

Tellija: **Korteriühistu Kuu**
Tellija kontaktisik: **Marten Teino**
Aadress: **Alevi 22-2**
Tel.: **55 621 151**
E-post: **marten.teino@gmail.com**



Kortermaja energiaaudit

Töö nr TA-14-10



Nõva tn 1, Tartu linn
45-korteriga elamu

Auditeerimise aeg: 04.03.2014.a.
Aruanne esitatud: 14.04.2014.a.
Auditeerija ettevõtte: TERMOPILT TARTU OÜ
Aadress: Riia 24a, Tartu
Reg. Nr. 11755907
MTR registreering EHA000064
Tel.: 53 49 11 82
E-post: tartu@termopilt.ee
Energiaaudiitor: Tõnu Jõesaar

Allkiri:



Sisukord

Sissejuhatus	3
1. Auditi tulemuste kokkuvõte ja ülevaade säästuettepanekutest.....	4
2. Hoone energiakasutuse ülevaade ja analüüs	5
2.1 Hoone asukoht ja paiknemine.....	5
2.2 Hoone üldandmed	5
2.3 Varem läbiviidud rekonstrueerimis/renoveerimistööd	6
2.4 Energia- ja veevarustuse üldisloomustus	6
2.5 Soojusenergia kulu.....	7
2.6 Elektrienergia kulu.....	9
2.7 Vee kulu.....	10
2.8 Hoone soojusbilanss	10
2.9 Eluruumide sisekliima	12
2.9.1 Nõuded eluruumide sisekliimale.....	12
2.9.2 Sisekliima mõõtmise tulemused.....	13
2.10 Korterite sisekliima ankeet.....	13
3. Hinnang hoone energiakasutuse kohta, säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus.....	15
3.1 Hoone piirdetarindid	15
3.1.1 Katuslagi.....	16
3.1.2 Välisseinad	16
3.1.3 Sokkel.....	17
3.1.4 Välisüksed ja trepikoja aknad.....	17
3.1.5 Aknad	18
3.1.6 Lodžad	18
3.2 Hoone tehnosüsteemid.....	19
3.3 Vee- ja kanalisatsioonisüsteemid.....	21
3.4 Ventilatsioonisüsteem.....	22
3.5 Kütte- ja ventilatsioonisüsteemide säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus	25
3.6 Elektriseadmed	25
3.7 Hoone vabasoojus ja tasakaalutemperatuurid.....	25
4. Kokkuvõte säästumeetmetest	28
4.1 Säästumeetmete paketid.....	29
4.2 Säästumeetmete pakettide mõju maksekoormusele.....	32
4.3 Kokkuvõte.....	33
5. Kasutatud allikad.....	33
6. Kasutatud mõõteseadmed.....	33
7. Lisad	34
7.1. Soojusenergia tarbimisandmed.....	34
7.2. Tarbevee tarbimisandmed.....	34
7.3. Soojavee tarbimisandmed (andmed puuduvad).....	35
7.4. Elektrienergia tarbimisandmed.....	35
7.5. Termograafilise ülevaatusaruande ja fotod.....	35

Sissejuhatus

Käesolevas energiaauditi aruandes on esitatud tartu linnas 5-korruselise 45 korteriga kortermaja kütte, ventilatsiooni, elektri- ja veevarustuse süsteemide käesoleva olukorra analüüs ning leitud võimalused hoone energiatarbe vähendamiseks.

Auditeerimise mahu ja mudeli aluseks on võetud Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ning Tallinna Tehnikaülikooli poolt väljatöötatud hoonete energiaauditi juhendmaterjal. Energiakasutuse analüüsimiseks on kasutatud korteriühistu juhatuse poolt kogutud ja edastatud hoone tarbimisandmeid ja vastavaid rahalisi kulutusi aastatel 2009-2013. Hoone seisukorra täpsemaks määramiseks on teostatud märtsis 2014 hoone ülevaatus ja välispiirete termopildistamine.

Aruanne sisaldab hoone piirdetarindite ning tehnosüsteemide tehnilis-majanduslikku analüüsi, energia tarbimise alandamise potentsiaali lähtuvalt võimalikest energiasäästumeetmetest. Energiasäästu potentsiaal on esitatud vajalike investeeringute, eeldatava energiakokkuhoiu ning lihttasuvusaja kujul.

Hoones on mõõdetud soojustarbimist, elektritarbimist ning veetarbimist kuude kaupa. Soe tarbevesi valmistatakse tsentraalselt sojussõlmes kasutades kaugkütte soojusenergiat. Õhuvahetusest tingitud soojuskadusid hinnati kaudselt õhuvahetuse kordarvu alusel.

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 ühtlustub eeldatavalt normikohasele tasemele. Tuleb tähele panna, et erinevate meetmete rakendamisel saadavad säästud ei ole otseselt liidetavad.

Väljapakutud energiasäästu ettepanekute realiseerimine võib nõuda vastavate tööde jaoks projekti koostamist ja ka ehitusloa taotlemist vastavalt kohaliku omavalitsuse poolt kehtestatud korrale. Ehitusfirmadelt on soovitatav tööde hinnapakkumised küsida lähtudes rekonstrueerimisprojektist, mis annab adekvaatse aluse ka tööde omanikujärelevalve korraldamiseks.

Loodetud energiasäästu saavutamiseks on vaja koos hoone välispiirete rekonstrueerimisega ette võtta küttesüsteemide ümberseadistamist.

Objekti ülevaatusel abistas audiitorit korteriühistu esindajana hr Marten Teino.

Korteriühistu, kui lõpptarbija seisukohalt on säästupotentsiaal, energiahinnad ja kõik kulutused auditis arvestatud koos käibemaksuga 20%. Parendustööde lihttasuvusaja arvutamisel on lähtutud Tartu Keskkatlamaja AS teeninduspiirkonnas kehtestatud soojusenergia piirhinnast 64,02€/MWh.

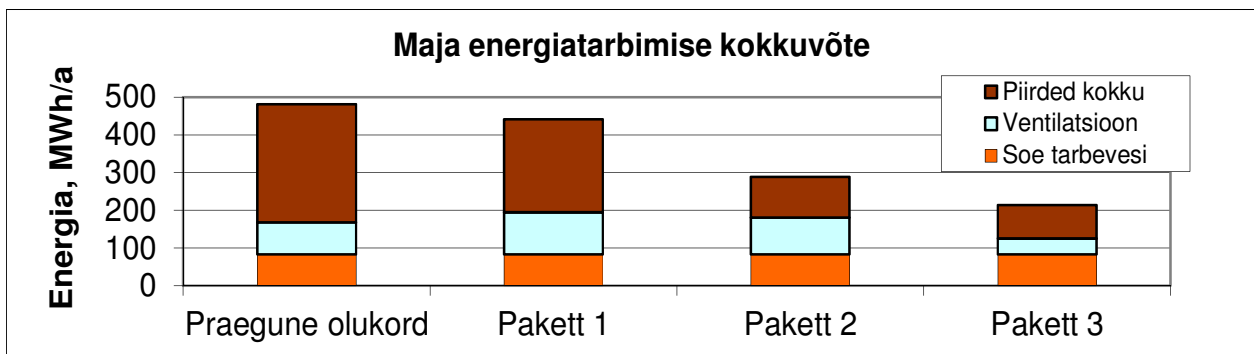
1. Auditi tulemuste kokkuvõte ja ülevaade säästuettepanekutest

Käesolevas peatükis on esitatud kokkuvõte korterelamu energiaauditi läbiviimise tulemustest. Soojusenergia keskmine kogukulu aastatel 2009-2013 on mõõdetud 457 MWh/a.

Normaalaastale taandatud kolme viimase täisaasta soojusenergia keskmine kulu on 481 MWh/a ja lähtuvalt hoone köetavast pinnast 2692 m² (eluruumid ja trepikojad) on normaalaasta keskmine kogu soojusenergia eritarbimine köetava pinna ühikule 181 kWh/m². Elektrienergiat on tarbitud kokku 76 MWh/a. Kaalutud energiaeritarbimine on 217 kWh/m²a, energiamärgise klass-E.

Auditi tulemusena on hoone renoveerimiseks välja pakutud kolm säästumeetmete paketti, mille abil on võimalik soojusenergia kulu tehniliselt alandada ning lisaväärtuseks on inimeste heaolu tõus tänu paranenud sisekliimale. Säästupaketid (p.4.1) on esitatud põhjusel, et teatud meetmed on omavaheline koosmõju. Säästupakettide energiasääst on arvatud käesoleva olukorra suhtes.

- Esimene pakett. Soojustatakse katuslagi, otsaseinad ja sokkel. Ventilatsioonikanalid puhastatakse, seintesse paigaldatakse värskõhu klapid. Pärast soojustustöid tasakaalustatakse küttesüsteem projekti aluse. Investeering on ca. 102 tuh eurot ja energiasääst on 41 MWh ehk 10%. Soojusenergia eritarbimine köetava pinna ühikule on 133 kWh/m². Kaalutud energiaeritarbimine on 204 kWh/m²a. Energiamärgise klass – E.
- Teine pakett. Soojustatakse välisseinad, katuslagi ja sokkel. Vahetatakse ehitusaegsed eluruumide ja trepikoja aknad. Ventilatsioonikanalid puhastatakse, seintesse paigaldatakse värskõhu klappid. Olemasolev küttesüsteem rekonstrueeritakse ruumi tasemel reguleeritavaks ja torustik isoleeritakse. Majas viiakse sisse küttekulude individuaalne arvestamine. Investeering on ca 285 tuh eurot ning aastane sääst on 192 MWh/a ehk 48%. Soojusenergia eritarbimine köetava pinna ühikule on 76 kWh/m²a. Kaalutud energiaeritarbimine on 153 kWh/m²a. Energiamärgise klass -D.
- Kolmas pakett. Hoone täielik energeetiline saneerimine ja tehnosüsteemide rekonstrueerimine. Välispiirded soojustatakse ja aknad vahetatakse vastavalt paketile I. Lodžad ehitatakse kinni ühtse projekti alusel. Värskõhu klappide asemel paigaldatakse eluruumidesse energiatagastusega ventilatsiooniagregaadid. Küttesüsteem rekonstrueeritakse kahetorusüsteemseks. Majas viiakse sisse küttekulude individuaalne arvestamine. Investeering on ca 409 tuh eurot ja aastane energiasääst on 267 MWh/a ehk 67%. Soojusenergia eritarbimine köetava pinna ühikule on 49 kWh/m². Kaalutud energiaeritarbimine on 128 kWh/m²a. Energiamärgise klass-C.



2. Hoone energiakasutuse ülevaade ja analüüs

2.1 Hoone asukoht ja paiknemine



Hoone paikneb tiheasustusalal Tartu linnas Karlova linnaosas.

2.2 Hoone üldandmed

Tabel 1

Hoone aadress:	Tartu maakond, Tartu linn, Nõva tn 1
EHR kood:	104019098
Ehitusaasta:	1988
Hoone kasutamise otstarve:	Muu kolme või enama korteriga elamu
Ehitisalune pind (EHR), m ² :	651
Suletud netopind (EHR), m ² :	3214,8
Minimaalne korruste arv:	5
Maksimaalne korruste arv:	5
Hoone maht (EHR), m ³ :	10668
Kõetav pind, m ² :	2692
Eluruumide pind (EHR), m ² :	2465
Mitteeluruumide pind (EHR), m ² :	
Ruumide kõetav sisekubatuur, m ³ :	6999
Korterite arv:	45
Tubade arv:	110
Elanike arv:	84
Keldri olemasolu:	Jah
Pööningu olemasolu:	Ei

Keldrikorrusel asuvaid kütetorustike poolt soojendatud ruume ei ole hoone kõetava pinna hulka arvestatud. Trepikojad on küttega.

2.3 Varem läbiviidud rekonstrueerimis/renoveerimistööd

Tabel 2

Aasta	Tööde nimetus ja maht
Jooksvalt	Puitakende vahetamine pakettakende vastu. Uusi aknaid on 65% akende pindalast
2010	Küttesüsteemi tasakaalustamine
2012	Sooja tarbevee tootmise ümberehitus.
2013	Ventilatsioonikanalite puhastamine

Viiekorruseline 45 korteriga ja 3 trepikojaga kortermaja, mille välisseinad on monteeritud kolmekihilistest paneelidest.

Keldri seinad on monteeritud vundamendiplokkidest. Keldri aknad on ehitusaegsed.

Hoonel on sisemise äraooluga lamekatuse. Katuse soojustussüsteem on ehitusaegne, parapetid on kaetud tsinkplekist katetega.

Trepikodade ja keldrite sissepääsud on soojustatud metallustega. Trepikodade sissepääsudel on tuulekojad. Trepikodasid kütakse, aknad on ehitusaegsed.

Soojusenergia hoone kütmiseks saadakse kaugkütte võrgust ja küttevõimsust reguleeritakse avatud soojussõlmes välistemperatuuri järgi. Hoones on ehitusaegne altjaotusega ühetorusüsteem, küttekehadeks on valdavalt malmist ribiradiaatorid. Radiaatoritel puuduvad reguleeriviilid. Küttesüsteem on tasakaalustatud.

Ventilatsioonisüsteem on ehitusaegne loomuliku väljatõmbega. Väljatõmbeavad on köögis ja sanitaarruumides. Piisava õhuvahetuse pidid eluruumides tagama akende/uste ebatihedused.

Veevarustus ja kanalisatsioon on ühendatud välisvõrguga.

Soe tarbevesi valmistatakse tsentraalselt soojussõlmes kiirboileriga.

Hoone on ühenduses AS Eesti Energia elektrisüsteemiga. Korterid arveldavad otse energiamüüjaga.

2.4 Energia- ja veevarustuse üldisloomustus

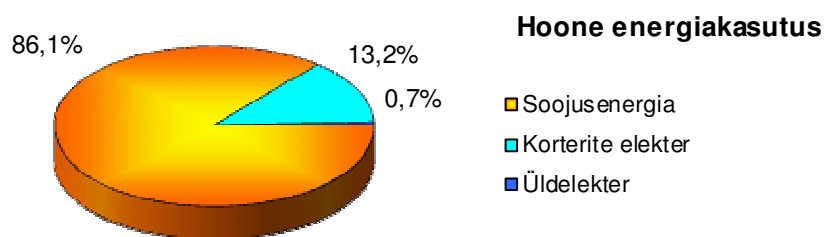
Tabel 3

Soojusenergia tarnija:	Tartu Keskkatlamaja AS
Põhiline kütteviis:	Kaugküte
Kasutatav kütus:	Puiduhake, maagaas
Küttesüsteemi põhimõtteline lahendus:	Ühetorusüsteem.
Kütte automaatika	Välistemperatuuri anduriga kütteautomaatika.
Küttesüsteemi üldise soojuskulu mõõtur:	Kamstrup Multical
Soojuskulu mõõtmine korteromandites:	Puudub
Tarbevee tarnija:	Tartu Veevärk AS
Veevarustuse liik:	Tsentraalne asulavõrgust
Olmekanaliseerimine:	Tsentraalne, juhitakse asulavõrku
Sooja tarbevee valmistamine:	Soojussõlmes kiirboileriga
Sooja tarbevee arvestus:	Korterites veemõõtjad
Ventilatsiooni liik:	Loomulik: õhu sissepääs ventilatsiooniavadest ja akende/uste ebatiheduste kaudu, väljatõmme ventilatsiooni-lõõride kaudu
Kodugaasi tarbimine ja tarnija	Puudub
Elektrienergia tarnija:	Eesti Energia AS

Elektrivõrgu pinge:	3x400 V
Liitumispunkti peakaitse:	100 A

Hoones viimasel kolmel aastal keskmiselt tarbitud soojusenergia, üld- ja korterite elekter kokku jagunevad alljärgnevalt:

Joonis 1



Kokku on majas tarbitud erinevatest allikatest 546 MWh/a energiat.

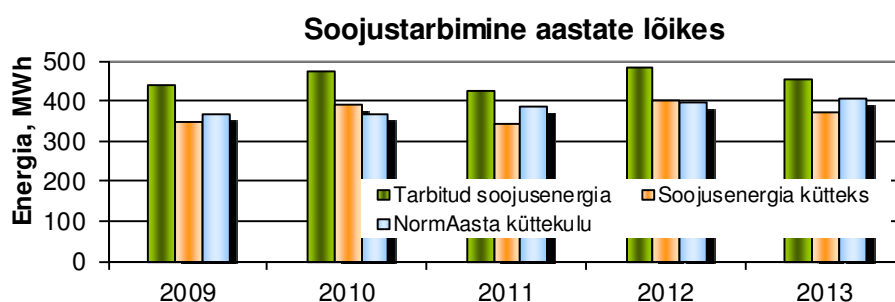
2.5 Soojusenergia kulu

Tabel 4

Soojusenergia tarbimine	2009	2010	2011	2012	2013	Ühik
Elektrienergia kütteks						MWh/a
Soojusenergia tarbimine	440	475	430	484	456	MWh/a
Energia sooja tarbevee valmistamiseks	90	81	84	83	83	MWh/a
Soojustarbimine kütteks	351	394	346	402	373	MWh/a
Kraadpäevade võtmepiirkond	2 Tartu					
Kraadpäevade arv	4064	4608	3844	4338	3920	°C d
Normaalaasta kraadpäevade arv	4295					°C d
Normaalaastale vastav soojustarbimine	460	448	470	480	492	MWh/a
Soojuse keskmine tariif/hind	50	51	53	60	64	€/MWh
Kulutused soojusele	21942	24210	22963	29113	29188	€/a
Eritarbimine köetava pinna kohta	171	166	175	178	183	kWh/m ²
Eritarbimine eluruumide pinna kohta	187	182	191	195	199	kWh/m ²

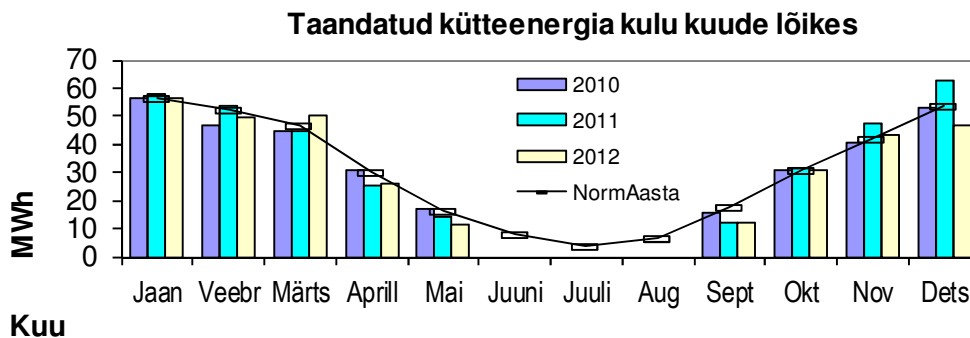
Soojusenergia tarbimise graafikud

Joonis 2



Kraadpäevade abil on välistemperatuuri muutuste mõju kütteenergia tarbimisele elimineeritud ja erinevate aastate soojustarbimine on taandatud keskmise nn NormAasta soojustarbimise tasemele. Soojusenergia tarbimine on aastate lõikes kõikunud vastavalt kütteperioodi keskmisele temperatuurile. Normaalaastale taandatud küttekulu on nõrga kasvutrendiga.

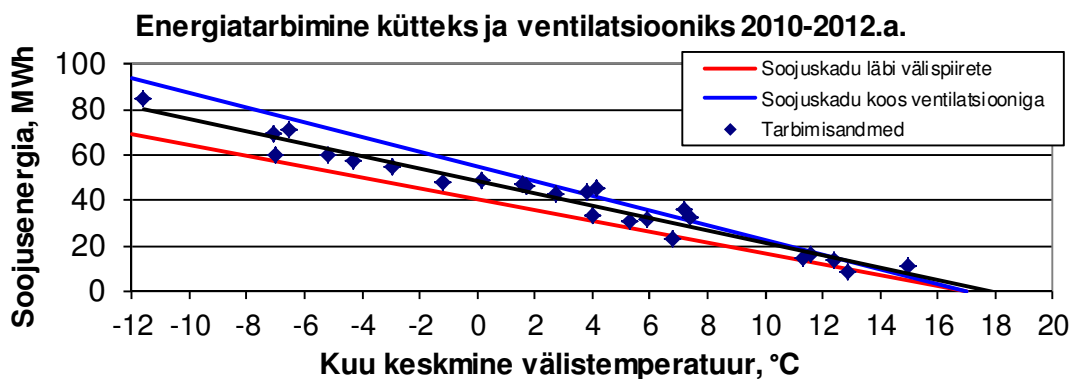
Joonis 3



Joonisel 3 markeerib NormAasta kütteenergia kulu graafik hoone arvutuslikku kütte ja ventilatsiooni energiavajadust. NormAasta nivoost kõrgemat energiatarbimist markeerivad tulbad näitavad maja ülekütmist antud perioodil ja madalamad tulbad tähendavad vaegkütmist. Sügisel on alustatud kütmist kooskõlas välistemperatuuri langemisega. Välisõhu kõrge niiskusetase sügisel ja kütmata ruumide suhteliselt madal temperatuur soodustavad välisseinte külmade piirkondade küllastumist niiskusega ja hallituse tekkimist. Juba kasvama hakanud hallitusest on väga raske lahti saada. Kütmise algusega viivitamine ei anna tegelikult energiasäästu, sest niiskunud konstruktsioonide suuremad soojakaod võivad ületada kütmise viivitamisega saadava kokkuhoiu. Hoone välisseinte kuivana hoidmiseks on soovitatav sügisel kütmist alustada pigem varem ja tugevamalt kui välistemperatuur seda eeldab. Kuivad välisseinad on parima soojapidavusega. Seevastu kevadkuudel (aprill, mai), kui päikese vabasoojus küttele olulist lisa annab (vt vabasoojuse arvutust p.3.7) on soovitatav energiasäästule enam panustada.

Kütteaumatika seadistust iseloomustab tarbimisandmete sõltuvus välistemperatuurist.

Joonis 4



Tarbimispunktide hajumine on suhteliselt suur välistemperatuuride vahemikus 4-8°C, madalam välistemperatuuril on majasse antava soojusenergia keskmine kogus on kooskõlas välistemperatuuri muutustega.

Edaspidistes arvutustes on kasutatud hoone aastase energiavajadusena küttele ja ventilatsioonile viimase kolme aasta keskmist normaalaastale teisendatud energiavajadust 398 MWh/aastas.

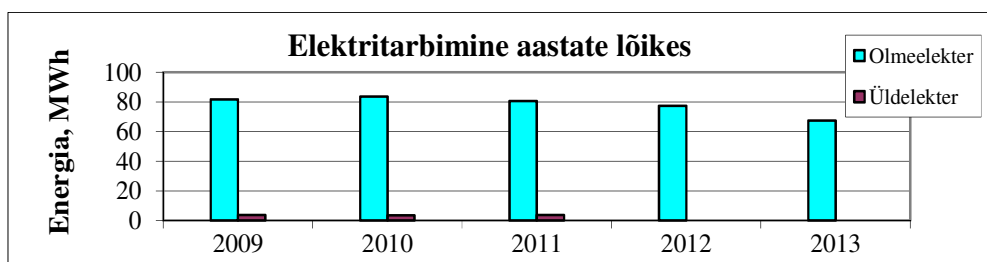
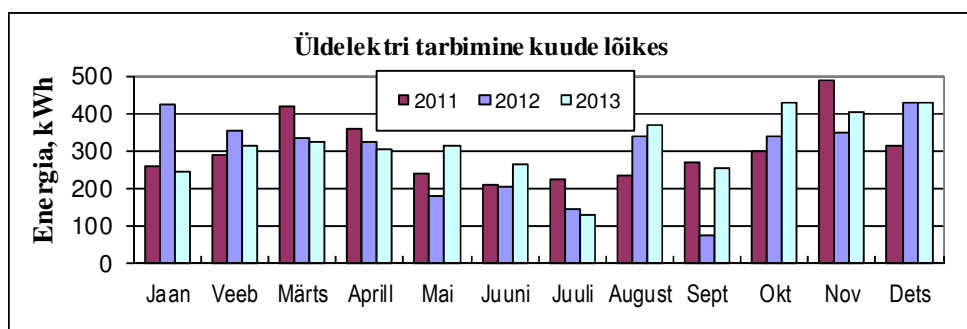
2.6 Elektrienergia kulu

Tabel 5

Elektrienergia tarbimine	2009	2010	2011	2012	2013	Ühik
Elektrienergia tarbimine (üldelekter)						
Elektrienergia tarbimine	3,4	3,6	3,6	3,5	3,8	MWh/a
Eritarbimine köetava pinna kohta	1,3	1,4	1,3	1,3	1,4	kWh/(m ² a)
Eritarbimine eluruumide pinna kohta	1,4	1,5	1,5	1,4	1,5	kWh/(m ² a)
Elektrienergia maksumus						€/a
Elektrienergia tarbimine (korterid)						
Elektrienergia tarbimine	81,6	83,6	80,7	77,3	67,4	MWh/a
Elektrienergia sooja tarbevee valmistamiseks						MWh/a
Elektrienergia kütteks						MWh/a
Elektrienergia tarbimine olmelisteks	81,6	83,6	80,7	77,3	67,4	MWh/a
Elektri eritarbimine köetava pinna kohta	30,3	31,0	30,0	28,7	25,0	kWh/(m ² a)
Elektri eritarbimine eluruumide pinna kohta	33,1	33,9	32,7	31,4	27,3	kWh/(m ² a)
Elektrienergia maksumus						€/a

Olmeelektri eritarbimine köetava pinna kohta on normi kohaselt 40 kWh/(m²*a), kui toiduvalmistamiseks kasutatakse elektripliite. Antud majas on valdavalt elektripliidid, kuid elektritarbimine on sellest normist madalam. Korterite asustustihedus on suhteliselt madal. Viimasel aastal on elektritarbimine vähenenud, tõenäoliselt seoses elektri kallinemisega. Olmeelektri kõige suurem säästuvõimalus on seadmete täielik väljalülitamine kui neid ei kasutata. See kehtib nii valgustite, olmeelektronika kui ka telefonilaadijate kohta. Säästupirnide kasutamine on efektiivne üldvalgustites, mida tihti sisse-välja ei lülitata. Sagedane sisse-välja lülitamine kahandab oluliselt säästupirnide eluiga ja muudab rahalise säästu olematuks. Uued LED-tüüpi valgustid on sellest puudusest vabad. Üldelektri tarbimine moodustab viimastel aastatel kogu elektritarbimisest 5% ja 80% sellest on soojuskeskuse seadmete tarbimine. Ülejäänud on trepikodade ja keldri valgustus.

Joonis 5



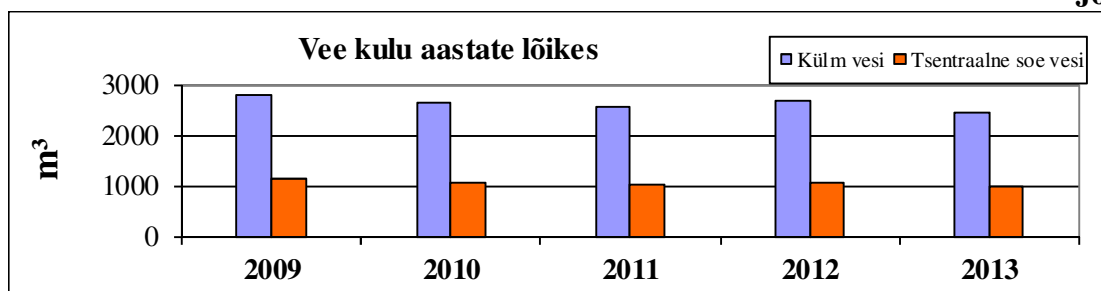
2.7 Vee kulu

Tabel 6

Tarbevee kulu	2009	2010	2011	2012	2013	Ühik
Tarbevesi (külm)	2795	2622	2550	2672	2424	m ³ /a
-erikulu köetava pinna kohta	1,04	0,97	0,95	0,99	0,90	m ³ /(m ² a)
-erikulu eluruumide pinna kohta	1,13	1,06	1,03	1,08	0,98	m ³ /(m ² a)
Vee eest tasutud	4321	4090	277	324	4596	€/a
Soe tarbevesi kokku	1118	1049	1020	1069	970	m ³ /a
-erikulu köetava pinna kohta	0,42	0,39	0,38	0,40	0,36	m ³ /(m ² a)
-erikulu eluruumide pinna kohta	0,45	0,43	0,41	0,43	0,39	m ³ /(m ² a)
Elektri kulu vee soojendamiseks						MWh/a
Soojusenergia vee soojendamiseks	90	81	84	83	83	MWh/a
Soojuse tariif/hind	50	51	53	60	64	Kr/MWh
Otsesed kulud sooja vee tootmiseks					5299	€/a

Soe tarbevesi valmistatakse soojussõlmes kiirboileri abil ja sooja vee koguseid mõõdetakse korterites.

Joonis 6



Soe tarbevesi valmistatakse tsentraalselt soojussõlmes kiirboileriga. Tarbitud sooja vee koguseid mõõdetakse korterites, sellegipoolest puuduvad ülevaatlilikud tarbimisandmed ja sooja vee tarbimiseks on arvestatud keskmiselt 40% kogu veetarbimise mahust. Veetarbimine on viimastel aastatel langenud, ilmselt koos elanike arvu mutumisega. Sooja tarbevee arvestuslik erikulu inimese kohta on 45 l/pers*päev, mille kohaselt maja soojavee tarbimine peaks olema 1380 m³/a. Hinnanguline tarbimine on 74% sellest kogusest ja sõltub ilmselt elanike tarbimisharjumusest, leibkondade koosseisust ja vanuselisest struktuurist.

2.8 Hoone soojusbilanss

Hoones tarbitud soojusenergia, elektrienergia ja inimeste elutegevuse tagamiseks vajalik ning sellega kaasnev energia (vabaenergia) moodustavad hoone energiabilansi ühe poole. Soojakaod läbi välispiirete, kanalisatsiooni lastud reovesi ja ventilatsiooniks vajaliku õhu soojendamise energiakulu moodustavad hoone energiabilansi teise poole.

Vastavalt energiaauditi koostamise juhendile on soojuse bilansivalem kululiikide alusel järgmine:

$$Q_{\text{kogukulu (arvesti järgi)}} = Q_{\text{välispiirded}} + Q_{\text{õhuvahetus}} + Q_{\text{soe vesi}}$$

Soojakadude arvutamisel on oluline arvestada hoone tasakaalutemperatuuri, mis antud juhul on vabaenergia arvutuste ja soojusenergia kasutamise kaudu määratud 17°C. Kõik soojuskadude arvutused on tehtud tuginedes normaalaasta Tartu piirkonna kraadpäevade arvule. Hoone soojusbilanss on esitatud tabeli kujul (Tabel 8).

Hoone jahtumine läbi välispiirete on proportsionaalne piirde soojusjuhtivuse ja piirde pindala korrutisega. Summaarne soojuskadu on soojuskadude summa üle kõikide välispiirete korrutatud kütteperioodi kraadpäevade arvuga (S_k)

$$Q_{\text{välispiirded}} = S_k \sum A_i * U_i$$

Iga välispiirde osa jahtumises ja kogu soojusenergia kadu läbi praeguses olukorras välispiirete on toodud alljärgnevas tabelis

Tabel 7

Piirde nimetus	Pindala, A_i	Soojusjuhtivus, U_i	Erisoojus- kadu, H_{vp}	Soojuskadu aastas, Q
	m ²	W/m ² K	W/K	MWh
Külgliseinad	1270	1,00	1270	120
Otsaseinad	329	1,00	329	31
Katuslagi	622	0,65	405	38
Aknad uued	245	1,40	343	32
Aknad vanad	130	2,50	325	31
Trepikoja aknad/uksed	32	2,20	70	7
I korruse põrand	587	0,49	289	27
Lodža piirded, jm	312	0,90	281	27
		Kokku	3311	313

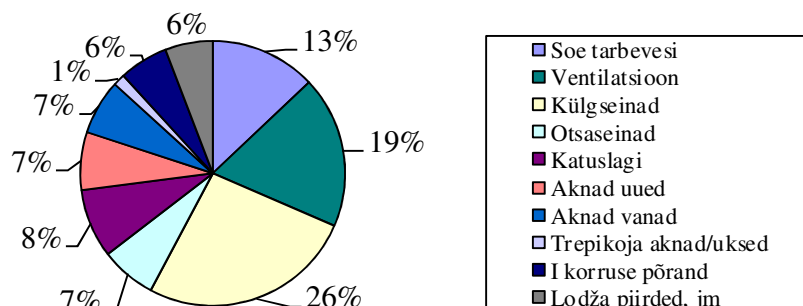
Lähtuvalt hoone köetavast mahust on normikohase õhuvahetuse korral (õhuvahetuse kordarv $n=0,5$ 1/h) värske õhu vajadus 3500 m³/h ja erisoojuskadu õhuvahetusele on 1177 W/K. Aastane energiavajadus ventilatsiooni tagamiseks on sellisel juhul 111 MWh/a. Tegelik energiakulu ventilatsioonile, hoone praeguses olukorras, erineb sellest väärtusest vastavalt reaalset toimuvale õhuvahetusele ja on toodud soojusbilansi tabelis allpool.

Tabel 8

Hoone soojusbilanss	Energia sisse, MWh/a	Energia välja, MWh/a	Osakaal
Mõõdetud soojusenergia tarbimine - Q_{kogukulu}	481		
Soojusenergia tarbitud soojas vees - $Q_{\text{soe vesi}}$		83	17%
Arvutatud soojuskadu läbi välispiirete - $Q_{\text{välispiirded}}$		313	65%
Energia õhuvahetuseks ja infiltratsiooniks - $Q_{\text{õhuvahetus}}$		85	18%
Kokku	481	481	
Õhuvahetuse kordarv, 1/h		0,38	
Tasakaalutemperatuur, °C		17	

Hoone soojusenergia kulude jaotus ventilatsiooni tagamiseks ja läbi välispiirete toimuvate jahtumiskadude kompenseerimiseks on järgmine:

Joonis 7



2.9 Eluruumide sisekliima

2.9.1 Nõuded eluruumide sisekliimale

Lähtudes Eesti standardist EVS 839:2003 Sisekliima (standard kehtetu, uus loomisel) toodud normväärtustest, on talvisel ajal:

Soojusliku mugavuse klass	A	B	C
ruumiõhu temperatuur	21-23 °C	20-24 °C	19-25 °C
suhteline niiskus talvel	25% - 45%	25% - 45%	25% - 45%
süsihappegaasi (CO ₂) tase	<1000 ppm	<1200 ppm	<1500 ppm

Ventilatsioon peab tagama hoones viibivatele inimestele normaalse sisekliima ja piisava värskes õhu juurdevoolu, et ei ületata vastava klassi ruumide CO₂ maksimaalset mahukontsentratsiooni. Ruumiõhu niiskusesisaldus peab olema niisugustes piirides, mis väldib veeauru kondenseerumist konstruktsioonides, sh külmasildadel ning ei põhjusta niiskuskahjustusi ega mikroorganismide kasvu. Kõrge õhuniiskuse tase toob kaasa hallituse tekkimise külmasildadel.

Siseõhu suhteline niiskus sõltub niiskustootlusest ruumides (inimeste arv ja elutegevuse intensiivsus, toidu valmistamine, pesemine, taimede kastmine jne), ventilatsiooni toimimisest ja õhu vahetusest ning välisõhust. Kuigi talvel on välisõhu suhteline niiskus kõrge, on tema veeauru sisaldus ehk absoluutne niiskus väike. Peamiselt seetõttu on siseruumide suhteline niiskus talvel madalam, kui suvel. Suhteline niiskus sõltub temperatuurist: sama veeauru sisaldusega õhu suhteline niiskus on soojemas keskkonnas madalam ja jahedamas keskkonnas kõrgem.

Hoonetes, kus on probleeme niiskusega, tekivad reeglina hallitusprobleemid. Hallitusseened suudavad alustada kasvu, kui suhteline õhuniiskus on >70-80%, ning kasv üha intensiivistub, kui õhu suhteline niiskus suureneb kuni 100%. See tähendab, et niiske õhu kondenseerumisel külmale seinale tekkivast veest piisab, et hallitusseened saaksid hakata kasvama. Kõrvuti ebameeldiva lõhna ja pinnaviimistluse hävimisega võivad hallitused põhjustada allergiat ja nn „haige hoone sündroomi“. Inimesed, kelle immuunsüsteem puutub pidevalt kokku hallitustega, võivad muutuda ülitundlikuks. Hallitusseente eosed põhjustavad hingamisteede haiguseid.

2.9.2 Sisekliima mõõtmise tulemused

Maja ülevaatusel ajal 04-05.03.2013 mõõdeti korterite sisekliimat iseloomustavaid parameetreid:

Parameeter	Korter 39	Korter 44	Korter 7	Korter 1	Korter 43	Korter 9	Korter 28
Sisetemperatuur, °C	20,4	20,8	21,2	19,8	19,3	20	21,4
Suhteline niiskus, %	49	46	50	48	57	52	50
CO ₂ tase, ppm	1670	1500	1850	1500	1700	1550	2070
Õhu liikumine, m/s							
Köögi vent-ava	0,5	0,2	0,3/1,5*	0,2	0,6	kubu	kubu
WC vent-ava	0,1	0	/1*	0	0,7	0,1	0,1

-* avatud aknaga

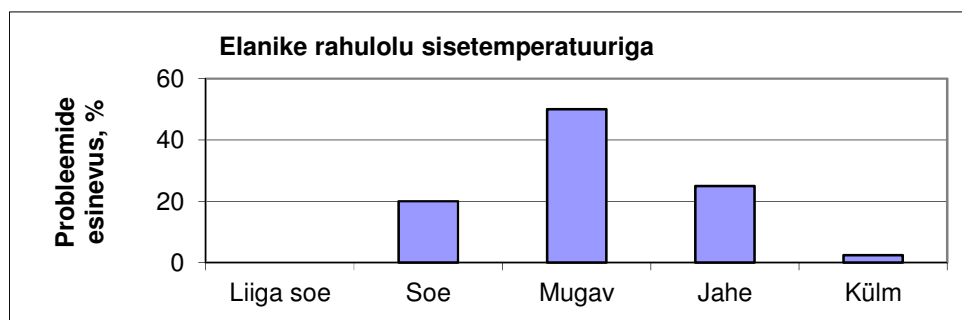
Korterite erinevate ruumide õhutemperatuur jäi valdavalt vahemikku 29 - 22°C, mis vastab soojusliku mugavuse klaas C nõuetele. Kõigis külastatud korteris oli süsihappegaasi tase võrdne või kõrgem kui soovituslik ülempiir 1500 ppm. Tervisliku sisekliima kriteeriumiks on süsihappegaasi tase alla 1000 ppm. Ka õhu niiskusetase on üle soovitusliku piiri 45%. Piisava õhuvahetuse tagamiseks peaks väljatõmmatava õhu liikumiskiiruseks ventilatsiooniavades olema vähemalt 1 m/s. Seintes või aknaraamides puuduvad värskeõhu avad. Kui värsket õhku juurde ei tule ei saa saastunud õhk välja minna. Olukorda iseloomustab korter 7, kus akna avamise tulemusena tekkis piisav väljatõmme.

2.10 Korterite sisekliima ankeet

Korterite sisekliima ankeedi täitis 40 korterit, mis on 89% korterite üldarvust. Alljärgnev kokkuvõte annab ülevaate maja olukorrast täidetud ankeetide alusel.

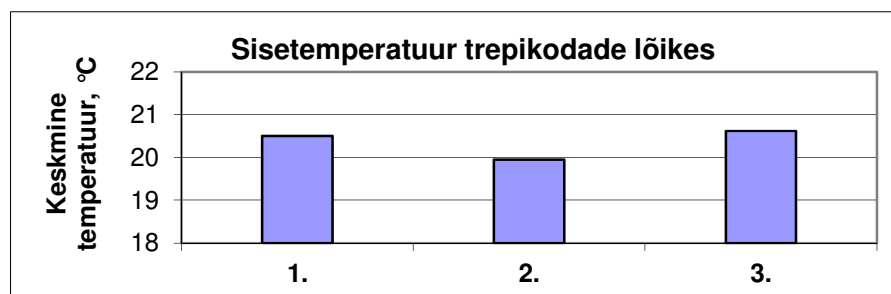
1. Korterite siseõhu temperatuuriga rahuolu iseloomustab allolev diagramm

Joonis 8

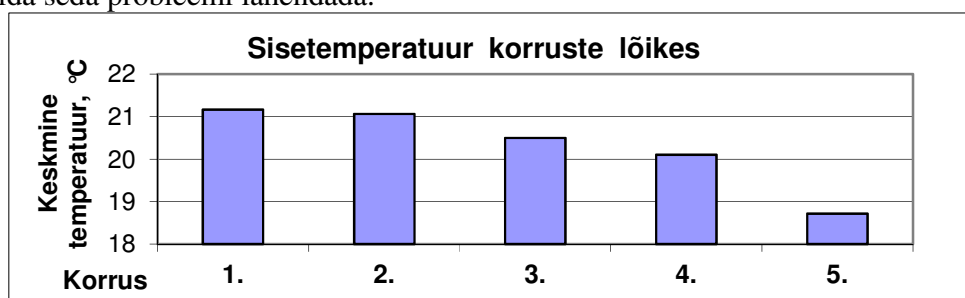


Elanike hinnang korteri sisetemperatuurile näitab, et maja köetakse elanike enamuse rahulolu silmas pidades. Korterites puudub kütte reguleerimise võimalus ja proportsionaalselt on nii sooje kui ka jahedaid kortereid. Üks viienda korruse korter on külm. Korterite temperatuurid jäävad vahemikku 17-23°C. Korterite keskmine temperatuur on 20,4°C, mis on madalam meie kliimas soovitatavast talvisest eluruumide temperatuurist 21-22°C.

2. Majas on ehitusaegne ühetoru-küttesüsteem mida ei ole omavoliliste ümberehitustega kuigivõrd muudetud. Küttesüsteemi on tasakaalustatud ja trepikodade lõikes ei ole keskmise temperatuuri varieeruvus suur.



3. Korterite temperatuuride vahel on suured erinevused korruste lõikes. Katuslae soojusjuhtivus on suur ja ülemisel korrusel ei jätku küttevõimsust. Küttesüsteemi tasakaalustamine ei võimalda seda probleemi lahendada.



4. Küttesüsteemi reguleerimisvõimalusest tundis puudust 46% vastajatest. Radiaatoritele on vaja paigaldada regulaatorventiilid ja termostaadid.
5. Majas on loomuliku väljatõmbega ventilatsioonisüsteem ja värske õhu sissevoolu pidi tagama uste ja akende ebatihedus. Ventilatsiooni väljatõmbeavad asuvad köögis, WC-s ja vannitoas. WC ja vannitoa ventilatsiooniga on rahul 53% vastanutest. Sanitaarruumide väljatõmbeava asub WC-s. Köögi ventilatsiooniga on rahul 45% vastanutest.
6. Süstemaatilist akende kaudu tuulutamist kasutab 40% korteritest.
7. Kõik vanad aknad on vahetanud uute vastu 53% korteritest ja 20% korteritest on seda teinud osaliselt.
8. Lodžad on kinni ehitatud 25% korteris. Kuigi lodžade kinniehitamine vähendab soojakadusid, on seda tehtud erineval viisil ja ilma projektita. Niisugune tegevus ei ole kooskõlas ehitusseadusega ja maja arhitektuuriline väljanägemine on rikutud.
9. Tulenevalt konstruktiivsetest külmasildadest ja puudulikust ventilatsioonist on hallituseprobleemid 23% korterites, peamiselt 5. korrusel, kus ei piisa küttevõimsust ja loomulik ventilatsioon ei toimi olemuslikult. Ülemise korruse korteritesse on soovitatav paigaldada väljatõmbeventilaatorid.

Sisekliima ankeedi tulemused näitavad vajadust hoone kütte- ja ventilatsioonisüsteemi rekonstrueerimiseks, et tagada elanikele tervislik ja mugav sisekliima optimaalsete küttekulude juures. Parima tulemuse annab hoone kompleksne rekonstrueerimine, kus vähendatakse ka välispiirete soojakadusid.

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

3.1 Hoone piirdetarindid

Tabel 9

Praegune olukord					Tehnilised parendusvõimalused ja vastav lihttasuvusaeg					
Piirdetarind või selle osa	Materjal/tüüp, olukorra kirjeldus	Pind-ala	U-arv	Soojus-kaod	Meetmed energiasäästuks	U-arv	Soojus-kaod	Energia-sääst	EUR	Tasuvus-aeg
		m ²	W/m ² K	MWh/a		W/m ² K	MWh/a	MWh/a		aasta
Piirded kokku		3527		313			117	196	254 000	20
Otsaseinad	Kolmekihilised suurpaneelid	329	1,00	31	Lisasoojustus 200 mm	0,17	5	26	30 000	18
Katuslagi	R/b paneel, ehitusaegne soojustus	622	0,65	38	Lisasoojustus 200+50 mm, uus katusekate	0,13	8	31	37 000	19
Külgliseinad	Kolmekihilised suurpaneelid	1270	1,00	120	Lisasoojustus 150 mm	0,21	25	95	115 000	19
Trepikoja aknad/uksed	Ehitusaegsed aknad, uued metalluksed	32	2,20	7	Uued pakettaknad (3 klaasi)	1,40	4	2	3 000	20
Aknad vanad	35% ehitusaegsed aknad, osaliselt amortiseerunud	130	2,50	31	Uued pakettaknad (3 klaasi)	1,10	13	17	24 000	22
I korruse põrand	Jahtumine läbi keldri piirete	587	0,49	27	Lisasoojustus 120 mm sokli peal	0,30	17	10	17 000	25
Lodža piirded, jm	Projektipõhiselt avatud, 25% klaasidega suletud	312	0,90	27	Ehitatakse kinni ühtse projekti alusel	0,40	12	15	28 000	30
Aknad uued	2 klaasiga pakettaknad, plastikraamiga	245	1,40	32	Tarindit ei renoveerita	1,40	32			

Märkus: Investeeringute loetelu on üksnes informatiivne ja üksiku investeeringu teostamisel ilma täiendavate meetmete rakendamiseta ei pruugi loodetud säästu saavutada. Investeeringustegevuse kavandamisel tuleks lähtuda koosmõjulistest säästupakettidest.

Hoone piirdetarindite soojuspidavuse hindamisel ja parendusettepanekute koostamisel on lähtunud hoone termograafilise ülevaatusse tulemustest ja TTÜ Ehitusteaduskonna poolt läbiviidud mahuka uuringu „Eesti eluasemefondi suurpaneel-korterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga“ [5] järeldustest ja soovitudest.

Välispiirete soojapidavuse tõstmisel on lähtunud „Rohelise investeerimisskeemi «Korterelamute rekonstrueerimise toetus» kasutamise tingimused ja kord“ (MKM ministri 17. augusti 2010. a määrus nr 52 (edaspidi MKMm 52)) poolt sätestatud nõuetest, mille kohaselt peab:

- fassaadi taotluslik soojusjuhtivus, arvestades külmasildasid, olema $U \leq 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
- katuse soojusjuhtivuse taotlustase olema $U \leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
- uute avatäidete kompleksne soojusjuhtivus paigaldatuna olema $U \leq 1,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ning paigaldama need soovituslikult soojustuse tasapinda
- ventilatsiooni rekonstrueerimisega tagama hoone sisekliima vastavuse standardi EVS-EN 15251 nõuetele.

3.1.1 Katuslagi

Antud hoonetüübi katuslaed on mitmekihilised. Laepaneeli peal on soojustus ja selle kohal katusepaneel, nende vahel on tuulutusvahe mis peab olema avatud, et vältida niiskuse kondenseerumist kahe paneeli vahele. Vastavalt termograafilise ülevaatusse põhjal teostatud kaudsetele arvutustele on katuslae keskmiseks soojuslähivuseks hinnatud $U \sim 0,65 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$, mis on suurem kui MKMm 52 soovitatav. Peale suure soojuslähivuse on katuslae probleemiks külmasillad katuslae ja seina liite piirkonnas. Seal on ülemise korruse korterites kõige enam hallituseprobleeme. Hallituse likvideerimiseks on kõige tõhusam vahend külmasildade isoleerimine, mida saab teha läbi seinte ja katuslae soojustamise.

Katusepaneeli lisasoojustuse paksus on soovitatavalt 200+50 mm (50 mm täiendav soojustusmaterjal tuulutussoontega), mis tagab katuslae soovitusliku soojuslähivuse $U=0,13 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ja annab aastas energiasäästu 31 MWh. Tööde lihtsuvusaeg on 19 aastat. Koos katuse lisasoojustamisega on vaja soojustada ka parapeti katusepoolne kül, et vältida konstruktiivseid külmasildu mis ülemise korruse seina-lae liite külmaks jätvavad. Kui välisseinu samaaegselt ei soojustata, on vajalik soojustada ka parapeti fassaadipoolne kül kuni ülemise korruse akendeni. Kui katuslagi ja sellega piirnevad seinuosad on soojustatud ja niiskus on konstruktsioonidest välja kuivanud, siis võib katusepaneeli aluse tuulutuse sulgeda. Alles pärast seda saavutab antud konstruktsiooniga katuslagi arvutusliku soojapidavuse.

3.1.2 Välisseinad

Maja külgliseinad on monteeritud kolmekihilistest raudbetoonpaneelidest, mille valmistamise kvaliteet on soojapidavuse mõttes väga ebeühtlane. Välisseinte soojuslähivus varieerub vahemikus 0,8 – 1,2 $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$. Kõige suurema soojuslähivusega piirkonnad on erkerite küljed ja aknaavade kõrval olevad paneeliosad, mida on ilmekalt näha hoone termograafilise ülevaatusse aruandes.

Termograafilise ülevaatusse põhjal teostatud kaudsetest arvutustest lähtudes on hoone soojustamata külgliseinte keskmiseks soojusjuhtivuseks hinnatud $U \sim 1,0 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$. Külgliseinte soojustamisel on soojustuskihi vajalikuks paksuseks 150 mm (soojustusmaterjali erisoojusjuhtivus $\lambda \leq 0,04 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$), mis tagab seinte soojapidavuse vastavalt MKMm 52 nõuetele. Külgliseinte soojustamisel saadav energiasääst on 95 MWh/a ja tööde lihtsuvusaeg on 19 aastat.

Maja otsaseinad on monteeritud kolmekihilistest raudbetoonpaneelidest, mille valmistamise kvaliteet on sarnane külgliseinte paneelidega. Arvestades asjaolu, et maja otsaseintega piirnevates korterites on soojakadu orienteeruvalt 60% suurem, kui analoogilistes korterites maja keskel, siis on otsaseinu otstarbekas paremini soojustada, kui külgliseinu ja otsaseinte soojustuskihi paksuseks võtta

200 mm. Sellisel moel teostatud soojustustööde tulemusena on otsaseina uus soojusjuhtivus $U=0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$, mis on majanduslikult tasuvam (suurem energiasääst ja lühem tasuvusaeg) kui MKMm 52 soovitatud väärtus $U_{\max}=0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$. Arvestades kütuste hinnatõusu prognoosi, on suurema soojapidavuse saavutamine igati põhjendatud. Otsaseinte soojustamisel saadav energiasääst on 26 MWh/a ja tööde lihttasuvusaeg on 18 aastat.

Välisseinte soojustamine tervikuna tõstab oluliselt maja kasutusmugavust. Just soojustamata seintes olevad külmasillad moodustavad nõ „külma õhkavad” piirkonnad, mis on olulised ebamugavuse allikad ja tihti ka soodsad piirkonnad hallituse tekkimiseks. Hallitusseene eosed saastavad meile märkamatu eluruumi õhku ja järjest rohkem levivad hingamisteede allergilised haigused on otseselt seotud elukeskkonna kvaliteedi ja toaõhu puhtusega. Ainult akende vahetamine, mis tõstab ruumi temperatuuri soojakadude ja ülemäärase ventilatsiooni vähendamise tõttu ei likvideeri „külma õhkavaid” piirkondi ja vaatamata ruumi kõrgemale temperatuurile külmal ajal ebamugavustunne säilib. Seinte soojustamise tagajärjel külmasillad kaovad ja mugavustunne tekkib ruumide madalama temperatuur korral, mis võimaldab täiendavalt energiat säästa.

Lodžade kinniehitamise korral ilma raamideta klaassüsteemiga võib lodžaga piirneva toa seina soojustuse paksus olla 100 mm.

3.1.3 Sokkel

Soojakaod läbi eluruumide all paikneva keldri põranda, vundamendi ja sokli võetakse arvesse keldrikorrust ja eluruumi eraldava esimese korruse põranda efektiivse soojusjuhtivuse kaudu, mis on arvatud vastavalt standardile EVS EN ISO 13370:2008 ja mille väärtuseks antud hoone puhul on $U=0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$. Keldri aknad on vanad ja lasevad külma läbi. Läbi keldri toimub intensiivne õhuvahetus. Esimese korruse põranda efektiivset soojusjuhtivust saab oluliselt vähendada keldri lae soojustamise teel, kuid siis jäävad isoleerimata sokli-põranda-seina liites olevad konstruktiivsed külmasillad, mis esimese korruse põranda ääred külmaks muudavad ja seal niiskuse kondenseerumise tõttu ka probleeme tekitavad. Seepärast on otstarbekas vähendada kogu keldri soojuskadusid sokli väljastpoolt soojustamise kaudu sellisel viisil, et konstruktsioonide liites olev külmasild ka isoleeritud saaks. Kui välisseinu samaaegselt ei soojustata, on soovitatav soojustada ka sokliga liituv fassaadiosa kuni alumise korruse akendeni. Lähtuvalt sokli konstruktsioonist on hoone soojustamata sokliosa soojusjuhtivus suurusjärgus $U \sim 2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Lähtudes keldri soovituslikust sisetemperatuurist 12°C , on otstarbekas sokliosa soojusjuhtivus viia väärtuseni $U_{\max}=0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Sokliosa soojuspidavuse suurendamiseks on vajalik täiendada seda 100 mm lisasojustusega. Esimese korruse põranda efektiivne soojuslähivus langeb väärtusele $U=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja arvutuslik energiasääst on 10 MWh/a, tööde lihttasuvusaeg on 25 aastat. Tasuvusajast olulisem on esimese korruse põranda välisäärte soojaks muutumine, mis likvideerib hallituse tekkimise ohu ja loob mugavamad elamistingimused.

NB! Antud kalkulatsioonid lähtuvad üksnes sokliosa soojuslikust režiimist.

Kuivõrd hoone vundament ja sokkel on pinnaseniiskuse seisukohalt kriitilises piirkonnas asuv konstruktsioon, on mõttekas sokliosa soojustamine kindlasti läbi analüüsida koos kompetentse projekteerijaga, et vältida soojustamisest tuleneda võivaid, niiskusrežiimi muutumisest tingitud probleeme.

3.1.4 Välisüksed ja trepikoja aknad.

Hoones on 3 trepikoda sissepääsuga maja esiküljelt. Trepikoja aknad on ehitusaegsed ja lasevad külma läbi, trepikoja sissepääsul on tuulekojad ja trepikodasid kōetakse. Välisüksed on uued, soojustusega metallüksed. Hoone renoveerimise käigus on soovitatav paigaldada uued trepikoja

aknad. Oluline on jälgida tihendite ja ukseulgurite korrasolekut, et soojuskaod ei suureneks tänu uste ülemäärasele lahtiolekule.

3.1.5 Aknad

Vanemat tüüpi kahe eraldiseisva klaasiga akende soojusjuhtivus on minimaalselt $U=2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, millele lisanduvad akende ebatihedusest tingitud soojuskaod. Akende soojuspidavust aitavad parandada kardinat ja ruloode kasutamine, mille tõttu on akende efektiivseks soojuslähivuseks hinnatud $U=2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Akende vahetamine kahe klaasiga pakettakende vastu viib nende soojuslähivuse väärtusele $U=1,2-1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ sõltuvalt paketi koostisosadeks olevatest klaasidest ja täitegaasist. Ülevaatus ajaks oli 65% korterite akendest vahetatud uute vastu. Akende paigaldamise kvaliteet on ebahütlane ja aknapaled on seestpoolt valdavalt külmad.

Hoone tervikliku rekonstrueerimise käigus on soovitatav vahetada kõik ehitusaegsed aknad kaasaegsete 3-klaasiga pakettakende vastu, mille terviklik soojusjuhtivus $U \leq 1,10 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$. Kuigi osa aknaid on vahetatud ja paigaldatud suhteliselt hiljuti, on hoone tervikliku soojustamise korral otstarbekas tõsta kõik aknad seina välispinda soojustuse sisse. Akende ümbertõstmise käigus tasub kaaluda ka vanemate 2-klaasiga pakettakende vahetamist uute 3-klaasiliste vastu, et viia akende soojapidavus tänapäeva nõuete tasemele. Parema soojapidavusega akende paigaldamine vähendab korteri energiakulu ja annab otseselt rahalist võitu soojusenergia individuaalse arvestamise korral.

Antud hoonetüübil on akende ümber betoonist raamistus, mis takistab aknaümbruse ja aknapaleda soojustamist, kui aknaid väljapoole ei tõsteta. See betoonist raamistus on soovitatav maha lõigata enne soojustuse paigaldamist.

Puitakende ebatihedus on olnud loomuliku ventilatsiooniga majade värske õhu sissevoolu kanaliks, mis kaasaegsete akende (nii plast- kui ka puitraamiga aknad) paigaldamise tagajärjel kaob. Ebapiisava ventilatsiooni tagajärjel tõuseb ruumide niiskusesisaldus, mis soojustamata seintel niiskusekahjustusi ja lõpuks ka hallitust põhjustavad. Seepärast on uute akende paigaldamisel vaja jälgida, et ventilatsiooniõhu sissepääs oleks tagatud (tuulutusklaappidega aknaraamid või ventilatsiooniavad seinas). Õhuvahetus peab toimuma mitte läbi juhuslike pilude, vaid selleks ettenähtud moodusel ja reguleeritavalt.

3.1.6 Lodžad

Suure energiakaoga piirkonnaks on poolenisti maja sisse ehitatud lodžad. Lodža raudbetoonist põranda- ja laepaneelid jätkuvad maja sees, moodustades efektiivselt toimivad külmasillad. Samuti on külmasildadeks maja sisse ulatuvate seinapaneelide liited, mida arvestatakse lodžapiirete joonkülmasilla lisajuhtivuse kaudu. Rõdu vana akna ja ukse vahetamine uute ja paremini soojapidavate vastu ei anna rõdutoas loodetus efekti, sest olulised soojakaod toimuvad ka läbi ümbritsevate piirdekonstruktsioonide ja nende läbi liidete. Termopiltidel on näha, et lodža piirkonna välistemperatuur on tunduvalt kõrgem ülejäänud seina välistemperatuurist sõltumata sellest, kas seal on aknad/uksed vahetatud või mitte. Efektiivseks vahendiks lodžade piirkonna soojakadusid vähendada, on lodžad kinni ehitada. Sellega isoleeritakse eespool loetletud külmasillad välisõhust. Parima tulemuse energeetiliselt ja esteetiliselt annab terve püstaku korruga kinni ehitamine. Vastasel juhul jäävad ühe kinni ehitatud lodža põrand ja lagi teiselt poolt välisõhuga kontakti, tulemus on poolik ja konstruktiivsed külmasillad toimivad edasi. Samuti on vaja soojustada alumise korruse lodža põrandapaneel altpoolt (soovitavalt koos sokliga). Lodža kinniehitamine ilma raamideta klaassüsteemiga tõstab lodža ruumi temperatuuri välisõhu suhtes 3-5 °C võrra kõrgemaks ja kaitseb lodžat tuule ning vihma eest, muutes lodža aktiivselt kasutatavaks lisapinnaks. Ühe lodža kinniehitamise maksumus on 600-700 eurot sõltuvalt klaassüsteemi lahendusest ja mehhanismist. Ülevaatus ajaks oli 25% lodžadest omaalgatuslikult ja erineval viisil kinni ehitatud ning maja väljanägemine on ebahütlane ja selline tegevus ei ole kooskõlas Ehitusseadusega.

3.2 Hoone tehnosüsteemid

Tabel 10

Osa nimetus	Kirjeldus	Hinnang olukorrale ja parendusettepanekud
Hoone soojusvarustus		
Küttesüsteemi tüüp	Altjaotusega ühetorusüsteem	Küttesüsteem on tasakaalustatud
Soojussõlm	Avatud soojussõlm	Välitemperatuuri anduriga automaatika.
Soojussõlm paigaldatud		
Soojussõlme automaatika	Danfoss ECL 9600	
Küttesüsteemi ajamitega reguleeriviinid	AMV 123	
Küttesüsteemi soojusvaheti	Alfa-Laval	Sooja vee tootmiseks
Küttesüsteemi ringluspump	Typ TOP S30/10	Võimsus 170 W
Küttesüsteemi paisupaak	Puudub	
Soojuse arvesti	Kamstrup Multical	
Sooja tarbevee valmistamine	Tsentraalselt soojussõlmes	
Sooja tarbevee ringluspump	UPS 25-60	

Torude isolatsioon		
Soojussõlm		
Kaugküttetorustik	Ruberoidiga kaetud klaasvatt	Kütte- ja soojaveetorustikule paigaldada fooliumkattega villkoorikud (paksus min 30 mm)
Magistraaltorud		
Küttepüstikute torud		
Küttesüsteem		
Küttekehad	Valdavalt valmist ribiradiaatorid	
Tasakaalustusventiilid	Paigaldatud	Süsteem tasakaalustatud
Radiaatoriventilid	Puuduvad	Paigaldada koos termostaatidega.

Korterite sisekliima ankeedi tulemuste alusel võib öelda, et hoone on köetud ebahühtlaselt. Korterite keskmine temperatuur on soovitusliku vahemiku lähedal ja küttesüsteemi reguleerimisvõimaluste puudumise tõttu on terve rida kortereid soojad, teine osa jahedad. Pooled korterid on küttingimustega rahul. Soojuse ebahütlane jaotumine põhjustab ühelt poolt elanike rahulolematust ja teiselt poolt liigseid küttekulusid.

Inimeste mugavustunde tagamiseks tuleb erinevates ruumides hoida erinevaid õhutemperatuure, vastavalt ruumi kasutusotstarbele. Ruumi siseõhu temperatuuri mõjutavad paljud tegurid – küttekehade poolt ruumi antud soojushulk, lisa-soojusallikate olemasolu (päikesekiirgus, inimesed, valgusallikad ja majapidamismasinad, toidu valmistamisel eralduv soojus jne) ja soojuskaod, millede suurus oleneb välisõhu temperatuurist, välispiirete soojusläbivusest, akende suuruselt ja muudest asjaoludest. Termostaatventiilidega varustatud küttekehad võimaldavad korterite tasemel seada ruumide sisetemperatuuri vastavalt elanike soovile ja termostaadid vähendavad soojusenergia kulu, kui teised soojusallikad (elektriseadmed, valgustus, inimesed) ruumide küttele lisa hakkavad andma. Sellega tagatakse soojusenergia optimaalne kasutamine, hoides seejuures mugavad elamistingimused ja säilitades tervisliku sisekliima.

Korterite ankeetide põhjal otsustades on trepikodade lõikes keskmine temperatuur ühesugune ja suhteliselt hästi tasakaalus. Ühetorusüsteemi projektipõhise tasakaalustamisega on küll võimalik ühtlustada korterite keskmisi temperatuure trepikodade lõikes, kuid ülemise ja alumise korruse korterite temperatuurierinevusi see ei muuda.

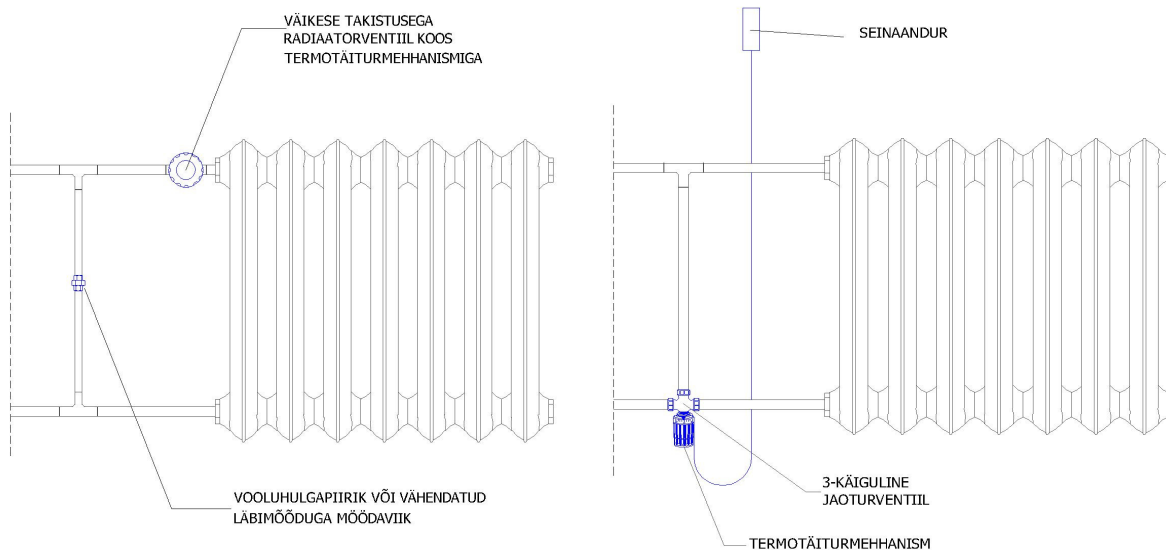
Küttesüsteemi radiaatorid on valdavalt ehitusaegsed malmist ribiradiaatorid, mille eluiga on regulaarse hooldamise korral pikk. Ka muud küttesüsteemi elemendid (sh püstikute ja magistraalliinide torustik) on ehitusaegne. Küttesüsteemi töövõime ja amortiseerumise tase sõltub hooldamisest (kütteeve kvaliteet, perioodiline läbipesu jm) ja enne küttesüsteemi rekonstrueerimise juurde asumist on soovitatav teha tehniline ekspertiis, mis annab projekterijale aluse õigete otsuste tegemiseks. Kui küttesüsteem on tehniliselt korras ja töövõimeline, võib piirduda süsteemi osalise rekonstrueerimisega (püstikute tasakaalustamine projekti alusel, radiaatorite varustamine termostaatventiilidega, torustiku täiendav isoleerimine), mis on tunduvalt odavam, kui uue süsteemi ehitamine. Kui küttesüsteem on amortiseerunud ja läheneb oma elua piirile, siis on otstarbekas ehitada uus kahetoruühendusega süsteem koos termostaatidega varustatud uute radiaatorite paigaldamisega.

Olemasoleva küttesüsteemi kaasajastamine sisaldab eelkõige radiaatoritele termostaatventiilide paigaldamist ja torustiku täiendavat isoleerimist vastavalt koostatud projektile.

Ühetorusüsteemis küttesüsteemile regulaatorite paigaldamiseks on järgmised alternatiivid:

Radiaatorventiil möödaviiguga

3-käiguline jaoturventiil



Küttesüsteemi tasakaalustamine on vajalik peale igat soojustustööd, et viia ruumide küttevõimsus vastavusse ruumide muutunud soojusevajadusega. Selleks on vajalik tellida tasakaalustusprojekt ja küttesüsteem vastavalt projektile tasakaalustada ja vooluhulgad üle mõõta. Püstikute vooluhulkade mõõtmine võimaldab kontrollida tasakaalustamise tulemuslikkust ja anda hinnangu kogu küttesüsteemi korrasolekule. Tööde sellesse paketti kuulub ka magistraaltorude täiendav soojustamine. Paketi kogumaksumus on ca 36000 eurot ja tasuvusaeg praeguste soojusenergia hindade juures on 9 aastat.

Uue küttesüsteemi paigaldamisel on oluline erinevus, kas seda tehakse enne või pärast välispiirete soojustamist. Soojustatud hoone küttevajadus langeb ja vastavalt sellele saab paigaldada väiksema võimsusega radiaatorid, mis kajastub ka rekonstrueerimise hinnas.

Koos küttesüsteemi rekonstrueerimisega on väga oluline seadistada soojussõlmes kütteautomaatika töö vastavusse hoone soojusvajadusega. Radiaatorite termostaadid ei reguleeri kütet optimaalselt, kui süsteemi antakse liiga kuum küttevesi ja termostaadi ventiilid on peaaegu suletud asendis. Kui maja välispiirded on soojustatud ja küttesüsteem on muudetud ruumipõhiselt reguleeritavaks, siis on soovitatav paigaldada radiaatoritele küttekulude allokaatorid. Inimeste tarbimisharjumused on erinevad ja küttekulude individuaalne mõõtmine aitab kaasa soojusenergia tarbimisele vastavalt vajadusele.

Küttekulude jaotamise allokaatorite kasutamisel on soovitatav lähtuda TTÜ Keskkonnatehnika instituudis läbiviidud uuringust [7], kus tuuakse välja kortermaja kütmiseks vajalike püsi- ja muutuvkulude jaotamise põhimõtted ning korteri asukohast sõltuvate parandustegurite arutamise meetodika. Parandustegurid saab leida mudelarvutuste kaudu, nagu on seda tehtud viidatud aruandes. Korteriühistu juhatusel on soovitatav leida teenusepakkuja, kes suudab vastavad arvutused korrektselt teha. Kortermaja on energeetilises mõttes tervik ja küttekulude tarbimispõhine jagamine korterite vahel on võimalik siis, kui jagamissüsteemis on selgelt eristatud korteri asukohast tulenev ja hoone konstruktsiooniga seonduv täiendav energiavajadus ja mugavustunde tagamiseks vajalik energialisa, mis saab sõltuda elanike käitumisest. Süsteemi rakendamiseks tulenev energiasääst võib olla 10% või isegi rohkem. Süsteemi paigaldamise maksumus on hinnanguliselt 8000 € ja tasuvusaeg 3 a.

3.3 Vee- ja kanalisatsioonisüsteemid

Külm tarbevesi saadakse linnavõrgust. Tarnija on Tartu Veevärk AS. Soe tarbevesi valmistatakse tsentraalselt soojussõlmes ja sooja vee koguseid mõõdetakse korterites. Kortermajade keskmine soojaveetarbimine on 40% kogu veetarbimise mahust. Ka antud maja juures on arvestatud selle suhtarvuga, kuna sooja tarbevee mõõdetud andmed puuduvad.

Soojavee torustik on keldris ehitusaegse isolatsiooniga, mis on kohati lagunenu. Soojuse kuluks sooja vee tootmisel on arvestatud mõõtmisel põhinev soojendatav vee maht ja suvekuudel (juuni, juuli, august) tarbitud kogu soojusenergia, mille kasutamise eesmärk on ainult sooja vee tootmine. Suveperioodi soojusekasutuse alusel on määratud soojavesüsteemi efektiivsus, mis on järgmine:

Tabel 11

Soojavesüsteemi efektiivsus

MWh	2009	2010	2011	2012	2013	Keskmine
Soojusenergia kulu suvekuudel	13,2	11,7	12,8	11,8	12,7	12,5
Tarbitud vee soojendamise energia	4,9	5,0	4,7	4,9	3,9	4,5
Efektiivsus	37%	42%	37%	41%	31%	36%

Sooja vee valmistamise efektiivsus on madal ja on viimasel aastal veelgi langenud. Hästi isoleeritud torustikuga kortermajades, kus kõik korterid kasutavad tsentraalset sooja vett, on soojavesüsteemi efektiivsus 50-60% sõltuvalt sooja vee tarbimise mahust ja magistraalitorude isoleerimise tasemest. Ligikaudu pool soojavesüsteemi antud energiast läheb siugtorude kaudu vannitubade kütmiseks ja torustike jahtumiskadude kompenseerimiseks. Samas on siugtorude kaudu vannituppa eraldunud soojus oluline, et niisket ruumi kuivatada ja vannitoa loomulik ventilatsioon töös hoida, eriti sügisel enne kütteperioodi algust. Soojavesüsteemi efektiivsust on võimalik tõsta torustiku isoleerimise teel, et jahtumiskadod keldris oleksid minimaalsed. Kui sooja vee valmistamise efektiivsus tõuseb 50% tasemele, siis hoitakse sooja vee valmistamise pealt kokku keskmiselt 41 MWh/a. Soojaveetorustiku isoleerimise orienteeruv hind on 5000 eurot ja tööde tasuvusaeg on alla 3 aasta. Soojavesüsteemi efektiivsust võib mõjutada ka keldri ülemäärane ventilatsioon. Kui sooja tarbevee

püstikute šahtid on alt ja korruste vahelagede kohal avatud, siis saab seal õhk liikuda ja selle tõttu suurenevad jahtumiskaod. Kolmas põhjus on vee ja sh sooja tarbevee mahu vähenemine. Sooja tarbevee tsirkulatsioon toimib sõltumatult tarbimisest ja sellega kaasnevad paratamatult jahtumiskaod. See soojakadu ei sõltu tarbimise mahust. Soojaveesüsteemi efektiivsus on seda suurem, mida suurem on sooja vee tarbimine.

Soojaveesüsteemi efektiivsuse langus võib olla seotud ka süsteemi mitte sihipärase kasutamisega. Kortermajades on esinenud juhuseid, kus korteriomanikud on omavoliliselt ehitanud vannitubade põrandkütte soojaveesüsteemi baasil, põhjustades sellega süsteemi soojakadusid, mille eest ei maksta. Korteriühistel tasub kontrollida soojaveepüstikute peale- ja tagasivoolu temperatuuride vahet, et niisugused lubamatud soojusenergia kasutused avastada.

Soojaveetootmise jooksevulusid on võimalik alandada taastuvenegiatega kasutuselevõtmise kaudu. Päikesekollektorid võivad meie kliimas tagada kuni 60% sooja tarbevee vajadusest. Praeguse tarbimismahu juures ca 1000 m³/a ja korras sooja tarbevee süsteemi korral (efektiivsus 50%), kulub selle veekoguse soojendamiseks 118 MWh/a, mille maksumus kaugkütte soojusenergia praeguse hinna juures on 7570 eurot/a. Päikesekollektorite kasutamisel tuleb kaugkütte energiat kasutada 40% ulatuses, sääst on 4540 eurot/a. Investeering päikesekollektorite kasutuselevõtmiseks on ca 50 tuhat eurot, lihttasuvusaeg 11 aastat. Suurema tarbimismahu juures tasuvusaeg lühem.

Olmekanalisatsioon juhitakse asulavõrku. Hoonesisene torustik on valdavalt ehitusaegne ja töökorras.

3.4 Ventilatsioonisüsteem

Ventilatsiooni esmatähtsaks ülesandeks on saasteainete eemaldamine ruumist, et hoida õhu kvaliteeti või puhtust soovitud tasemel, mille kaudu tagatakse tervislik elukeskkond. Elumajades peaks õhk vahetuma vähemalt üks kord kahe tunni jooksul (õhuvahetuse kordarv 0,5 1/h) [7].

Vanematesse korruselamutesse on originaallahendusega projekteeritud loomulik õhuvahetus: väljatõmme köögist, WC-st ja vannitoast ning välisõhu juurdevool läbi akende ja piirdetarindite ebatiheduste. Loomuliku ventilatsiooni tingimustes on õhuvahetus hoonepiirete (eeskätt akende) õhupidavusest, välis- ja sisetemperatuuri vahet, tuule tugevusest ja suunast, vertikaalse ventilatsioonikanali kõrgusest ja seisukorrast. Renoveerimata elumute alumistel korrustel võib õhuvahetus talvel olla isegi liiga suur, suvel aga liiga väike. Ülemiste korruste korterites on õhuvahetus üldjuhul alati ebapiisav. Loomuliku ventilatsiooniga ei ole võimalik stabiilselt kindlustada vajalikku õhuvahetust, eriti korruselamute viimastel korrustel. Loomulik õhuvahetus väheneb väga oluliselt uute akende paigaldamise tagajärjel ja korteris võivad tekkida tõsised sisekliima probleemid. Nõrk ventilatsioon või ventilatsiooni puudumine tähendab, et saastunud õhku ei eemaldata ruumist. Seega ei ole kindlustatud inimese elutegevuseks vajalik värskõhu vooluhulk ja selle loomulik ringlemine ning ei ole tagatud tervislik mikrokliima. Korteri ebapiisava õhuvahetuse esmaseks indikaatoriks on toaõhu kõrge niiskus, mis külmadele seintele kondenseerudes tekitab niiskuskahjustusi ja hallitust. Vähemtajuatav on toaõhu kontsentreeruvad CO₂ ja muud elutegevusega kaasnevad jääkained, millises keskkonnas pideval viibimisel on oht tervisekahjustuste tekkeks.

Probleemide ennetamiseks tuleb akende uuendamisel renoveerida ka ventilatsioon kasvõi minimaalsel tasemel, mis säilitab loomuliku ventilatsiooni töövõime. Selleks tuleb paigaldada tuulutuspiludega aknad või teha seina värskõhu avad ja paigaldada klapid. Juba paigaldatud ilma tuulutuspiludeta akende raamidesse või seintesse on soovitatav paigaldada Aereco Hygro tüüpi õhu juurdevoolu seadmed, mis reageerivad õhu niiskusetaseme tõusule ja intensiivistavad värskõhu hulka vastavalt ruumi kasutuskoormusele.

Ventilatsioonisüsteem on ülalkirjeldatud ehitusaegne loomuliku väljatõmbega. Köökides ja sanitaarruumides on ventilatsiooni väljatõmbe avad.

Hoone energiabilansist tulenev õhuvahetuse kordarv 0,38 1/h näitab, et hoone keskmine ventilatsioonitase on madalam üldtunnustatud normist. Enamikes korterites on ventilatsioonitase ebarahuldav, nagu näitas maja sisekliima ankeet ja korterite sisekliima näitajate mõõtmine. Osa ventilatsioonikanaleid on ummistunud ja puudub võimalus ventilatsiooni intensiivsust reguleerida. Kortertes, kus ventilatsioon on liiga intensiivne, on küll pidevalt värske õhk tagatud, kuid sellega võib kaasneda ülemäärane energiakulu. Ventilatsioonisüsteem vajab korrastamist.

Igal korteri köögil ja sanitaarsõlmel on oma ventilatsiooni väljatõmbekanal, mis avaneb katuse kohal. Olemasolevad värskeõhu avad on vaja korda teha ja varustada klappidega. Kui väljatõmme ei toimi, ei saa tulla ka värsket õhku ruumidesse. Akende vahetamise tagajärjel on värske õhu loomulik pealevool oluliselt vähenenud ja seda peab kompenseerima ruumida teadlik õhutamine, kui aknaraamidesse või välisseintesse ei ole paigaldatud täiendavaid värskeõhu klappe.

Ventilatsioonisüsteemi renoveerimist tuleb alustada olemasoleva olukorra selgitamise, ventilatsioonikanalite uurimise ja kaardistamisega. Tuleb kontrollida, missuguses olukorras on väljatõmbekanalid ja kas korterid on ühendatud õige ventilatsioonikanaliga (lõhnade levik ühest korterist teise!). Ventilatsioonikanalid võivad olla ummistunud ja ning neid tuleb perioodiliselt puhastada ning vajadusel ka tihendada. Lihtsaimaks viisiks probleemi lahendada, on elanike teavitamine ja olulisel määral õhutamine intensiivistamine ka akende kaudu tubade tuulutamise teel. Samal ajal peab küttesüsteem tagama piisava võimsuse õhu soojendamiseks. Alakõetud korteris on peaaegu võimatu tagada nõuetekohast ventilatsioonitaset.

Nõuetekohase ventilatsiooni tagamiseks keskmisel tasemel peab eluruumide õhk vahetuma üks kord kahe tunni jooksul ($n=0,5$ 1/h) ja sissepuhutava värske õhu soojendamiseks vajatakse 111 MWh/a, mida on 26 MWh/a rohkem kui praegusel ajal ventilatsioonile kulub.

Nõuetekohase ja tervisliku ja sisekliima tagab kontrollitav ja juhitav ventilatsioonisüsteem, milles õhu liikumist suunavad sissepuhke või väljatõmbe ventilaatorid vastavalt korteri kasutuskoormusele (elanike kohalolek). Kui inimesed ruumides ei viibi, võib õhuvahetuse taset oluliselt vähendada ja selle kaudu energiat kokku hoida.

Renoveerimismeetodi valikul tuleb arvestada olemasolevat olukorda ja võimalusi. Meetodi valikul on ka oluline, kas ventilatsiooni renoveerimine toimub korterite kaupa või terves hoones korraga. Esmajärjekorras tuleb renoveerimislahenduste valikul otsustada nende ulatuse ja taotletava taseme üle. Kortere lamu renoveerimisel on soovitatav lähtuda terviklikkuse printsiibist. Hoone välispiirete soojapidavus ning kütte- ja ventilatsioonisüsteemi efektiivsus moodustavad ühtse terviku, mille toimimisest sõltub hoone kui eluruumi väärtus ja ülalpidamiskulud. Ventilatsiooni rekonstrueerimise korral on ventilatsiooni efektiivsuse tagamiseks oluline planeerida suunatud värske õhu sissevool kõrgema puhtusastmega ruumide (magamistoad) kaudu ja saastunud õhu väljavool kõrgema saastetasemega ruumide (köök, sanitaarruumid) kaudu. Selle põhimõtte järgimisel tagatakse hea sisekliima ka suhteliselt madala õhuvahetuse taseme juures.

Nõuetekohase ja stabiilse ventilatsiooni tagamiseks suhteliselt väikeste algkuludega on kaks varianti: 1) paigaldatakse magamistubadesse ja elutuppa ventilaatoriga värskeõhuklapid. 2) paigaldatakse kööki pliidikubu ja sanitaarruumidesse väljatõmbe ventilaatorid, magamistubadesse ja elutuppa paigaldatakse värskeõhuklapid. Mõlema variandi puhul puhastatakse olemasolevad ehituslikud ventilatsioonikanalid ja vajadusel tihendatakse. Orienteeruv ehitusmaksumus on ca 200-400 eurot korteri kohta. Investeeringu summa on suurusjärgus 15000 € ja eesmärk on elamistingimuste ja sisekliima parandamine. Normikohase ventilatsiooniõhu soojendamiseks kulub aastas 111 MWh soojusenergiat ja loomuliku ventilatsiooni korral viiakse see energia kõik saastunud õhuga majast välja. Koos ventilatsiooni intensiivistamisega kasvab ka maja soojusenergia tarbimine. Energia kokkuhoiu saavutamiseks, ilma õhuvahetuse intensiivsust vähendamata, on vaja soojast väljatõmbeõhust energia üle kanda sissepuhkeõhule, et seda soojendada. Soojusenergia tagastusega ventilatsioonisüsteemid sisaldavad klassikaliselt nii sissepuhke kui ka väljatõmbetrakti ja

energiatagastusega ventilatsiooniagregaate. Tervet maja hõlmava tervikliku süsteemi väljaehitamine on soojustehniliselt ja sisekliima seisukohalt kõige tulemuslikum, kuid nõuab projekterijalt ja elanikelt valmisolekut ventilatsioonisüsteemi elementide paigaldamiseks nii trepikodadesse kui ka korteritesse. Samas tagab tsentraalne süsteem mugavad ja tervislikud elamistingimused (eluruumidesse siseneb külmal ajal soojendatud õhk) ja ventilatsioonisüsteemi töö ei sõltu välistingimustest. Agregaadid paigaldatakse pööningule või katusele.

Tsentraalse ventilatsioonisüsteemi näide



Ventilatsioonitorustik trepikojas.

Torustik korteris.

Soojustagastusega tsentraalse ventilatsioonilahendusena on kasutamist leidnud soojuspumbal baseeruvad süsteemid, kus olemasolevad ventilatsioonilõõrid kasutatakse ära väljapuhkekanalitena. Sanitaarruumide kaudu väljaminev soe heitõhk kogutakse kokku ja suunatakse soojuspumpa, mis selle energia arvel sooja kütte- ja tarbevett toodab. Värske õhu sissepääsuks tuleb teha seintesse või aknaraamidesse õhutusavad ja need varustada reguleeritavate klappidega. Heaks lahenduseks on ventilatsiooniavade paigutamine radiaatorite taha või kohale, et tuppä jõuaks soojenenud õhk. Uute radiaatorite paigaldamisel on soovitatav lahendada koos ka ventilatsiooniõhu soojendamine näit Purmo Air tüüpi radiaatoritega. Soojuspumbaga sooja tarbevee valmistamine võimaldab suvisel ajal kaugküttest täielikult loobuda ja lisada tulevikus süsteemi taastuenergia allikad (päikesekollektorid).

Korteri tasemel ventilatsiooniprobleemi lahendamiseks on saadaval mitut erinevat tüüpi autonoomsed seadmed, kus sissepuhutava värske õhu soojendamine toimub väljuva saastunud õhu soojusenergia arvel. Niisuguste seadmetega võib kokku hoida 50-70% normikohase ventilatsiooni tagamiseks vajalikust energiast. Kokkuhoiu eelduseks on rekonstrueeritud küttesüsteem, mille radiaatoritel on termostaatventiilid. Süsteemi autonoomsus võimaldab seadistada õhuvahetust vastavalt korteri vajadusele. Orienteeruv ehitismaksumus on 1500-3000 € korteri kohta, sõltuvalt korteri suurusest ja seadme tüübist. Toapõhiste lahenduste puuduseks on asjaolu, et need reeglina ei kasuta sanitaarruumide ja köögi kaudu väljaveeritavat õhku. Seal jääb toimima loomulik ventilatsioon koos sellest tulenevate probleemidega ja soojuskaoga.

Võrreldes loomuliku ventilatsiooni teel (värskeõhu avad seintes) tagatud normikohase õhuvahetusega, võimaldavad energiatagastusega agregaadid sama õhukoguse juures kokku hoida vähemalt 56 MWh/a. Investeeringu eesmärk on elamistingimuste parandamine ja energiasääst.

3.5 Kütte- ja ventilatsioonisüsteemide säästumeetmed ja nende majanduslik tasuvus

Tabel 12

Osa	Parendusmeede	Meetme maksumus	Energiasääst	Säästuväärtus	Lihttasuvusaeg	Meetme eluiga
Soojavee- ja küttesüsteem	Magistraalitorustiku isoleerimine keldris	5 000	27	1 699	2,9	30
Küttesüsteem	Küttesüsteemi tasakaalustamine	3 000	20	1 273	2,4	20
Küttesüsteem	Radiaatoritele reguleer-ventiilid ja termostaadid	28 000	20	1 273	22,0	30
Loomulik ventilatsioon	Seintesse värskeõhu klapid, vent-kanalite puhastamine	15 000	-27	-1 704		20
Kokku		51 000	40	2 541		
Tehnilised komplekslahendused						
Sundventilatsioon soojustagastusega	Individaalsed korteripõhised vent-agregaadid	77 000	56	3562	22	25
Soe tarbevesi	Päikesekollektorid sooja vee tootmiseks	50 000	71	4541	11	25
Küttesüsteem	Rekonstrueerimine kahetorusüsteemseks.	70 000	40	2546	27	40
Küttesüsteem	Individaalne küttekulude arvestussüsteem	8 000	40	2546	3	20

Välispiirete soojustamise järgselt on küttesüsteem vaja ümber häälestada vastavalt eluruumide muutunud soojusvajadusele. Küttesüsteemi õige seadistamine on soojustustööde tulemusena energiasäästu saavutamise eelduseks.

3.6 Elektriseadmed

Hoone on ühendatud Eesti Energia AS elektrivõrguga. Üldelektri tarbimine on seotud soojussõlme seadmete tarbimisega, trepikodade ja keldri valgustusega ning majaesise valgustusega. Visuaalsel ülevaatusel ei tuvastatud elektrisüsteemis puudusi.

3.7 Hoone vabasoojus ja tasakaalutemperatuurid

Normaalse elutegevuse käigus tekib ja kasutatakse energia, mille allikaks on inimesed, kodumasinad, elektrivalgustus ja päikesekiirgus. Seda lisaenergiat nimetatakse vabasoojuseks ja selle energia kasutamine on sõltumatu välistemperatuurist.. Hoone energiakaod tasakaalutemperatuurist kuni ruumi siseõhu temperatuurini kaetakse vabasoojusega ja välist küttenegiati vajatakse alles siis, kui välisõhu keskmine temperatuur on langenud alla hoone tasakaalutemperatuuri. Vabaenergia katab hoone energiavajadusest seda suurema osa, mida paremini on hoone välispiirete soojapidavus. Tasakaalutemperatuur langeb peale hoone renoveerimist, mille kaudu tekib täiendav energiasääst.

Hoone vabasoojuse arvutamisel on lähtutud järgmistest algandmetest:

Tabel 13

Köetav pind	2692	m ²
Eluruumide pind	2465	m ²
Ruumide köetav sisekubatuur	6999	m ³
Kütteperioodi tundide arv	5808	h
Elanike arv	84	
Inimese soojuseraldus	125	W
Kohaloleku profiil	0,6	

Kogu vabasoojus kujuneb järgmistest komponentidest (arvutatud köetava pinna jaoks):

Tabel 14

Kuu	Hinnanguline vabasoojus			Möödetud vabasoojus		Vaba-soojus kokku	Vaba-soojus-koormus
	eritootlikkus	Päikese soojus	Inimeste soojus	Olme-elekter	Pliidigaas		
	kWh/m ²	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	Φ _{VS} , kW
Jaanuar	0,8	2,2	4,7	7,4		14,2	19,1
Veebruar	1,7	4,6	4,2	6,6		15,4	22,9
Märts	4,4	11,8	4,7	6,5		23,0	30,9
Aprill	4,5	12,1	4,5	6,1		22,7	31,6
September	3,4	9,2	4,5	5,6		19,3	26,8
Oktoober	1,6	4,3	4,7	6,2		15,2	20,5
November	0,7	1,9	4,5	6,5		12,9	18,0
Detsember	0,3	0,8	4,7	7,5		13,0	17,4
Kokku	17,4	46,8	36,6	52,4		135,8	Keskmine
Vabasoojus köetava pinna kohta, kWh/m²						50,4	23,4

Kogu hoones genereeritud vabasoojuse kasutamise tase sõltub küttesüsteemi automatiseerituse astmest. Kuna vabasoojus ei eraldu ajaliselt ja ruumiliselt ühtlaselt, peab küttesüsteem vabasoojuse efektiivseks ärakasutamiseks reageerima koheselt vabasoojuse eraldumisele ja samapalju antud ruumiosas vähendama majja antavat soojusenergiat.

Väljas asuva temperatuurianduriga automaatse soojussõlme, kuid ilma radiaatorite termostaatventiilideta küttesüsteemi korral on vabasoojuse kasutustegur 0,5. Kui radiaatoritele paigaldatakse automaatsed termostaatventiilid ja küttekulude individuaalne arvestus, kasutatakse vabasoojust paremini ära ja vabasoojuse kasutustegur on 0,65.

Ruumide siseõhu temperatuuritõus vabasoojuse arvelt sõltub soojuskadudest läbi välispiirete ja soojuskaost ventilatsiooni kaudu. Rekonstrueerimispakettide koostamisel on välispiirete osalise soojustamise korral silmas peetud soojuskadude ühtlustamise vajadust. Kütte- ja ventilatsioonisüsteemi rekonstrueerimine toimub kooskõllaliselt välispiirete soojustamisega, et tagada tervislik sisekliima ja kütte optimaalse reguleerimise võimalus. Alljärgnev tabel annab ülevaate välispiirete rekonstrueerimisest pakettide kaupa ja selle tulemusena erisoojuskadude muutumisest.

Tabel 15

Praegune olukord					Rekonstrueerimispaketid					
Välispiire või selle osa	Materjal/tüüp, olukorra kirjeldus	Pind-ala, A	U-arv	Eri-soojuskadu	Meetmed energiasäästuks	U-arv	Eri-soojuskadu	Meetmed ja erisoojuskadude summa		
		m ²	W/m ² K	W/K		W/m ² K	W/K	I	II	III
Piirded kokku		3527		3311	Piirded kokku			2601	1391	1235
Otsaseinad	Kolmekihilised suurpaneelid	329	1,00	329	Lisasoojustus 200 mm	0,17	55	X	X	X
Katuslagi	R/b paneel, ehitusaegne soojustus	622	0,65	405	Lisasoojustus 200+50 mm, uus katusekate	0,13	80	X	X	X
Külgeinad	Kolmekihilised suurpaneelid	1270	1,00	1270	Lisasoojustus 150 mm	0,21	267		X	X
Trepikoja aknad/uksed	Ehitusaegsed aknad, uued metalluksed	32	2,20	70	Uued pakettaknad (3 klaasi)	1,40	44		X	X
Aknad vanad	35% ehitusaegsed aknad, osaliselt amortiseerunud	130	2,50	325	Uued pakettaknad (3 klaasi)	1,10	143		X	X
I korruse põrand	Jahtumine läbi keldri piirete	587	0,49	289	Lisasoojustus 100 mm sokli peal	0,30	178	X	X	X
Lodža piirded, jm	Projektipõhiselt avatud, 25% klaasidega suletud	312	0,90	281	Ehitatakse kinni ühtse projekti alusel	0,40	125			X
Aknad uued	2 klaasiga pakettaknad, plastikraamiga	245	1,40	343	Tarindit ei renoveerita	1,40	343			

Vastavalt renoveerimispaketis planeeritud töödele muutub vabasoojuse mõju hoone sisetemperatuurile ja vabasoojuse kasutusaste ning summaarsed soojuskadud määravad välistemperatuuri (tasakaalutemperatuur), millest madalamal on vaja hoone kütmiseks kasutada täiendavat soojusenergiat. Tasakaalutemperatuuride arvutus praeguse olukorra ja säästumeetmete pakettide jaoks on toodud Tabelis 15.

Tabel 16

Kasutatava vabasoojuse ja tasakaalutemperatuuri arvutus	Ühik	Praegune olukord	Säästumeetmete paketid		
			I	II	III
Keskmine vabasoojuskooormus (Tabel 13), Φ_{VS}	kW	23,4	23,4	23,4	23,4
Vabasoojuse kasutustegur, η		0,5	0,5	0,65	0,65
Utiliseeritav vabasoojuskooormus, $\Phi_{UT}=\eta*\Phi_{VS}$	kW	11,7	11,7	15,2	15,2
Erisoojuskadud läbi välispiirete, $H_{vp}=\sum U_i*A_i/1000$	kW/°C	3,31	2,60	1,39	1,24
Õhuvahetuskordaja, n	1/h	0,38	0,50	0,50	0,50
Erisoojuskadud õhuvahetusele, $H_{vent}=L*c*\rho$	kW/°C	0,90	1,18	1,18	0,59
Erisoojuskadud kokku, $H=H_{vp}+H_{vent}$	kW/°C	4,21	3,78	2,57	1,82
Temperatuuritõus vabasoojuse arvelt, $\Delta t_{vs}=\Phi_{UT}/H$	°C	2,8	3,1	5,9	8,3
Arvutuslik tasakaalutemperatuur, $t_B=21-\Delta t_{vs}$	°C	18,2	17,9	15,1	12,7
Energiaarvutuste korrigeeritud tasakaalutemperatuur	°C	17	17	15	13

Hoone arvutuslikuks tasakaalutemperatuuriks praeguses olukorras on 18,2°C eeldusel, et maja kogu köetava mahu keskmine temperatuur on 21 °C. Tegelikult on see madalam ja hoone energiabilanss on koostatud tasakaalutemperatuuril 17°C.

Pärast hoone renoveerimist tõuseb eluruumide keskmine temperatuur tavaliselt üle 21 °C, jäädes vahemikku 21-23 °C. Seepärast on renoveerimispakettide energiaarvutustes usaldusväärse energiasäästu prognoosi saamiseks kasutatud korrigeeritud tasakaalutemperatuure, mis on saadud arvutusliku tasakaalutemperatuuri ümardamisel ülespoole lähima täisarvulise väärtuseni.

4. Kokkuvõtte säästumeetmetest

Hoone välispiirete olukorrast ja sellest tulenevate säästuvõimaluste ning tehnosüsteemide parendusvõimalustest ja vajadusest lähtuvalt on hoone kohta koostatud kolm säästumeetmete paketti. Paketid on koostatud silmas pidades rohelise investeerimisskeemi «Korterelamute rekonstrueerimise toetus» kasutamise tingimusi, mis on toodud majandus- ja kommunikatsiooniministri 17. augusti 2010. a määruses nr 52 (muudetud määrusega nr 68 21.09.2010). Pakettide koostamisel on lähtutud ka põhimõttest, et pakettis sisalduvad meetmed peavad toetama omavahel energiasäästu saavutamist ning tagama kogu majas ühtlase ja nõuetekohase sisekliima..

Energiasäästu suhtarvud (säästuprotsent) ja soojusenergia eritarbimine on arvutatud kütteks ja ventilatsiooniks vajaliku energia muutumise alusel.

4.1 Säätumetmete paketid

Säätumetmete pakett I – rekonstrueerimistoetuse määr 15% tööde maksumusest..

Soojustatakse katuslagi, otsaseinad ja sokkel. Ventilatsioonikanalid puhastatakse, seintesse paigaldatakse värskõhu klapid. Pärast soojustustöid tasakaalustatakse küttesüsteem projekti alusel.

Tabel 17

$t_B = 17 \text{ }^\circ\text{C}$	Säätumetmete pakett I	Meetme maksumus	Energia sääst	Säästu väärtus	Lihttasu vusaeg	Meetme eluiga
Hoone osa	Parendusmeetmed	EUR	MWh/a	EUR/a	aasta	aasta
Otsaseinad	Lisasoojustus 200 mm	30 000				30
Katuslagi	Lisasoojustus 200+50 mm, uus katusekate	37 000				30
I korruse põrand	Lisasoojustus 100 mm sokli peal	17 000				30
Küttesüsteem	Küttesüsteemi tasakaalustamine	3 000				20
Loomulik ventilatsioon	Seintesse värskõhu klapid, vent-kanalite puhastamine	15 000				20
Kokku		102 000	41	2 595	39	

Ventilatsiooni intensiivistamine kulutab täiendavalt energiat ja energiasääst on madal.

Kütteks ja ventilatsiooniks vajaliku energia sääst - 10%

Soojusenergia eritarbimine köetavala pinnale – 133 kWh/m²

Kaalutud energiatarbimine – 204 kWh/m², enrgiamärgise klass -E

Säästumeetmete pakett II – rekonstrueerimistoetuse määr 25% tööde maksumusest.

Soojustatakse välisseinad, katuslagi ja sokkel. Vahetatakse ehitusaegsed eluruumide ja trepikoja aknad. Ventilatsioonikanalid puhastatakse, seintesse paigaldatakse värskõhu klapid. Olemasolev küttesüsteem rekonstrueeritakse ruumi tasemel reguleeritavaks ja torustik isoleeritakse. Majas viiakse sisse küttekulude individuaalne arvestamine.

Tabel 18

$t_B = 15 \text{ }^\circ\text{C}$	Säästumeetmete pakett II	Meetme maksumu	Energia sääst	Säästu väärtus	Lihtasu-vusaeg	Meetme eluiga
Hoone osa	Parendusmeetmed	EUR	MWh/a	EUR/a	aasta	aasta
Otsaseinad	Lisasoojustus 200 mm	30 000				30
Katuslagi	Lisasoojustus 200+50 mm, uus katusekate	37 000				30
Külgseinad	Lisasoojustus 150 mm	115 000				30
Trepikoja aknad/uksed	Uued pakettaknad (3 klaasi)	3 000				30
Aknad vanad	Uued pakettaknad (3 klaasi)	24 000				30
I korruse põrand	Lisasoojustus 100 mm sokli peal	17 000				30
Soojavee- ja küttesüsteem	Magistraalitorustiku isoleerimine keldris	5 000				30
Küttesüsteem	Küttesüsteemi tasakaalustamine	3 000				20
Küttesüsteem	Radiaatoritele reguleer-ventiilid ja termostaadid	28 000				30
Loomulik ventilatsioon	Seintesse värskõhu klapid, vent-kanalite puhastamine	15 000				20
Küttesüsteem	Individuaalne küttekulude arvestussüsteem	8 000				20
Kokku		285 000	192	12 309	23	

Kütteks ja ventilatsiooniks vajaliku energia sääst - 48%

Soojusenergia eritarbimine köetavala pinnale – 76 kWh/m²

Kaalutud energiatarbimine – 153 kWh/m², enrgiamärgise klass - D

Säästumeetmete pakett III — rekonstrueerimistoetuse määr 35% tööde maksumusest.

Välispiirded soojustatakse ja aknad vahetatakse vastavalt pakatile I. Lodžad ehitatakse kinni ühtse projekti alusel. Värskeõhu klappide asemel paigaldatakse eluruumidesse energiatagastusega ventilatsiooniagregaadid. Küttesüsteem rekonstrueeritakse kahetorusüsteemseks. Majas viiakse sisse küttekulude individuaalne arvestamine..

Tabel 19

$t_B = 13 \text{ }^\circ\text{C}$	Säästumeetmete pakett III	Meetme maksumus	Energia sääst	Säästu väärtus	Lihtasu vusaeg	Meetme eluiga
Hoone osa	Parendusmeetmed	EUR	MWh/a	EUR/a	aasta	aasta
Otsaseinad	Lisasoojustus 200 mm	30 000				30
Katuslagi	Lisasoojustus 200+50 mm, uus katusekate	37 000				30
Külgeseinad	Lisasoojustus 150 mm	115 000				30
Trepikoja aknad/uksed	Uued pakettaknad (3 klaasi)	3 000				30
Aknad vanad	Uued pakettaknad (3 klaasi)	24 000				30
I korruse põrand	Lisasoojustus 100 mm sokli peal	17 000				30
Lodža piirded, jm	Ehitatakse kinni ühtse projekti alusel	28 000				30
Küttesüsteem	Rekonstrueerimine kahetorusüsteemseks.	70 000				30
Küttesüsteem	Individuaalne küttekulude arvestussüsteem	8 000				20
Sundventilatsioon soojustagastusega	Individuaalsed korteripõhised vent-agregaadid	77 000				20
Kokku		409 000	267	16 588	25	

Kütteks ja ventilatsiooniks vajaliku energia sääst - 67%

Soojusenergia eritarbimine köetavala pinnale – 49 kWh/m²

Taandatud energiatarbimine – 128 kWh/m², enrgiamärgise klass - C

4.2 Säätumeeetmete pakettide mõju maksekoormusele

Hoone suuremahuliste rekonstrueerimistöde planeerimisel tekkib alati küsimus „Kuidas mõjutab see elanike maksekoormust?“ Kas koguda raha ja teha töid oma vahenditega samm-haaval või võtta pangalaenu ja teha maja ühe korraga korda?

„Riiklik struktuurivahendite kasutamise strateegia 2007-2013” ja sellest tuleneva

„Elukeskkonna arendamise rakenduskava” meede „Korterelamute renoveerimislaen” võimaldab korteriühistutel pärast energiaauditi läbiviimist taotleda madala intressiga sooduslaenu, et hoone energiasäästu võimalused läbi hoone tervikliku renoveerimise ellu viia. Lisaks sooduslaenule on Eesti riigil tekkinud võimalus korterelamute toetamiseks läbi rohelise investeerimisskeemi «Korterelamute rekonstrueerimise toetus». Rekonstrueerimistoetuse suurus sõltub hoone rekonstrueerimisel saavutatavast energiasäästust ja võib olla 15%, 25% või isegi 35% rekonstrueerimistöde maksumusest. Tänu rekonstrueerimistoetusele on võimalik hoonete ulatuslikule kordategemisele asuda ka korteriühistutel, kellel puuduvad rahalised reservid.

Allpool toodud tabel annab ülevaate korteriühistu maksekoormuse muutumisest pärast hoone rekonstrueerimist auditis soovitatud erinevate pakettide korral.

Arvutuste aluseks on võetud energiaauditi tulemused ja sooduslaenu fikseeritud intress 4% tasemel. Soojusenergia kallinemise prognoosi ei ole arvesse võetud, samuti ei ole arvestatud korteriühistu omafinantseeringu võimalust, mis mõlemad vähendavad rekonstrueerimisjärgset maksekoormust.

Tabel 20

1.	Praeguses olukorras normaalaasta soojusenergia kulu küttele ja ventilatsioonile	MWh/a	398		
1.1	Soojusenergia hind	€/MWh	64,02		
1.2	Aastane rahakulu maja kütmiseks	€/a	25 461		
1.3	Kuu keskmine küttekulu eluruumide pinna kohta	€/ (m²-kuu)	0,86		
2.	Rekonstrueerimistöde pakett		Pakett I	Pakett II	Pakett III
2.1	Hinnanguline investeeeringumaht	EUR	102 000	285 000	409 000
2.2	Rekonstrueerimistoetus		0%	25%	35%
2.3	Omafinantseering pangalaenuga	EUR	102 000	213 750	265 850
2.4	Aastane laenu tagasimakse 10 a laenuga	€/a	12 393	25 971	32 301
2.5	Aastane laenu tagasimakse eluruumide pinna kohta	€/m ² a	5,03	10,54	13,10
2.6	Aastane laenu tagasimakse 20 a laenuga	€/a	7 417	15 544	19 333
2.7	Aastane laenu tagasimakse eluruumide pinna kohta	€/m ² a	3,01	6,31	7,84
3.	Pärast rekonstrueerimist normaalaasta soojusenergia vajadus küttele ja ventilatsioonile	MWh/a	357	213	131
3.1	Aastane rahakulu maja kütmiseks	€/a	22 867	13 650	8 373
3.2	Aastane küttekulu eluruumide pinna kohta	€/m ² a	9,28	5,54	3,40
3.3	Maksekoormus (küte+laenu tagasimakse) 10 a laenuga	€/a	35 260	39 620	40 673
3.4	Maksekoormus kuus eluruumide pinna kohta	€/ (m²-kuu)	1,19	1,34	1,38
3.5	Maksekoormus (küte+laenu tagasimakse) 20 a laenuga	€/a	30 284	29 194	27 705
3.6	Maksekoormus kuus eluruumide pinna kohta	€/ (m²-kuu)	1,02	0,99	0,94
3.7	Maksekoormuse muutus 10 a laenuga	€/ (m²-kuu)	0,33	0,48	0,51
3.8	Maksekoormuse muutus 20 a laenuga	€/ (m²-kuu)	0,16	0,13	0,08

Tänu kõrgele toetusmäärale ja suurele energiasäästule tõusevad kõige vähem elanike reaalsed eluasemekulud pärast suuremamahulise energiasäästupaketi III realiseerimist, kui võetakse pikemaajaline laen. Pikem laenuperiood võimaldab alandada maksekoormust, kuid tõstab seejuures laenuraha hinda.

NB! Auditis toodud investeringute maht on hinnanguline. Seepärast tuleb tervikliku rekonstrueerimisprojekti alusel võtta tööde hinnapakumised ehitajatelt ning laenupakkumine pangalt, siis saab teha reaalse tasuvusarvutuse enne lõpliku otsuse langetamist.

4.3 Kokkuvõte

Käesolevas töös on analüüsitud Tartu linnas Nõva tn 1 asuva hoone tänast energiakasutust ning uuritud võimalusi kokkuhoiuks.

Töö tulemusena selgus, et hoone tänast keskmise aasta soojusenergiakasutust 481 MWh on võimalik energeetilise saneerimise teel alandada maksimumprogrammi raames kuni väärtuseni 214 MWh/a. Sellise kokkuhoiu saavutamiseks on vajalik koguinvesteering suurusjärgus 409 tuhat eurot ja tänaste soojusenergia hindade juures on lihttasuvusaeg 25 aastat.

5. Kasutatud allikad

1. Energiaauditite miinimumnõuded – KredEx (<http://www.kredex.ee/11314>)
2. EVS 837-1:2003 Piirdetarindid. Osa 1: Üldnõuded
3. EVS-EN ISO 6946:2004 Hoonete komponendid ja hoonekonstruktsioonid. Arvutusmeetod
4. Eesti Kraadpäevad - Kredex (<http://www.kredex.ee/esk/?id=1411>)
5. Eesti eluasemefondi suurpaneel-korterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga. Uuringu lõppraport. TTÜ Ehitusteaduskond. Tallinn, 2009 (<http://www.kredex.ee/eskuuringud>)
6. Eesti eluasemefondi telliskorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga. Uuringu lõppraport. TTÜ Ehitusteaduskond. Tallinn, 2010 (<http://www.kredex.ee/eskuuringud>)
7. Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele. Uuringu lõppraport. TTÜ Ehitusteaduskond. Tallinn, 2012. (http://www.kredex.ee/public/Uuringud/Allokaatorid_uuring_191112.pdf).
8. Enno Abel, Hendrik Voll. Hoonete energiatarve ja sisekliima. Presshouse. Tallinn, 2010.

6. Kasutatud mõõteseadmed

Tabel L 1

Mõõtesead	Tüüp	Täpsus	Töövahemik
Termokaamera	FLIR B335	Temp $\pm 1^{\circ}\text{C}$ eraldusvõime 0,1 $^{\circ}\text{C}$	-20 - +120 $^{\circ}\text{C}$
Sisekliimatester	TES 1370 NDIR CO ₂ Meter	RH $\pm 1\%$; Temp $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ CO ₂ 2,75%+75ppm	10-90% RH Temp -20- +60 CO ₂ 0-5000ppm

Termokaamera abil viidi läbi hoone välispiirete ja küttesüsteemi termograafiline ülevaatus. Sisekliimatestri abil on pisteliselt kontrollitud hoone siseõhu parameetrid erinevates korterites.

7. Lisad

7.1. Soojusenergia tarbimisandmed

Tabel L 2

MWh	2009	2010	2011	2012	2013
Jaauar	62,0	90,0	65,0	66,7	77,1
Veebruar	64,0	64,0	67,0	85,1	55,9
Märts	54,0	50,0	55,0	55,2	66,9
Aprill	36,0	31,0	28,0	36,3	38,4
Mai	15,0	18,0	22,0	19,4	16,2
Juuni	13,0	12,0	14,1	12,7	12,7
Juuli	12,5	11,0	10,3	11,4	12,6
August	14,0	12,0	14,0	11,5	12,9
September	15,0	16,0	13,5	21,4	19,0
Oktoober	40,0	46,0	39,2	38,6	42,0
November	47,0	55,0	47,9	47,7	49,8
Detsember	68,0	70,0	53,6	78,4	52,4
Kokku	440,5	475,0	429,6	484,4	455,9

7.2. Tarbevee tarbimisandmed

Tabel L 3

m ³	Külm tarbevesi				
	2009	2010	2011	2012	2013
Jaauar	185	220	237	210	244
Veebruar	320	240	203	260	210
Märts	250	222	230	196	210
Aprill	250	230	200	250	226
Mai	260	200	210	210	214
Juuni	222	260	190	220	184
Juuli	198	140	210	200	166
August	210	240	210	210	155
September	220	220	220	210	200
Oktoober	250	213	243	250	200
November	180	227	187	230	200
Detsember	250	210	210	226	215
Kokku	2795	2622	2550	2672	2424

7.3. Soojavee tarbimisandmed (andmed puuduvad)

Tabel L 4

--	--	--	--	--	--

7.4. Elektrienergia tarbimisandmed

Tabel L 5

kWh	Korterite elekter				
	2009	2010	2011	2012	2013
Jaanuar	7 695	7 629	9 585	7 804	6 926
Veebruar	7 228	7 906	7 408	7 173	6 046
Märts	7 535	7 454	6 329	6 569	6 398
Aprill	6 677	6 878	6 543	6 379	5 809
Mai	6 569	5 760	6 365	5 796	5 556
Juuni	6 340	5 387	5 546	5 061	4 468
Juuli	5 757	5 075	4 964	5 348	3 960
August	7 370	5 739	5 382	5 279	4 478
September	7 311	6 608	6 344	6 125	5 032
Oktoober	3 341	7 349	6 669	6 404	6 069
November	6 999	8 311	5 885	6 896	6 152
Detsember	8 815	9 476	9 646	8 455	6 508
Kokku	81 637	83 572	80 666	77 289	67 402

Tabel L 6

kWh	Üldelekter				
	2009	2010	2011	2012	2013
Jaanuar	427	415	260	421	243
Veebruar	358	290	291	354	315
Märts	338	330	419	335	325
Aprill	277	308	359	325	305
Mai	199	240	239	180	311
Juuni	438	233	208	203	262
Juuli	85	342	226	146	128
August	256	97	234	340	369
September	116	311	270	76	255
Oktoober	302	351	297	338	430
November	347	360	490	349	402
Detsember	286	368	315	430	428
Kokku	3 429	3 645	3 608	3 497	3 773

7.5. Termograafilise ülevaatus aruanne ja fotod

Vormistatud eraldi aruandena