,2%

Allikas: Energiaaudit Koondise 15, Saue linn, lk 6

SUMMARY

EVALUATION OF ENERGY EFFICIENCY OF THE APARTMENT BUILDING

Eve Pärna

Language:	Estonian	Figures:	2
Pages:	63	Tables:	9
References:	6	Appendixes:	11

Saving energy is an economically very important issue, because most households consume energy, and therefore it is necessary to find a variety of energy-saving opportunities.

Energy auditors prepare energy audits and offer a variety of energy-saving opportunities. The energy audits of the existing buildings were composed according to the needs, for example, after a major reconstruction of the building. A real estate manager in their daily work has an overview of the energy consumption of the building, but they do not compose the energy audit, because of lack of appropriate education, but they might be able to compose a simplified form of the energy audit, as it gives property owners a better overview of the building's energy consumption.

For composing the energy audit, a number of guidance documents were given, which substantially simplify the preparation of the audit, such as Building Code, energy efficiency calculation methodology of the building, etc.

In order to understand the work of the auditor I participated as an assistant of the energy auditor in the process of preparing the energy audit. The demonstrative object was five floor panel building in Saue with 90 flats. For the preparation of the audit the auditor submitted a questionnaire about the consumption data to the Board of the Housing Cooperative. The questionnaire was quite extensive including issues about already completed works of the building.

The building inspection was the most intensive part of the work, and the same, for the energy auditor as for the professional the demonstrative object was just one of the many apartment buildings, as well as the problems were previously known to them, and for me, as for a student and a professional property manager it was very interesting to see their work and to help by myself. For example, the energy audit includes technical problems of the building, but in my summary I write about the problem more volumetric, comparing to as it has been done in the energy audit, and the fact should be taken into account, that it does not make sense to expand the volume of the audit, since the aim of the work is evaluation of the building, and various energy-saving opportunities, and that is why three energy-saving packages have been composed.

The current situation of the building and the problematic parts were captured on the pictures, and a thermography was carried out, which shows very clearly the technical situation of the building (heat leaks of the colours are clearly visible), because it is impossible to evaluate everything visually, and the structure is not always feasible to open.

The energy audit is referred to the situation of the ventilation, which is alarming, because the house was built to operate with natural ventilation, but the installation of the new plastic windows significantly changes the ventilation mode. Saving packages proposed a variety of solutions, such as fresh air radiators.

Calculating the heating loss of the external borders and composing the saving packages the energy auditor got the surprise, that the demonstrative object consumed significantly less heating comparing to similar houses, but it's probably due to the fact, that all the radiators have gauges and residents can monitor their consumption and save the heating.

The payback of the energy consumption savings packages is 50+ years and it is due to the fact, that the Board of the Housing Cooperative wanted to add other improvements, such as the construction of a lift for disabled people.

Assisting the auditor in composing the energy audit was interesting, which secured my belief that the real estate manager has to be able to compose the energy audit of the building, as it provides an overview of the actual condition of the building.

AUTORIDEKLARATSIOON

Deklareerin, et käesolev lõputöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli diplomi taotlemiseks ning selle alusel ei ole varem taotletud akadeemilist kraadi ega diplomit.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, põhimõttelised seisukohad, kirjanduslikest allikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

Autor: Eve Pärna, 28. mai 2017

Üliõpilaskood: 132002BDRR

Töö vastab kehtivatele nõuetele.

Juhendaja: Tiit Pukk_____

Kaitsmisele lubatud „ _____ „ _____ 2017

TTÜ kaitsmiskomisjoni esindaja:
