

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOLI

TALLINNA KOLLEDŽ

Kinnisvara korrashoid

Anton Litvin

**KORTERELAMU RENOVEERIMINE ENERGIATÕHUSUSE
TAGAMISEKS**

Lõputöö

Juhendaja: Ljudmilla Drõkina

Tallinn 2016

SISUKORD

SISSEJUHATUS	3
1. UURIMISOBJEKTIDE KIRJELDUS	6
1.1 Uurimusobjektide üldandmed	6
1.2 Hoonete seisukord enne renoveerimist	10
1.3 Renoveerimise käigus teostatud tööd	14
2. HOONETE ENERGIATÕHUSUSE ANALÜÜS	17
2.1 Hoonete energiakasutus enne renoveerimist	17
2.2 Hoonete energiakasutus pärast renoveerimist	28
3. RENOVEERIMISE TASUVUSE ANALÜÜS	34
3.1 Projekti toetused	34
3.2 Renoveerimisprojektide maksumus ja finantseerimine	37
3.3 Energia maksumus ja rahaline kokkuhoid	38
3.4 Tasuvusaeg	40
3.5 Alternatiivne lahendus	41
KOKKUVÕTE	42
VIIDATUD ALLIKAD	44
LISAD	46
Lisa 1. 2009 aasta kraadpäevad	47
Lisa 2. 2010 aasta kraadpäevad	48
Lisa 3. 2011 aasta kraadpäevad	49
Lisa 4. 2012 aasta kraadpäevad	50
Lisa 5. 2013 aasta kraadpäevad	51
Lisa 6. 2014 aasta kraadpäevad	52
Lisa 7. 2015 aasta kraadpäevad	53
Lisa 8. Normaalaasta kraadpäevade arv	54
SUMMARY	55

SISSEJUHATUS

Suurem osa täna eksploatatsioonis olevatest korterelamutest on ehitatud aastatel 1960-1990 (1, lk. 2). Tol ajal valitses elamuehituses ainukese näitajana kvantiteet. Ehitati palju ja kättesaadavast materjalist. Eesti oludes oli selleks liiv, paekivikillustik ja tsement. Samuti kasutati kohalikku klaasi, puitu ja eterniiti. Elamute soojapidavusele ei pööratud mingit tähelepanu, kuna soojus oli odav. Tänapäeval moodustavad kulud elamispinna ülalpidamiseks suure osa pere eelarvest ja küttekulud omakorda suure osa kuludest elamispinnale.

Vastavalt statistikaameti 2015 aasta kokkuvõttele on küll elamufondi uuenemine Eestis 2015 aastal olnud üks kiireimast Euroopa Liidus (2, lk. 323) kuid jätkuvalt on väga paljude majade energiakasutus ebaefektiivne. Vanade korterelamute edukas renoveerimine on võimalik juhul, kui on loodud korteriühistu, millel on tegus ja mõistlik juhatus. Samuti kui korteri küttekulud on piisavalt suured, et see motiveeriks korteriomanikke laenu võtma ja renoveerimist alustama.

96% Eesti elamufondist kuulub eraomandisse. Seepärast on rekonstrueerimisotsuse tegemisel üks põhinäitaja leibkondade sissetulekute tase. Leibkondade energiatarbimise uuringu (2012) kohaselt peab ligi 50% leibkondadest elamu soojustamise suurimaks takistuseks rahapuudust. Leibkonna kulutustest ligi pool läheb toidule ja elamispinnale. Selgelt eristub Eesti keskmisest Ida-Virumaa, kus selliste sundkulude osa on 60% (1, lk. 2).

Küttekulud korralikult renoveeritud majas on eeldatavalt umbes 2x väiksemad kui renoveerimata majas. Sellest lähtudes on elanikel mõistlik panustada suurusjärgus 1-1,5 €/m², ilma, et rahaline koormus omanike eelarvele tuntavalt tõuseks.

Renoveerimisprojekti läbiviimiseks otsusest kuni valmimiseni tuleb arvestada 2-4 aastat, olenevalt maja konstruktsioonist. Tüüpprojekti järgi ehitatud maja renoveeritakse kiiremini.

Tavaliselt kulub korteriühistu üldkoosolekul probleemi püstitamisest otsuseni jõudmiseks aasta kuni kaks. Mõned majad selle otsuseni üldse ei jõua. Suurem on probleem väikeste, kuni 30 korteriga majade puhul, kuna renoveerimislaenu tagasimakse elaniku kohta tuleb üsna suur.

Kuna tänaseks on juba arvestatav kogus korterelamuid renoveeritud, siis on võimalik nende kogemusele tuginedes lihtsamalt kavandada oma tegevusi ja prognoosida tulemust.

Minu lõputöö sisaldab kahe korterelamu renoveerimise tööde kirjeldust ning nende tulemusel saavutatud energiatõhususe analüüsi.

Lõputöö struktuur:

- Sissejuhatus
- Uurimisobjektide kirjeldus
- Renoveerimise käigus teostatud tööde kirjeldus
- Energiatõhususe analüüs enne ja pärast renoveerimist
- Rahalise kokkuhoiu ja tasuvusaja arvutamine
- Alternatiivne lahendus
- Järeldused ja ettepanekud
- Kokkuvõtte

Lõputöö uurimisülesanded:

- Renoveerimise vajaduse kirjeldamine
- Tutvustada renoveerimistööde sisu
- Renoveerimisele eelneva ja järgneva perioodi energiakulu võrdlus ja analüüs
- Leida kui suurt kokkuhoidu on realselt võimalik saavutada peale hoone renoveerimist
- Tutvustada võimalikud toetused ja finantseerimise viis
- Renoveerimise tasuvusaja arvutamine

Lõputöö kirjutamisel on kasutatud kinnisvara ja energiatõhususega seotud uurimustöid ning erinevate ettevõtete kodulehtedelt saadud infot. Analüüsis kasutatavad algandmed on saadud haldusfirmalt Veisar Haldus OÜ, kellega on mõlemal majal sõlmitud halduslepingud.

Lõputöö eesmärk on leida millises mahus on võimalik vähendada energiakulutusi kortermajas peale renoveerimist. Eesmärgini jõudmiseks kasutan lõputöös võrdluse meetodit.

1. UURIMISOBJEKTIDE KIRJELDUS

1.1 Uurimusobjektide üldandmed

Lõputöös käsitlen uurimisobjektidena kahte korterelamut, mis on ehitatud samasuguse projekti alusel.

Esimese uurimisobjekti asukoht on Kangru tänav 4, Põhja-Tallinna linnaosa.



Joonis 1. Esimese uurimisobjekti asendiplaan. Maaameti geoportal (4)

Hoone kirde suunas asuvad trepikodade sissepääsud ning parkimisala. Edela osas asub roheala.

Antud hoone puhul on tegemist 1960-aastal ehitatud viilkatusega silikaatkivist elamuga. Hoone on kasutusel korterelamuna. Sama tüüpprojekti järgi on ehitatud ka paljud teised Stroomi ranna piirkonna korterelamud. Hoone on liidetud ühisveevärgi, kanalisatsiooni ja soojusvõrguga. Soojusenergia müüjaks on AS Utilitas Tallinn, veemüüjaks AS Tallinna Vesi, elektrienergia müüjaks on Eesti Energia AS ning gaasimüüjaks on AS Eesti Gaas.

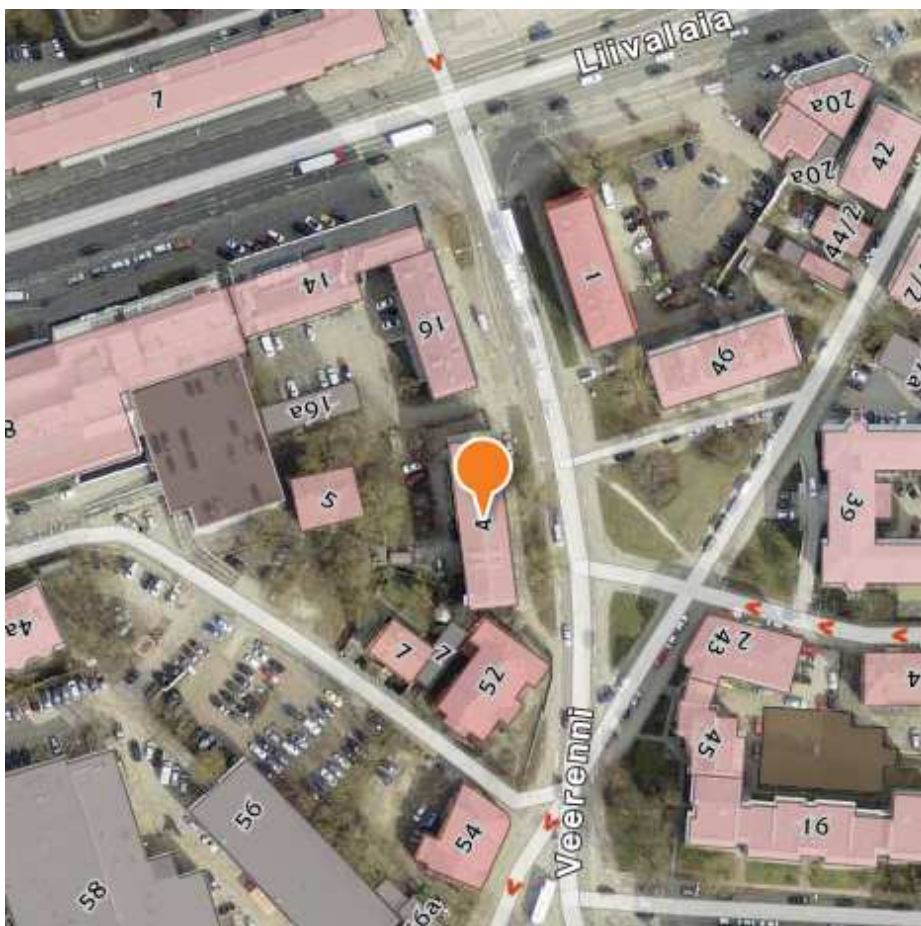
Tabel 1. Esimese uurimisobjekti üldandmed.

Ehitise aadress:	Kangru 4, Tallinn
Ehitisregistri kood	101020038
Esmase kasutuselevõtu aasta	1960
Ehitise nimetus	Elamu
Ehitise staatus	Kasutusel
Kasutamise otstarve	Muu kolme või enama korteriga elamu 11222
Korruste arv	4
Trepikodade arv	2
Maht (m ³)	6392
Eluruumide arv	31
Eluruumide pind (m ²)	1305,3
Köetav pind (m ²)	1305,3
Ehitisalune pindala (m ²)	441
Suletud netopind (m ²)	1699,1
Üldkasutatav pind (m ²)	446,6

Allikas: Ehitisregister (3)

Hoonel on keskküttesüsteem ning tsentraalne soe vesi. Soojussisend ja veesisend asuvad keldris soojus- ja veesõlmes.

Teine uurimisobjekti asukoht on Veerenni tänav 4, Tallinna linn, Kesklinna linnaosa.



Joonis 2. Teise uurimisobjekti asendiplaan. Maaameti geoportal (4)

Hoone paikneb Tallinna kesklinna tihehoonestusalal. Hoone ida suunas asuvad trepikodade sissepääsud. Lääne suunas asub roheala ning parkimisplats.

1962 aastal ehitatud elamu kandekonstruktsioon on silikaattellisest ning laotud poolteist kivi süsteemis. Vahelaed on ehitatud valubetonist. Hoone on liidetud ühisveevärgi, kanalisatsiooni ja soojusvõrguga. Kommunaalteenuste pakkujad on samad nagu esimesel uurimisobjektil.

Veerenni 4 hoones on korterite arv ühe võrra suurem kui esimesel uurimisobjektil, kuna Kangru 4 hoones on 2 korterit kokku ehitatud.

Tabel 2. Teise uurimisobjekti üldandmed.

Ehitise aadress:	Veerenni 4, Tallinn
Ehitisregistri kood	101014838
Esmase kasutuselevõtu aasta	1962
Ehitise nimetus	elamu
Ehitise staatus	Kasutusel
Kasutamise otstarve	Muu kolme või enama korteriga elamu 11222
Korruste arv	4
Trepikodade arv	2
Maht (m ³)	6204
Eluruumide arv	32
Eluruumide pind (m ²)	1328,8
Köetav pind (m ²)	1328,8
Ehitisalune pindala (m ²)	441
Suletud netopind (m ²)	1716,8
Üldkasutatav pind (m ²)	388

Allikas: Ehitisregister (3)

Hoonel on keskküttesüsteem ning vee soojendamiseks kasutatakse gaasiboilereid.

1.2 Hoonete seisukord enne renoveerimist

2010. aastal oli Veerenni 4 seis järgmine. BREM haldus, kellega oli tehtud haldus-ja hooldusleping, oli lasknud majal olla nii, nagu nad selle said.

Hoone välisilme on kujutatud alloleval fotol.



Joonis 3. Veerenni 4 fassaadi foto enne renoveerimist

Omanikud maksid palju välisõhu kütmise eest. Ülemise jaotusega reguleerimisvõimalusteta küttesüsteem sai oma soojuse elevaatorsõlmest. Kütteevee temperatuuri reguleeriti katlamajast ja kogust ei kontrollitud. See oli konstantselt paigas elevaatori avade suurusest lähtuvalt.

Pööningul asetsev jaotustorustik oli ebapiisavalt isoleeritud. Osal torustikust puudus isolatsioon üldse. Järjestikuse ühendusega küttepüstikutele oli radiaatorite ette paigaldatud 3-T kraanid, et elanikud saaks vajadusel kütte radiaatorist mööda saata. Need 3-T kraanid olid kinni roostetanud selles seades, millisesse olid kunagi pandud.

Oma korteris kütte tagamiseks olid mõned elanikud ise püüdnud olukorra parandamiseks midagi ära teha. Näiteks oli mõnes korteris paigaldatud nii palju radiaatori ribisid, kui seina mahtus. Samas võis see suur radiaator olla püstikuga ühendatud 10 mm vasktoruga, tänu millele ei läinud ta ise soojaks ega ei olnud kogu püstikul mingit võimalust oma funktsiooni täita.

Küttekulude vähendamise eesmärgil käis üks soojussõlme peal elav pensionärist majaanik iga päev sõlmes ventiili keeramas. Seade aluseks võttis ta oma korteri temperatuuri. Kuna see sai kaudset kütet all olevast soojussõlmest, siis oli seal soojem, kui kõrvalkorterites. Sellega ta muutis küttesüsteemis ringleva vee kiirust ja hulka. Sellise reguleerimise tagajärjeks oli osade korterite jaoks kütte täielik kadumine. Kõige rohkem kannatasid kaugemate püstikute elanikud, kes vaatamata külmale korterile maksid kütte eest proportsionaalselt.

Hoonel on 123 akent millest pooled olid vanad puitaknad sealhulgas 2 suurt trepikoja akent ning 17 väikest keldri akent.

Alates aastast 2010 hakkas hoone haldamise ja hooldamisega tegelema ettevõtte Veisar haldus OÜ. Peale haldusfirma vahetust ning esmast ülevaatus teostati kohe järgmised tööd:

1. Pööningule paigaldati kaks liiniseadeventiili, kuna püstikute jaotustorustik oli kahepoolne ning ühel pool oli püstikuid kaks korda rohkem kui teisel. Sellega tekitati võimalus jagada küttevee kogust vastavalt vajadusele ja liini suurusele.
2. Paigaldati täisautomaatne soojusvahetiga soojussõlm. Küttevee graafikut juhib kontrolleri vastavalt välisõhu temperatuurile. Küttesüsteemis ringleva soojuskandja kiirus tagatakse tsirkulatsioonipumbaga. Vajalik soojus võetakse läbi soojusvaheti vastavalt vajadusele. Nende tegevustega tagati ühtlane küttevee temperatuur püstikutele. Horisontaalne ebavõrdsus säilis.

Selle tulemusena suurenes küttesüsteemi efektiivsus ja kulu kasvas, kuna paranes kütte olukord mõnedes ruumides. Selleks, et küttekulu vähendada ja elamut edasi parandada, telliti energiaaudit ja selle alusel ka projektid maja soojustamiseks ja uue küttesüsteemi ehitamiseks.

Sisetemperatuuri talvisel ajal hindasid mitmed elanikud sõltuvalt ruumist 15...19°C, kuid oli ka hinnanguid üle 21°C. Täpsemate andmete saamiseks oli korraldatud nädalane temperatuuri mõõtmine siseruumides. Registreeritud temperatuur eluruumides oli 17,9...23,8°C. Keldri keskmine temperatuur oli 11,6°C. Välistemperatuur mõõtmisperioodil muutus vahemikus +2...-6°C. Suhteline niiskus mõõdetud eluruumides oli üldiselt normaalsel tasemel 25...40%, keldris 55...60%. Sisetemperatuur oli madalam eeskätt otsatubades. Igal juhul oli erinevate ruumide sisetemperatuuri erinevus lubamatult suur (üle 5°C) (5).

KÜ Kangru 4 sõlmis halduslepingu 2013. aastal, kuna tolleaegne juhatus ei tulnud oma probleemidega enam toime. Üldkoosoleku läbiviimiseks ei saadud kunagi vajalikku kvoorumit kokku. Hoone välisilme nägi välja nagu on kujutatud alloleval fotol.



Joonis 4. Kangru 4 fassaadi foto enne renoveerimist.

Kinnisvara hind oli madal ebatõhusa energiakasutuse ning maja välisilme tõttu ei tahtud kortereid osta.

Teostati maja ülevaatus ja avastati, et pööning oli elanike poolt prahti täis.



Joonis 5. Kangru 4 pööningu seisukord enne renoveerimist

Vaatamata suuretele küttearvetele oli korterites külm. Soojussõlmes ei olnud töötavat kütteautomaatikat. Tolleaegne hoone hooldaja käis kütterežiimi seadmas käsitsi, selleks reguleeris ta majas ringleva kütteevee kogust. Sellise reguleerimise tulemusel jäid kaugemad püstikud kütteta. Ülemiste korterite lagi oli soojustamata pööningu tõttu külm. Ülemistes korterites hallitasid laed ja seinad isegi nendes korterites, kus elanikud olid neid seestpoolt soojustanud. Suur hulk vanu, ehitusaegseid aknaid lisasid küttekuludele oma osa. Ühes korteris puudus võimalus aknaid sulgeda. Need olid tulekahju ajal sisse löödud. Silikaatkivist sillused akende kohal olid sedavõrd varisemisohtlikud, et tuli piirata inimeste liikumist nende all. Majas oli 2 suurt võlgnikku.

1.3 Renoveerimise käigus teostatud tööd

Mõlema hoone renoveerimine hõlmas endas:

- Varasemalt vahetamata puitakende vahetust uute energiasäästlike pakettakende $U < 1,1$ $W/(m^2K)$ vastu. Selle tulemusel vähenesid õhulekked.
- Ventilatsiooni tagamiseks paigaldati tubade seintesse värskõhuklapid.
- Paigaldati individuaalse küttekuluarvestuse süsteem.
- Ehitati uus altjaotusega kahetorusüsteem, mis võimaldab kütte reguleerimist ruumide kaupa.
- Küttekehade vahetus.
- Keldris paiknevad kütetorustikud kaeti soojusisolatsiooniga.
- Fassaadi soojustamine (150mm).
- Pööningu soojustamine ja käiguteede ehitus (Veerenni 300mm; Kangru 400mm).
- Sokli soojustamine.
- Välisuste vahetus.
- Vihmaveerennide ja torude vahetus.
- Varikatuste remont.
- Välistreppide remont.
- Olemasoleva ventilatsiooni puhastus ja korrastus.

Lisaks oli Kangru 4 hoones täielikult vahetatud soojussõlm ning Veerenni 4 hoones asendati olemasolev küttepump sagedusmuunduriga pumbaga.

Fassaadi katmiseks kasutati Kangru 4 hoonel Marmoroc plaati. Marmoroci tootja reklaamib oma toodet kui kõige pikaajalisemat katet, mis on turul saadaval. Betoonest valmistatud plaatidele vahel on olemas tuulutusvahe, mis juhib eemale majast väljuva niiskuse. Kahjustatud plaadi vahetus on väga lihtne ilma terve konstruktsiooni lahtivõtmiseta (9).



Joonis 6. Kangru 4 fassaad peale renoveerimist.



Joonis 7. Kangru 4 pööning peale renoveerimist.

Pööningult oli välja viidud aastate kaupa kogunenud kola ning ehitatud viisakad käigurajad läbi soojustuse.

Veerenni hoonel kasutati fassaadi katteks fassaadiplaati StoneREX.



Joonis 8. Veerenni 4 fassaad peale renoveerimist.

StoneREX fassaadiplaatide tootja reklaamib oma toodet kui kauakestvat ning tugevat materjali. Samuti annab ta hingava fassaadi omaduse ning seda on võimalik paigaldada aastaringselt (10).

Tänaseks päevaks on renoveerimisest möödas neli aastat ning fassaadikattega ei ole mingeid probleeme ilmenud.

2. HOONETE ENERGIATÕHUSUSE ANALÜÜS

2.1 Hoonete energiakasutus enne renoveerimist

Vaatluse perioodiks on võetud 3 aastat enne iga hoone renoveerimist. Esmalt vaatleme kõige suuremat kuluallikat, milleks on soojusenergia.

Tabel 3. Veerenni 4 soojusenergia tarbimine 3 aasta vältel enne renoveerimist.

Kuu	Välisõhu temperatuur °C	Tegelik MWh	Arvestuslik MWh	T/A suhtarv
Jaauar 2009	-2,0	47,250	50,220	94,086
Veebruar 2009	-4,3	43,125	50,576	85,267
Märts 2009	-0,7	32,984	46,956	70,245
Aprill 2009	5,4	29,596	30,618	96,662
Mai 2009	10,8	0,000	18,079	0,000
Juuni 2009	13,5	0,000	0,000	-
Juuli 2009	16,9	0,000	0,000	-
August 2009	16,1	0,000	0,000	-
September 2009	13,8	0,141	10,206	1,382
Oktoober 2009	5,0	28,040	32,643	85,899
November 2009	2,8	33,084	36,936	89,571
Detsember 2009	-3,9	39,287	54,991	71,443
Jaauar 2010	-11,0	61,447	72,819	84,383
Veebruar 2010	-7,7	55,588	58,288	95,368
Märts 2010	-1,8	36,576	49,718	73,567
Aprill 2010	4,9	27,040	31,833	84,943
Mai 2010	11,0	8,224	17,577	46,788
Juuni 2010	13,7	0,000	0,000	-
Juuli 2010	21,8	0,000	0,000	-
August 2010	17,7	0,000	0,000	-
September 2010	11,6	6,956	15,552	44,727

Kuu	Välisõhu temperatuur °C	Tegelik MWh	Arvestuslik MWh	T/A suhtarv
Oktoober 2010	4,5	30,871	33,899	91,069
November 2010	0,5	30,000	42,525	70,547
Detsember 2010	-6,2	51,000	62,726	81,305
Jaanuar 2011	-3,5	48,000	53,987	88,911
Veebruar 2011	-9,6	48,000	62,597	76,681
Märts 2011	-1,0	36,000	47,709	75,457
Aprill 2011	5,6	18,000	30,132	59,737
Mai 2011	10,1	0,000	0,000	-
Juuni 2011	16,8	0,000	0,000	-
Juuli 2011	20,1	0,000	0,000	-
August 2011	16,6	0,000	0,000	-
September 2011	13,1	0,000	0,000	-
Oktoober 2011	8,2	9,0	28,789	31,262
November 2011	5,0	11,0	34,495	31,888
Detsmber 2011	2,0	22,0	41,984	52,401

Allikas: Veisar Haldus OÜ (5)

Tabelis 3 on ära toodud Veerenni 4 tegelik ja AS Utilitas Tallinn poolt prognoositav tarbimine ning nende vaheline suhtarv.

Utilitas Tallinn kasutab arvestusliku tarbimise arvutamisel majandusministri 11. augusti 1997. a. käskkirjaga nr 86 heaks kiidetud „Soojusvarustuse kulude arvestamise ja jaotamise meetodikat“. Selle meetodika lähteandmeteks on hoone soojussõlme passi koormused ning kuu keskmine välisõhutemperatuur (6).

Näeme, et prognoositav ja tegelik tarbimine oluliselt ei erine välja arvatud üksikutel kuudel. Võttes vaatluse alla kütteperioodi oktoober - aprilli tuleks keskmine T/A suhtarv 76. See tähendab, et tegelik tarbimine moodustas kesktelt 76% AS Utilitas Tallinn poolt määratud prognoositavast tarbimisest. Hiljem saan võrrelda kui palju muutus T/A suhtarv peale renoveerimist.

Vee soojendamine toimub gaasi boilerites, mille tõttu suvekuudel on selle uurimisobjekti soojusenergia tarbimine 0.

Ühtlustamiseks välisõhu temperatuuride erinevustest tingitud mõju soojustarbimisele võtsin kasutusele kraadpäevad.

Välisõhu temperatuuride kompenseerimine võimaldab soojustarbimise viia ühtsele nn normaalaasta baasile, kus erinevate aastate soojustarbimine on taandatud keskmise aasta tarbimisele, sellega on elimineeritud erinevate kliimatingimustega aastate välistemperatuuri mõju soojustarbimisele. Et elimineerida erinevate aastate välisõhu temperatuuride mõju, viiakse reaalse aasta soojustarbimine üle võrreldavale nn normaalaasta tarbimisele, kasutades seost:

$$QN = (Q_{teg} - C) \cdot SN / Steg + C$$

kus:

QN - normaalaasta soojustarbimine

Q_{teg} - tegeliku aasta soojustarbimine

SN - normaalaasta kraadpäevade arv (lihtsad kraadpäevad)

Steg - tegeliku aasta kraadpäevade arv

C - kraadpäevadest sõltumatu soojustarbimine

Osa hoonetes tarbitud soojusest on nõrgalt seotud välisõhutemperatuuriga, seega praktiliselt sõltumatu kraadpäevade arvust. Kraadpäevadest sõltumatu soojustarbimise põhiosa moodustab soojatarbevee valmistamiseks kulutatud soojus. Kraadpäevadest sõltumatu soojustarbe hulka kuuluvad ka sooja tarbevee torustiku soojuskaod, käterätikuivatitega hoonesse antud soojus, siia hulka võib lugeda ka mittekoetavates ruumides (näit kütmata pööningutel) paiknevate küttetorustike soojuskaod. Edasiseks võrdluseks on järgmises tabelis toodud ära soojusenergia tarbimised aastate lõikes (23).

Järgmises tabelis on kokku arvatud aastased soojusenergia tarbimised enne renoveerimist.

Tabel 4. Veerenni 4 soojusenergia tarbimine aastate lõikes.

Aasta	Keskmine temperatuur kütteperioodil	Tarbimine MWh/a	Tarbimine arvestades kraadpäevade hulka MWh/a
2009	0,3 °	253,50	267,51
2010	-2,4 °	307,70	281,92
2011	1,0 °	192,00	213,16

Allikas: Koostatud autori poolt

Hoone keskmine soojusenergia kasutus normaalaastal on 254,20 MWh. Kõige suurem tarbimine oli 2010 aastal mille kütteperioodi keskmine temperatuur oli – 2,4°.

Järgnevalt vaatleme teise uurimisobjekti soojusenergia tarbimist.

Tabel 5. Kangru 4 soojusenergia tarbimine 3 aasta vältel enne renoveerimist.

Kuu	Välisõhu temperatuur °C	Tegelik MWh	Arvestuslik MWh	T/A suhtarv
Jaauar 2011	-3,5	44,000	67,007	65,665
Veebruar 2011	-9,6	47,170	75,074	62,831
Märts 2011	-1,0	39,000	60,404	64,565
Aprill 2011	5,6	23,300	41,586	56,029
Mai 2011	10,1	9,690	31,087	31,171
Juuni 2011	16,8	4,000	9,398	42,564
Juuli 2011	20,1	3,000	0,995	301,527
August 2011	16,6	3,100	10,239	30,276
September 2011	13,1	3,110	18,855	16,494
Oktoober 2011	8,2	17,390	35,986	48,324
November 2011	5,0	23,000	43,119	53,340
Detsember 2011	2,0	34,210	52,480	65,186
Jaauar 2012	-4,7	38,560	70,176	54,947
Veebruar 2012	-8,1	45,320	74,049	61,202
Märts 2012	0,6	37,520	56,178	66,788
Aprill 2012	4,8	24,390	43,631	55,901
Mai 2012	10,8	8,870	29,238	30,338
Juuni 2012	12,6	3,500	20,133	17,385
Juuli 2012	17,7	3,000	7,334	40,906

Kuu	Välisõhu temperatuur °C	Tegelik MWh	Arvestuslik MWh	T/A suhtarv
August 2012	15,2	3,500	13,937	25,113
September 2012	12,3	8,900	20,900	42,584
Oktoober 2012	6,2	17,000	41,268	41,194
November 2012	3,3	29,040	47,465	61,183
Detsember 2012	-6,7	43,020	75,459	57,011
Jaauar 2013	-4,4	40,000	69,384	57,650
Veebruar 2013	-2,4	34,070	57,898	58,845
Märts 2013	-5,9	40,050	73,346	54,604
Aprill 2013	3,1	26,950	47,976	56,174
Mai 2013	11,7	5,830	26,861	21,705
Juuni 2013	16,9	3,000	6,330	47,390
Juuli 2013	17,6	3,000	6,963	43,082
August 2013	16,7	3,000	6,541	45,861
September 2013	12,1	7,146	6,330	112,883
Oktoober 2013	7,5	19,854	37,640	52,748
November 2013	4,5	27,380	44,154	62,010
Detsember 2013	2,3	35,620	51,396	69,305

Allikas: Veisar Haldus OÜ (5)

Kuna vee soojendamine selles majas toimub soojusvaheti abil, siis toimub soojusenergia tarbimine aastaringsest. Arvestades, et renoveerimine mõjutab eelkõige küttemiseks kasutatavat soojusenergia hulka, siis arvutan ka selle hoone puhul T/A suhtarvu kütteperioodil oktoober - aprill. Keskmiseks T/A suhtarvuks kujunes 56 ehk tegelik tarbimine oli 56% prognoositavast tarbimisest.

Tabel 6. Kangru 4 soojusenergia tarbimine aastate lõikes enne renoveerimist.

Aasta	Keskmine temperatuur kütteperioodil	Tarbimine MWh/a	Tarbimine arvestades kraadpäevade hulka MWh/a
2011	1,0 °	228,10	249,28
2012	-0,7 °	234,85	230,11
2013	0,7 °	223,92	241,82

Allikas: Koostatud autori poolt

Selle uurimisobjekti keskmine soojusenergia tarbimine normaalaastal on 240,40 MWh.

Järgnevalt vaatleme mõlema hoone elektrienergia kasutust enne renoveerimist. Kuna elektrienergia kulu võib vaid kaudselt olla seotud järgneva renovatsiooniga, siis on andmed esitatud ainult aastate lõikes.

Tabel 7. Hoonete elektrienergia kasutus aastate lõikes

	Aasta	Korter MWh	Üldelekter MWh	Kortermaja tarbimine kokku MWh:
Veerenni 4	2009	41,314	0,987	42,301
	2010	38,906	1,408	40,314
	2011	34,592	2,986	37,579
Kangru 4	2011	34,409	2,184	36,593
	2012	35,701	2,226	37,927
	2013	32,478	2,201	34,679

Allikas: Veisar Haldus OÜ (5)

Keskmine aastane elektrienergia tarbimine enne renoveerimist on 40,06 MWh Veerenni 4 hoonel ning 36,40 MWh Kangru 4 hoonel.

Gaasi koha pealt on Veerenni 4 hoones kasutusel nii gaasipliidid, gaasiboilerid ning 2 korterit on gaasikütel. Kangru 4 majas on kasutusel ainult gaasipliidid ning 2 korterit omavad gaasiboilerit. Mõlemate hoonete elanikud on väitnud, et kasutasid gaasipliite soojuse saamise eesmärgil enne renoveerimist.

Tabel 8. Hoonete gaasi tarbimine aastate lõikes enne renoveerimist.

	Aasta	Gaasi kogukulu m ³		Aasta	Gaasi kogukulu m ³
Veerenni 4	2009	10059	Kangru 4	2011	3589
	2010	9939		2012	3474
	2011	10055		2013	3539

Allikas: Veisar Haldus OÜ (5)

Keskmiseks aastaseks gaasi tarbimiseks kujunes 10017,67 m³ Veerenni 4 hoones ning 3534 m³ Kangru 4 hoones.

Selleks, et gaasi tarbimist saaks võrrelda teiste energia liikidega tuleb see teisendada energiaühikutesse. Gaasikoguse teisendamine energiaühikutesse on mõõdetud gaasi koguse ja gaasi ülemise kütteväärtuse korrutis, mis arvutatakse järgmise valemi alusel:

$$E = H_s \times V,$$

kus

E – gaasi kogus energiaühikutes (kWh);

H_s – gaasi ülemine kütteväärtus arvestusperioodil (kWh/m³);

V – mõõdetud gaasi kogus arvestusperioodil (m³) (7).

Arvutuste tegemiseks oli vajalik leida gaasi ülemine kütteväärtus arvestusperioodil. Elering määrab ülekandevõrku siseneva maagaasi koostise ja selle alusel koostab arvestuskuus üle antud gaasi keskmise koostise kvaliteedi tunnistuse (8).

Eleringi kodulehel on avalikustatud väljavõtte ainult viimase aasta gaasi kütteväärtuste suurustest. Eelnevate aastate täpseid ülemisi kütteväärtusi ei õnnestunud saada, kuna minu päring Eleringi poole jäi vastuseta ning helistades sinna ei osatud mulle vastata.

Siiski õnnestus mul üles leida 2011 aasta jaanuari kuu gaasi kvaliteedi tunnistus, kus oli märgitud gaasi ülemiseks kütteväärtuseks 10,38 kWh/ m³ (19). Kasutan seda renoveerimisele eelnevate aastate gaasi tarbimise teisendamiseks. Kuna rahalist kokkuhoidu arvutan m³ ühiku põhjal, siis ei ole antud suuruse arvutamise juures väga suur täpsus vajalik.

Renoveerimisele järgnevate aastate arvutamisel kasutan viimase aasta keskmist ülemist kütteväärtust, milleks oli 10,55 kWh/ m³ (8).

Alumisel tabelil on esitatud gaasi keskmise aastase tarbimise teisendamine energiaühikutesse.

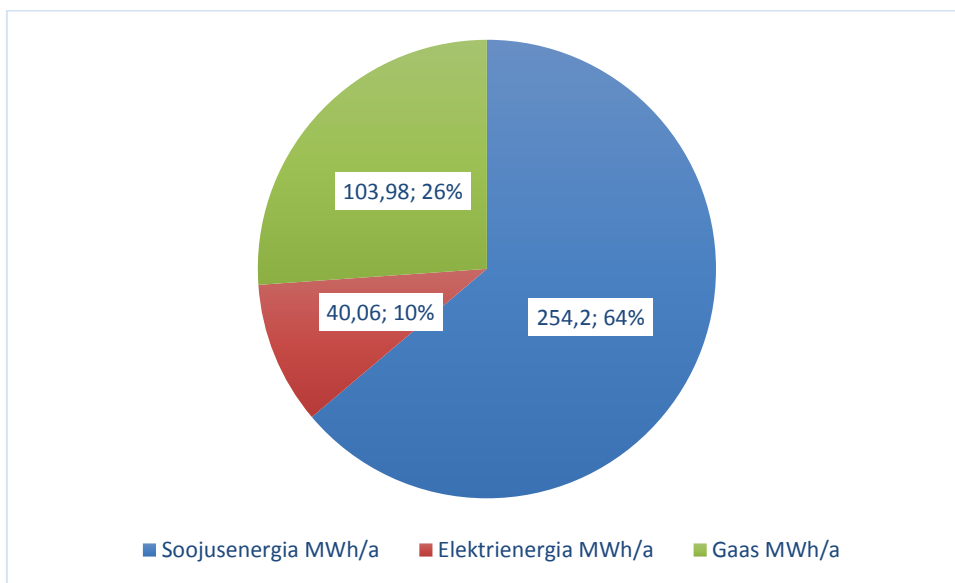
Tabel 9. Gaasi tarbimise energiaühikutes

	Keskmine gaasi kogukulu (m ³)	Ülemine kütteväärtus (kWh/m ³)	Gaasi kogus energiaühikutes (kWh)	Gaasi kogus energiaühikutes (MWh)
Veerenni 4	10017,67	10,38	103983,41	103,98
Kangru 4	3534		36682,92	36,68

Allikas: Koostatud autori poolt

Keskmine aastane gaasi tarbimine energiaühikutes oli 103,98 MWh Veerenni 4 hoones ning 36,68 MWh Kangru 4 hoones.

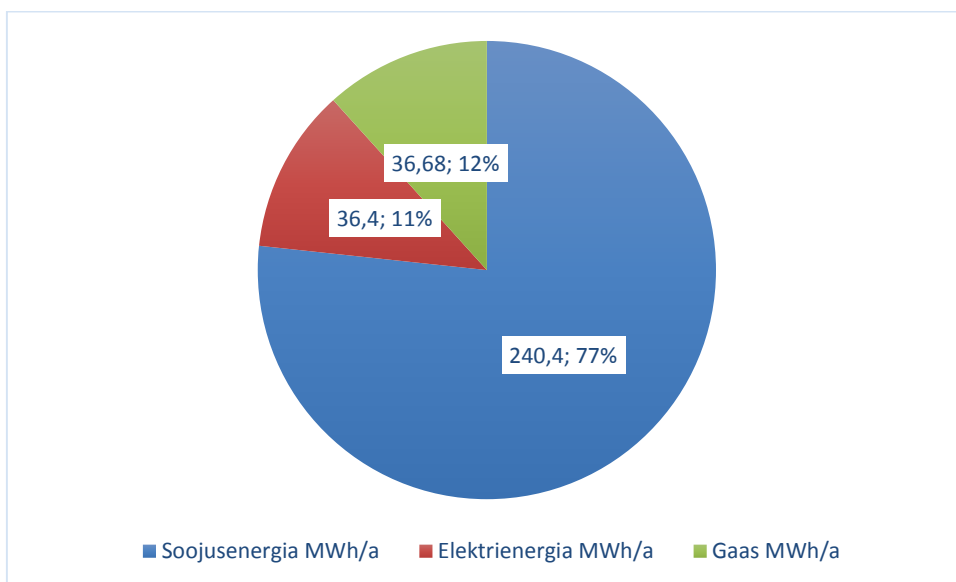
Kokkuvõtteks koostasin kõikide energialiikide keskmiste aastaste näitajate põhjal järgnevad joonised, mis näitavad hoonete energiavajadusi enne renoveerimist.



Joonis 9. Veerenni 4 energialiikide osakaalud tarbimises enne renoveerimist (koostatud autori poolt)

Kokku vajab hoone enne renoveerimist 398,24 MWh energiat aastas, millest soojusenergia kogus moodustas 64%, gaas 26% ning elektrienergia 10%.

Kasutusel olevate gaasiseadmete erisuse tõttu on Kangru 4 hoone energiavajadus mõnevõrra teistsugune.



Joonis 10. Kangru 4 energialiikide osakaalud tarbimises enne renoveerimist (koostatud autori poolt)

Kangru 4 hoone vajab enne renoveerimist 313,48 MWh energiat aastas, millest soojusenergia kogus moodustas 77%, gaas 12% ning elektrienergia 11%.

Joonistel on ilmekalt näha kui suur osakaal on soojusenergia tarbimisel. Vähendades hoone soojuskaod muutub hoone oluliselt energiatõhusamaks. Kõige kiiremini väljub soojus läbi külmasillade.

Külmasillad on kohad piirdetarindis, kus soojusjuhtivus on lokaalselt suurem. Külmasillad võivad olla geomeetrilised (välisseina välisnurk, põrand ja välisseina liitumine, katuslae ja välisseina liitumine jne.) või ehitustehnilised (välisvoodri sidemed, läbiviigud tarinditest jne). Sisetemperatuuri lokaalset alanemist võivad põhjustada ka vead soojustuse paigalduses, soojustuse puudumine, märgunud soojustus, alarõhu tingimustes lekked õhutõkkes ning kütteja ventilatsioonisüsteemide toimivus (20).

Eestimaises külmas kliimas on külmasildadega arvestamine tähtis mitmel põhjusel:

- Külmasilla suuremast soojusjuhtivusest põhjustatud madalam sisepinna temperatuur ja sellest tulenev kõrgem suhteline niiskus võib põhjustada tarindis või tarindi sisepinnal mikroorganismide kasvu, sisepinna määrdumist või viia veeauru kondenseerumiseni tarindi sisepinnal või selle sees. Veeaur kondenseerub, kui temperatuur langeb alla küllastustemperatuuri, kui suhteline niiskus on 100%. Hallituse kasvuks sobiv suhteline niiskus toatemperatuuril algab 75...80% juurest;
- Külmasillad suurendavad hoonete energiakulu. Piirdetarindite soojusjuhtivuse üldise vähenemise juures on hoone soojuskadudes külmasildade osakaal kasvanud;
- Madalad pinnatemperatuurid suurtel aladel vähendavad soojuslikku mugavust tulenevalt eelkõige suuremast õhuliikumisest ja ebasümmeetrilisest kiirgusest (20).

Soojuskadude piiramiseks on väga oluline energiatõhusate akende paigaldus. Soojakaod akna ruutmeetri kohta on neli kuni kuus korda suuremad kui välisseinal. Eriti oluliseks muutub see suurte aknapindade puhul, mida tänapäevaste uusehitiste juures aina rohkem kasutatakse. Soojakadusid saab vähendada energiasäästlike akende paigaldamisega. Tingimusel, et uued aknad paigaldatakse tehnoloogiliselt õigesti, on võimalik vähendada akende kaudu hoonest väljuvat soojuskadu 35% võrra, toatemperatuur aga võib tõusta kuni nelja kraadi võrra. Arvestades, et aknad moodustavad näiteks tüüpilisel korterelamul ca 20-25% välispiirdest, siis tasub tasakaalustatud ja reguleeritud küttesüsteemi korral akende väljavahetamine ennast juba nelja aastaga ära (21).

Akende soojapidavust arvestatakse enamasti U arvu järgi, mis tänapäeval on enamasti 0,8 ja 1,4 vahel, sõltuvalt klaasi ja raami materjalidest, akna suuruselt, avatavate osade arvust ja suuruselt jne. Mida väiksem U arv seda kõrgem soojapidavus (22).

Eesti kliimas ei ole soovitatav klaaspaketi U-arvu viia alla 1,2 W/m²K, kuna on oht, et klaaspaketi välispinnale võib tekkida kondensatsioon. Eriti suur on see oht niiskel perioodil sügisest kevadeni (21).

Selleks, et näidata vahet energiatõhusa ja odava ning kehvasti soojapidavusega akna vahel lisan Kangru 4 hoone termofoto.



Joonis 11. Kangru 4 termofoto enne renoveerimist (5).

Kuigi mõlema korruse aknad on juba vahetatud plastakende vastu on näha pinna temperatuuri erinevust umbes 5 °C. Sellised aknad jäid renoveerimise käigus vahetamata ning põhjustavad soojakadusid selles hoones ka tänasel päeval. Küttekulujaoturite põhjal on alumise korteri tarbimine peale renoveerimist umbes 50% suurem ülemise korteri omast. Kindlasti lisavad alumise korteri tarbimisele juurde ka ebatõhusad keldri aknad, mis olid samuti varasemalt vahetatud odavate plastakende vastu ning jäid renoveerimise käigus vahetamata.

Veerenni 4 hoone kohta termofotod puuduvad.

2.2 Hoonete energiakasutus pärast renoveerimist

Esmalt vaatleme jälle kõige suurema tähtsusega soojusenergia tarbimist.

Tabel 10. Veerenni 4 soojusenergia tarbimine peale renoveerimist.

Kuu	Välisõhu temperatuur °C	Tegelik MWh	Arvestuslik Mwh	T/A suhtarv
Jaanuar 2013	-4,4	23,000	56,246	40,892
Veebruar 2013	-2,4	17,000	46,267	36,743
Märts 2013	-5,9	18,000	60,013	29,994
Aprill 2013	3,1	12,000	36,207	33,143
Mai 2013	11,7	2,000	15,819	12,643
Juuni 2013	16,9	0,412	2,673	15,413
Juuli 2013	17,6	0,000	1,004	0,000
August 2013	16,7	0,000	3,264	0,000
September 2013	12,1	0,540	14,337	3,766
Oktoober 2013	7,5	9,000	26,366	34,136
November 2013	4,5	10,000	32,805	30,483
Detsember 2013	2,3	14,000	39,423	35,513
Jaanuar 2014	-6,6	23,000	61,771	37,235
Veebruar 2014	-0,1	18,000	41,051	43,848
Märts 2014	2,0	12,000	40,176	29,869
Aprill 2014	5,3	9,000	30,861	29,163
Mai 2014	10,7	4,000	18,330	21,822
Juuni 2014	12,7	0,000	12,879	0,000
Juuli 2014	19,4	0,000	0,000	0,000
August 2014	17,3	0,000	1,758	0,000
September 2014	12,6	1,000	13,122	7,621
Oktoober 2014	6,1	8,000	29,881	26,773
November 2014	1,9	12,000	39,123	30,672
Detsember 2014	-0,4	17,000	46,202	36,795
Jaanuar 2015	-0,9	20,000	47,458	42,143
Veebruar 2015	0,2	16,000	40,370	39,633
Märts 2015	2,8	14,000	38,167	36,681
Aprill 2015	5,1	11,000	31,347	35,091
Mai 2015	9,8	5,000	20,590	24,283
Juuni 2015	13,5	0,496	10,935	4,536
Juuli 2015	15,9	0,000	5,273	0,000
August 2015	16,6	0,000	3,515	0,000
September 2015	13,0	0,483	12,150	3,975

Kuu	Välisõhu temperatuur °C	Tegelik MWh	Arvestuslik MWh	T/A suhtarv
Oktoober 2015	5,9	8,000	30,383	26,330
November 2015	4,8	11,000	32,076	34,294
Detsember 2015	3,3	14,000	36,912	37,928

Allikas: Veisar Haldus OÜ (5)

Peale renoveerimist on kütteperioodi keskmine T/A suhtarv langenud 76-lt 35-le ehk juba selle pealt on näha, et on saavutatud märkimisväärne soojusenergia kulu vähendamine.

Tabel 11. Veerenni 4 soojusenergia tarbimine aastate lõikes peale renoveerimist.

Aasta	Keskmine temperatuur kütteperioodil	Tarbimine MWh/a	Tarbimine arvestades kraadpäevade hulka MWh/a
2013	0,7 °	105,95	116,54
2014	1,2 °	104,00	115,11
2015	3,0 °	99,98	133,40

Allikas: Koostatud autori poolt

Renoveerimisele järgnev keskmine normaalaasta tarbimine on 121,68 MWh. Keskmine aastane soojusenergia kulu vähenes 132,52 MWh võrra ehk 52%.

Järgnevalt vaatleme soojusenergia tarbimist Kangru 4 hoones peale renoveerimist.

Tabel 12. Kangru 4 soojusenergia tarbimine peale renoveerimist.

Kuu	Välisõhu temperatuur °C	Tegelik MWh	Arvestuslik MWh	T/A suhtarv
Jaanuar 2015	-0,9	25,000	59,788	41,814
Veebruar 2015	0,2	22,000	51,397	42,804
Märts 2015	2,8	21,000	50,085	41,929
Aprill 2015	5,1	14,000	42,632	32,840
Mai 2015	9,8	7,000	31,726	22,064
Juuni 2015	13,5	4,632	17,751	26,094
Juuli 2015	15,9	2,368	12,049	19,653
August 2015	16,6	2,000	10,213	19,583
September 2015	13,0	3,000	19,020	15,773
Oktoober 2015	5,9	16,000	41,836	38,245
November 2015	4,8	15,000	43,393	34,568

Kuu	Välisõhu temperatuur °C	Tegelik MWh	Arvestuslik MWh	T/A suhtarv
Detsember 2015	3,3	23,000	48,773	47,157

Allikas: Veisar Haldus OÜ (5)

Kangru 4 hoone renoveerimisest on möödas ainult üks täisaasta mille tõttu saame võrrelda tarbimist ainult 2015 aastaga. Arvestades kraadpäevade hulka oleks normaalaasta tarbimine 194,77 MWh, mis on 45,63 MWh/a vähem kui keskmisel renovatsioonile eelneval aastal. Selleks, et arvutada kui palju tegelikult vähenes kütmiseks kasutatav soojusenergia hulk peame keskmisest aastasest tarbimisest lahutama keskmist vee soojendamisele kuuluvat kogust. Suvekuude põhjal saab tuletada, et keskmiselt kulub aastas umbes 36 MWh soojusenergiat vee soojendamiseks. See tähendab, et kütmiseks kasutatav soojusenergia hulk vähenes 204,40 MWh pealt kuni 158,77 MWh ehk 22%.

Tabel 13. Hoonete elektrienergia tarbimine peale renoveerimist.

	Aasta	Korter MWh	Üldelekter MWh	Kortermaja tarbimine kokku MWh:
Veerenni 4	2013	35,983	3,698	39,681
	2014	38,122	3,155	41,277
	2015	37,745	2,669	40,414
Kangru 4	2015	33,183	2,727	35,910

Allikas: Veisar Haldus OÜ (5)

Keskmine aastane elektrienergia tarbimine peale renoveerimist on 40,45 MWh Veerenni 4 hoonel ning 35,91 MWh Kangru 4 hoonel. Veerenni 4 keskmine aastane elektrienergia tarbimine suurenes natuke alla 1% ning Kangru 4 tarbimine vähenes natuke üle 1%. Kuna sisulist muutust ei toimunud ning renoveerimisel ei saanud olla otsest mõju elektrienergia tarbimisele, siis jätan selle suuruse hilisemast tasuvusaja arvutamisest välja. Olemasolevad muutused 1% piirides olid pigem tingitud erinevusest kasutajate käitumises kui mõju renoveerimise projektist. Näiteks Veerenni 4 puhul oli renoveerimise eelsesse valimisse jäänud aasta 2011, mis oli kõikide aastate keskmisest oluliselt väiksem ning sama tarbimist saab näha ka jooksva 2016 aastal, mis jäi renoveerimisele järgest valimist välja.

Viimasena vaatleme gaasi tarbimise muutust.

Tabel 14. Hoonete gaasi tarbimine aastate lõikes pärast hoone renoveerimist.

	Aasta	Gaasi kogukulu m ³		Aasta	Gaasi kogukulu m ³
Veerenni 4	2013	8005	Kangru 4	2015	3144
	2014	7801			
	2015	7919			

Allikas: Veisar Haldus OÜ (5)

Veerenni 4 keskmiseks aastaseks tarbimiseks pärast renoveerimist kujunes 7908,33 m³, mis on 21% väiksem kui renoveerimise eelsel perioodil. Kangru 4 ainukese renoveerimisjärgse aasta gaasi kogukulu langes 3144 m³/a peale ehk 11%

Järgnevalt on vaja taaskord teisendada gaasi tarbitud kogused energiaühikutesse.

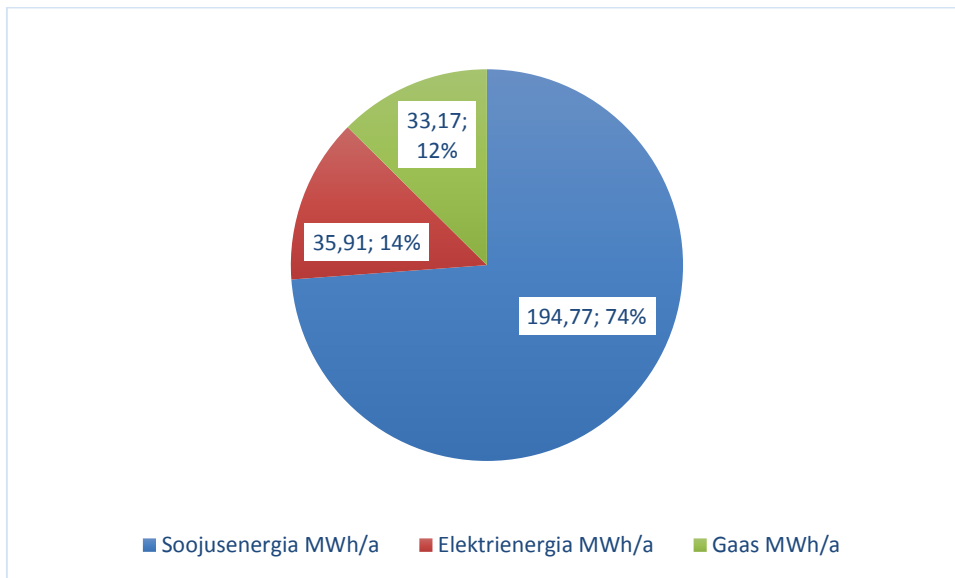
Tabel 15. Gaasi tarbimine energiaühikutes.

	Keskmine gaasi kogukulu (m ³ /a)	Ülemine kütteväärtus (kWh/m ³)	Gaasi kogus energiaühikutes (kWh)	Gaasi kogus energiaühikutes (MWh)
Veerenni 4	7908,33	10,55	83432,88	83,43
Kangru 4	3144		33169,20	33,17

Allikas: Koostatud autori poolt

Energiaühikutesse teisendatud kujul on gaasi tarbimine langenud Veerenni 4 hoonel 20,55 MWh võrra ehk 20% ning Kangru 4 hoonel 3,51 MWh võrra ehk 10%.

Kokkuvõtteks esitan järgmisel joonisel hoonete keskmise renoveerimisjärgse aasta energiavajaduste osakaalud.

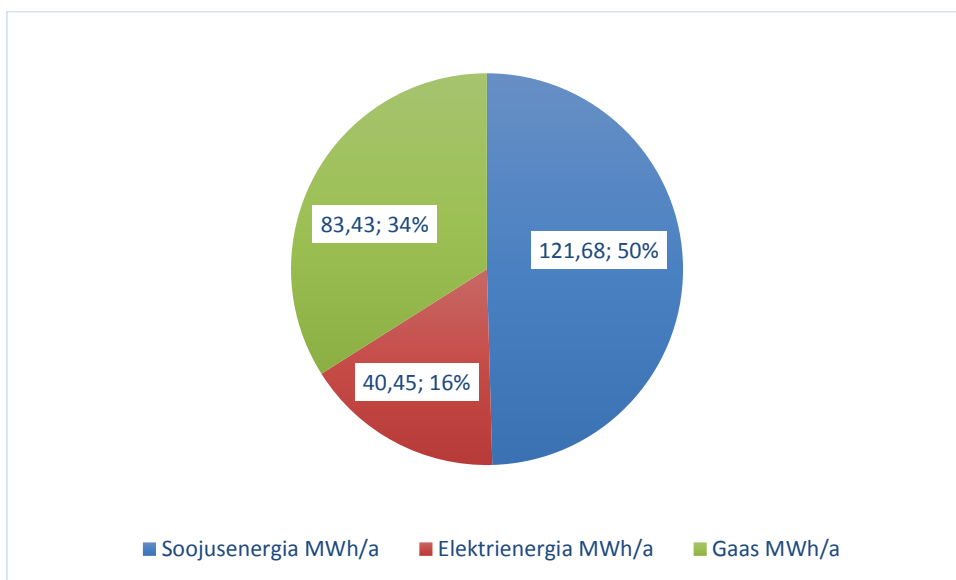


Joonis 12. Kangru 4 energialiikide osakaalud tarbimises pärast renoveerimist (koostatud autori poolt)

Kangru 4 soojusenergia osakaal energia tarbimises vähenes 77-lt protsendilt 74-le, gaasi osakaal jäi samale tasemele ning elektrienergia osakaal suurenes 11-lt protsendilt 14-le. Hoone energiatõhusus tõusis 16% võrra.

Soojusenergia kasutus sõltub suuresti tarbijate harjumustest. Vaatlesin Kangru 4 küttekulujaoturite abil saadud tarbimise andmeid ning mingit kindlat korrapära ei avastanud. Mõned korterid, mis oma asukoha poolest peaksid tarbima vähem kasutavad tegelikult rohkem kui kehvema asukohaga korterid. Vahe oli kuni kolmekordne, kusjuures kõige suurem tarbimine oli asukoha poolest kõige soodsamas kohas paikneval korteril. Sellest saab järeldada, et hoonel on veel potentsiaali saada energiatõhusamaks, kui korterite omanikud avaldaksid huvi kontrollida oma küttekulusid.

Energiavajaduste osakaalud on renoveerimisjärgselt oluliselt muutunud Veerenni 4 hoones, mida on näha alumisel joonisel.



Joonis 13. Veerenni 4 energialiikide osakaalud tarbimises pärast renoveerimist (koostatud autori poolt)

Veerenni 4 soojusenergia osakaal energia tarbimises vähenes 64-lt protsendilt 50-le, gaasi osakaal suurenes 26-lt protsendilt 34-le ning elektrienergia osakaal suurenes 10-lt protsendilt 16-le. Hoone energiatõhusus tõusis 38% võrra.

Vaatlesin ka selle hoone küttekulujaoturite abil saadud soojusenergia tarbimise andmeid ning selles hoones oli natuke rohkem korrapärasust. Kõige suuremad tarbimised olid valdavalt viimase ja esimese korruse korteritel.

3. RENOVEERIMISE TASUVUSE ANALÜÜS

3.1 Projekti toetused

Haldusfirma poolt oli saadud projekti elluviimiseks rekonstrueerimistoetus sihtasutuselt KredEx ning Tallinna linna toetus “Fassaadid korda”.

“Fassaadid korda” projektiga toetatakse korteriühistuid, kes on Tallinna linna territooriumil asuvate korterelamute parendamisel ja rekonstrueerimisel seadnud eesmärgiks energiatõhususe tõstmise ja selle käigus hoonete fassaadide ilmestamise supergraafikaga. Toetust antakse kuni 10% krediidi- või finantseerimisasutuselt taotletavast korterelamu renoveerimislauenu summast või abikõlblike kulude summast, mis on kinnitatud majandus- ja taristuministri 20. märtsi 2015 määruse nr 23 „Korterelamute rekonstrueerimise toetuse andmise tingimused” alusel SA KredEx esitatud korterelamu rekonstrueerimise toetuse taotluse rahuldamise otsusega, kuid mitte rohkem kui 20 000 eurot aastas rekonstrueerimistöde puhul (11).

Selle toetuse saamise eelduseks on korterelamu energiaauditis esitatud energiatõhususarvu arvutus, mille järgi ei tohi korterelamu energiatõhususarv pärast taotleja kavandatud rekonstrueerimistöde lõpuleviimist ületada majandus- ja taristuministri määrusega nr 55 „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded” oluliselt rekonstrueeritavale hoonele kehtestatud piirväärtust (11).

Veerenni 4 hoonele oli Tallinna linna poolt välja antud toetus 17273 euro ulatuses ning Kangru 4 hoonele 15647 euro ulatuses. Arvutused toetuse summa osas olid tehtud linnaosa ametniku poolt.

KredEx-i toetust saab taotleda 15%, 25% ja 40% ulatuses projekti kogumaksumusest sõltuvalt korterelamu rekonstrueerimise kompleksuse tasemest ja 50% ulatuses tehnilise konsultandi, projekteerimise ja omanikujärelevalve teenuse maksumusest. Toetuse taotlemisel Ida-Viru maakonnas asuva korterelamu rekonstrueerimiseks suurendatakse toetuse osakaalu 10% võrra, välja arvatud juhul, kui toetuse osakaal on 50%. Toetust saab taotleda ainult nendele teostamata renoveerimistöodele, mis on ehitusprojektis välja toodud ning mille puhul on järgitud terviklahenduse põhimõtet (12).

Kõikide toetuse määrade puhul tuleb parandada sisekliimat, see tähendab rekonstrueerida ventilatsioonisüsteem. 15% toetuse puhul tuleb teostatavate töödega saavutada 20% energiasääst, 25% toetuse puhul tuleb rekonstrueerida küttesüsteem, soojustada fassaad, katus ja vahetada kõik vanad aknad, 40% toetuse puhul tuleb lisaks eelnimetatule tõsta külmasildade vältimiseks ka aknad soojustuse tasapinda või soojustada aknapaale ja paigaldada soojustagastusega ventilatsioonisüsteem (12).

Mõlemad uurimisobjektid said toetust 25% ulatuses. Toetuse summa arvutati projekti kogumaksumusest lahutades sellest linnaosa toetuse summa. Veerenni 4 toetuse suurus oli 44 570 ning Kangru 4 toetuse suurus 48 245 eurot.

Kuna KredEx-i toetuse suund on muutunud energiatõhususelt sisekliimaks, siis on karmistunud ka toetuse väljastamise nõuded. Tänapäeval on vajalik 25% toetuse saamiseks saavutada varasemast suuremat energiatõhusust ning lisaks korterite täieliku õhuvahetust iga 2 tunni tagant. Lisan ka täieliku loetelu KredEx-i tänase päeva nõuetest 25% toetuse puhul.

Rekonstrueerimistöode abikõlblikest kuludest 25% osakaaluga toetuse saamiseks peab taotleja projekti elluviimise tulemusena:

- 1) saavutama korterelamu rekonstrueerimistöode tulemusena vähemalt energiatõhususarvu klassi D (energiatõhususarv $ETA \leq 180 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$);
- 2) rekonstrueerima korterelamu keskküttesüsteemi vähemalt korteripõhiselt reguleeritavana ja paigaldama radiaatoritele piirajatega varustatud termostaatventiilid, mis võimaldaks reguleerida ruumi temperatuuri vahemikus 18–23 kraadi;

3) soojustama ja rekonstrueerima korterelamu välisseinad täies mahus kaalutud keskmise soojuslähivuse tasemega $U \leq 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;

4) vahetama kõik projekti alustamise hetkel vahetamata aknad kolmekordse klaaspaketiga energiasäästlike akende vastu, mille avatäite kompleksne soojuslähivuse tase paigaldatuna on $U \leq 1,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ või olema korterelamu kõik aknad eelnevalt vahetanud soojapidavamate akende vastu. Aknad, mille vahetamata jätmine ei mõjuta hoone energiakulu, võib jätta vahetamata;

5) soojustama ja rekonstrueerima korterelamu katuse soojuslähivuse tasemega $U \leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;

6) korterelamu rekonstrueerimisel tagama ventilatsiooni vastavalt sisekliima standardi II klassi nõuetele või vastavalt käesoleva paragrahvi lõikele 7.

(7) Taotleja, kes ei taga käesoleva paragrahvi lõikes 6 sätestatud osakaaluga toetuse saamiseks käesoleva paragrahvi lõike 6 punktis 6 sätestatud nõuet, peab tagama kõikide järgmiste nõuete täitmise:

1) korterites pidev ventilatsioon õhuvahetuskordsusega vähemalt 0,5 1/h;

2) sissepuhke või -võetavad välisõhuvooluhulgad vähemalt 10 l/s magamis- ja elutubades müratasemel mitte üle 25 dB(A);

3) väljatõmbe õhuvooluhulgad 1-toaliste korterite pesuruumis vähemalt 10 l/s ja köögis 6 l/s, 2-toaliste korterite pesuruumis vähemalt 15 l/s ja köögis 8 l/s, 3- ja enamatoaliste korterite WC-s vähemalt 10 l/s, pesuruumis 15 l/s ja köögis 8 l/s;

4) juhul, kui ventilatsioonisüsteemi projekteerimisel, ehitamisel või mõõdistamisel selgub, et mõne ruumi väljatõmbe õhuvooluhulka ei ole võimalik objektiivsetel põhjustel täita (näiteks puudub korteril vajalik arv ventilatsioonišahte, olemasoleva ventilatsioonišahti ristlõike pindala ei ole piisav), siis loetakse käesoleva lõike punktides 2 ja 3 toodud väljatõmbe õhuvooluhulkade nõue täidetuks kogu korteri õhuvahetuskordsuse 0,5 1/h saavutamiseiga;

5) keskkütte puhul peab värske õhu klapi paiknemine tagama õhu eelsoojendamise (paiknema näiteks radiaatori taga või kohal või paigaldatakse värske õhu radiaator) (13).

3.2 Renoveerimisprojektide maksumus ja finantseerimine

Projekti maksumuse ning rahalise jaotuse esitamiseks on koostatud järgnev tabel.

Tabel 16. Renoveerimisprojektide maksumus ja finantseerimine (5).

	Projekti maksumus (euro)	KredEx toetus (euro)	Tallinna linna toetus (euro)	Pangalaen (euro)
Kangru 4	208 630	48 245	15 647	144 738
Veerenni 4	195 552	44 570	17 273	133 709

Allikas: Veisar Haldus OÜ (5)

Projekti maksumusest oli toetuste osakaal 30,63% Kangru 4 hoonel ning 31,63% Veerenni 4 hoonel. Mõlema laenu finantseerimine toimus läbi Swedbank AS. Laenude pikkus on mõlemal juhul 20 aastat ning intressid on 3.7% Kangru 4 lepingus ning 3.85% Veerenni 4 lepingus. Koos intressidega peab Kangru 4 ühistu tagastama pangale 20 aasta jooksul 205 049 eurot ning Veerenni 4 ühistu 191 933 eurot.

Swedbank AS pakub renoveerimislauenu järgmistele töödele:

- Katuse soojustamine
- Fassaadi täielik või osaline soojustamine
- Keldri- ja või katuslae soojustamine
- Akende ja välisuste vahetus
- Küttesüsteemi rekonstrueerimine
- Ventilatsioonisüsteemi renoveerimine
- Taastuenergia seadmete paigaldamine (v.a. kaugkütte piirkondades soojuspumpade paigaldamine)
- Lifti renoveerimine
- Omanikujärelvalve
- Üldkasutatavate ruumide viimistlustööd kui see on rekonstrueerimistööde lahutamatu osa (14)

3.3 Energia maksumus ja rahaline kokkuvõid

Varasemalt jõudsin järeldusele, et elektrienergia kulu ei olnud hoone renoveerimisest mõjutatud, seega jääb see järgmistest arvutustest välja.

Hinnatase võib ajas muutuda, kuid pole kindel millises suunas. Näiteks viimasel ajal on nii soojuse kui ka gaasi hinnad langenud ning Konkurentsiamet peab ka järelvalvet, et võrguteenuse hind oleks õiglane. Samas ei saa väita, et hind ei võiks tulevikus tõusma hakata. Tulevane maagaasi aktsiismäära tõstmine mõjutab peale gaasi ka soojusenergia hinda ning järgmise aasta hinnad võib olla kehtivatest kallimad. Oma arvestustes lähtun kehtivatest tariifidest nii gaasile kui ka soojusenergiale.

Vastavalt Eesti Gaas AS kodulehel avaldatud tariifidele maksab kuni 200 m³ aastas tarbiv klient 0,444 eurot gaasi eest, 0,03941 eurot võrguteenuse eest ning 0,03377 eurot maagaasiaktsiisi. Kokkuvõttes on 1 m³ gaasi hind 0,51718 eurot (15).

Soojuse hinda kujundab kaugkütteseadus, mille abil kooskõlastatakse igale soojusettevõttele piirhinna valem. Soojuse piirhinna valem on kulupõhine ning selle alusel kujuneb piirhind. Piirhinna valemi kinnitab ja selle täitmist kontrollib Konkurentsiamet (16).

AS-i Utilitas Tallinn valemi põhikomponentideks on:

- maagaasi hind, millest Utilitas Tallinn toodab ise soojust
- sisseostetava soojuse hind
- püsikulud, mis on seotud soojuse tootmise, jaotamise ja müügiga (16)

Alates 20.06.2016 kehtib piirhind 58,18 €/MWh (17).

Alumises tabelis on koondatud renoveerimise järgsed energia kokkuhoiu näitajad koos nende tariifidega ja summadega.

Tabel 17. Renoveerimisest tulenev kokkuhoid

	Veerenni 4	Kangru 4
Soojusenergia keskmine tarbimine aastas enne renoveerimist (MWh)	254,20	240,40
Soojusenergia keskmine tarbimine aasta pärast renoveerimist (MWh)	121,68	194,77
Kokkuhoid aastas (MWh)	132,52	45,63
Soojusenergia 1 MWh hind	58,18	
Kokkuhoid aastas (euro)	7710,01	2654,75
Gaasi keskmine tarbimine aastas enne renoveerimist (m ³)	10017,67	3534
Gaasi keskmine tarbimine aastas pärast renoveerimist (m ³)	7908,33	3144
Kokkuhoid aastas (m ³)	2109,34	390
Gaasi 1 m ³ hind (euro)	0,51717	
Kokkuhoid aastas (euro)	1090,89	201,70
Kokkuhoid aastas kokku (euro)	8800,90	2856,45

Allikad: Veisar Haldus OÜ (5); <http://www.gas.ee/maagaasi-hind-alates-01-01-2016/> (15); <http://www.soojus.ee/klienditugi/teenused-ja-hinnad/> (18); arvutused koostatud autori poolt

Hetkel kehtivate tariifidega hoiab Veerenni 4 hoone keskmiselt aastas kokku 7710,01 eurot soojusenergia pealt ja 1090,89 eurot gaasi pealt, mis teeb kokku 8800,90 eurot.

Kangru 4 hoone hoiab keskmiselt aastas kokku 2856,45 eurot soojusenergia pealt ja 201,70 eurot gaasi pealt, mis teeb kokku 2856,45 eurot.

Samuti tuleb arvestada, et Veerenni 4 hoone renoveerimine toimus 3 aastat tagasi ning selle aja sees on tariifid oluliselt vähenenud. Kangru 4 hoonel on renoveerimisest möödas 1 täisaasta.

Arvestades tariifimuudatusi on lisaks minu poolt arvatud keskmisele kokkuhoiule juba säästetud 6702,54 eurot Veerenni 4 hoones ja 533,67 eurot Kangru 4 hoones.

3.4 Tasuvusaeg

Saades teada renoveerimise projekti kogumaksumust koos intressidega ning aastast kokkuhoidu saan nüüd arvutada projektide tasuvusaega.

Tasuvusaeg on periood mille jooksul tagastunud rahavood saavad võrdseks esialgse investeeringu summaga (18).

Varasemalt selgitasin välja, et koos intressidega peab Kangru 4 ühistu tagastama pangale 20 aasta jooksul 205 049 eurot ning Veerenni 4 ühistu 191 933 eurot. Samuti selgitasin välja, et aastas on kulutused vähenenud 2856,45 euro võrra Kangru 4 hoones ning 8800,90 euro võrra Veerenni 4 hoones. Lisaks arvestan tariifimuutustest tulenevat erinevust aasta keskmisest kokkuhoiust möödunud aastatel.

Tasuvusajad:

- Kangru 4 – 71 aastat ja 7 kuud
- Veerenni 4 – 21 aastat ja 1 kuu

Tasuvusajad jäävad alati korrelatsiooni soojusenergia hinnaga ehk arvatud tulemused võivad ajas muutuda. Viimase 4 aasta jooksul on soojusenergia hinnad langenud 26%, mis on oluliselt suurendanud renoveerimise projektide tasuvusaega. Kindlasti oli renoveerimisele eelnevate arvutuste põhjal oodatud oluliselt lühemat tasuvusaega.

Tasuvusaeg ei ole küll määrav näitaja renoveerimisotsuse tegemisel. Oluliselt on paranenud elanike rahulolu elades renoveeritud majades ning tunduvalt on tõstetud selle kinnisvara väärtust.

Samuti on korteriühistu otsene kohustus säilitada ja parendada oma kinnisvara.

3.5 Alternatiivne lahendus

Alternatiivse variandina oli vaadeldud võimalus lisada projekti autonoomse soojustagastusega õhuvahetusseadmed. Selline lahendus oleks suurendanud projekti maksumust ligikaudu 95 000 euro võrra ning saavutatav soojusenergia sääst oleks prognooside kohaselt olnud 9% võrra suurem (5).

Selle tulemusel oleks prognoositav keskmine aastane energiakulu kokkuhoid 792,08 euro võrra suurem Veerenni 4 hoonel ning 257,08 euro võrra suurem Kangru 4 hoonel.

Lisaks oleks selline lahendus võimaldanud taotleda KredEx-i 35% toetust. Sellise toetusemäära juures oleks Kangru 4 võinud saada 100 794 eurot ning Veerenni 4 hoone 95 648 eurot KredEx-i käest. Pangalaenu kogukulu intressidega oleks 265 190 eurot Kangru 4 hoonel ning 254 981 eurot Veerenni 4 hoonel.

Sellise lahenduse tulemusel oleksid projektide tasuvusajad järgmised:

- Kangru 4 – 85 aastat
- Veerenni 4 – 25 aastat ja 11 kuud

KOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärk oli leida millises mahus on võimalik vähendada energiakulutusi kortermajas peale renoveerimist. Lõputöö eesmärgi täitmiseks oli vaadeldud kahte kortermaja, mille aadressid on Kangru 4 ja Veerenni 4, Tallinna linn. Mõlemad hooned on ehitatud sama tüüpprojekti järgi. Hoonetel on 2 trepikoda ning 4 korrust. Hoonete renovatsioonieelne seisukord oli mitterahuldav. Fassaad oli lagunemas ning otsakorterid olid oluliselt alakõetud. Madalaim fikseeritud korteri sisetemperatuur oli 17,9°C välitemperatuuri -6°C juures.

Olukorra parandamiseks oli mõlemas hoones läbi viidud renoveerimistööd, mis hõlmasid muuhulgas vanade akende vahetust ning fassaadi ja pööningu soojustamist. Selle tulemusel paranes olulisel määral korterite sisekliima ning vähenes hoonete energiakasutus.

Hoonete energiatõhususe analüüs enne ja pärast renoveerimist näitas erinevaid tulemusi hoonete vahel. Veerenni 4 suutis olulisel määral vähendada hoone energiakulu. Renoveerimise tulemusel vähenes soojusenergia tarbimine 52% ning gaasi tarbimine 21%. Tervikuna tõusis hoone energiatõhusus 38%. Kangru 4 hoonel oli tulemus tagasihoidlikum. Soojusenergia kasutus vähenes 22% ning gaasi kasutus 11%. Hoone energiatõhusus tõusis kokku 16%.

Niivõrd erineva tulemuse saamisel on mitmed põhjused. Esiteks on Veerenni 4 hoone renoveerimisest möödas rohkem aega ning sain võrrelda kolme täisaasta tulemusi, mis andsin objektiivsema tulemuse. Kangru 4 hoone renoveerimisest on möödas ainult üks täisaasta ning lisaks oli selle aasta keskmine välitemperatuur harilikust kõrgem. Madalama kraadpäevade hulga tõttu 2015 aastal pidin arvestama normaaloludes suuremat tarbimist kui oli tegelikult tarbitud. Tõeliselt proovile panna tehtud renoveerimise oleks saanud külmemal aastal, mis minu hinnangul oleks andnud palju parema tulemuse.

Samuti oli Veerenni 4 majal rohkem potentsiaali kokkuhoiuks, sest renoveerimiseelsetel aastatel oli selle hoone energiakasutus 21% suurem kui Kangru 4 hoonel.

Haldusfirma poolt oli saadud projekti elluviimiseks rekonstrueerimistoetus sihtasutuselt KredEx ning Tallinna linna toetus "Fassaadid korda". Projekti maksumusest oli toetuste osakaal 30,63% Kangru 4 hoonel ning 31,63% Veerenni 4 hoonel. Ülejäänud maksumus finantseeriti läbi Swedbank AS renoveerimislauenu. Laenude pikkus on mõlemal juhul 20 aastat ning intressid on 3.7% Kangru 4 lepingus ning 3.85% Veerenni 4 lepingus. Koos intressidega peab Kangru 4 ühistu tagastama pangale 20 aasta jooksul 205 049 eurot ning Veerenni 4 ühistu 191 933 eurot.

Arvestades kehtivaid tariife gaasile ja soojusenergiale arvasin välja prognoositavad tasuvusajad:

Kangru 4 – 71 aastat ja 7 kuud

Veerenni 4 – 21 aastat ja 1 kuu

Kuna renoveerimisel fassaadikatteks kasutatud materjal on lihtsasti lokaalselt asendatav võib tehtud parendus säilida ka pikemalt kui Kangru 4 prognoositav tasuvusaeg.

Tasuvusajad võivad ajas muutuda sõltuvalt tulevastest tariifimuudatustest.

Lisaks vaatlesin alternatiivse lahendusena autonoomse soojustagastusega õhuvahetusseadmete paigalduse. Arvestades selle lahenduse maksumust oleksid tasuvusajad olnud pikemad, mis teeb selle lahenduse ebatõhusamaks kokkuhoiu mõttes.

Mõlemal juhul võib läbiviidud töödega rahule jääda, sest hoonete elanike elamistingimused paranesid, kinnisvara väärtus tõusis ning hoone eluiga pikenes.

Renoveerimistööde kavandamisel tuleb meeles pidada, et tasuvusaeg ei ole alati määrav näitaja. Hoone säilitamiseks on igal juhul vaja mõne aja möödudes teha suuremaid investeeringuid.

VIIDATUD ALLIKAD

1. http://kredex.ee/public/Uuringud/Korterelamute_analuus_030914.pdf
2. Eesti statistika aastaraamat 2016
3. www.ehr.ee
4. <http://geoportaal.maaamet.ee>
5. Veisar Haldus OÜ
6. <http://soojus.ee/klienditugi/tarbimine-ja-arvestus/>
7. <https://www.riigiteataja.ee/akt/105022013011>
8. <http://gaas.elering.ee/kasulikku/maagaasi-kvaliteeditunnistus/>
9. <http://www.marmoroc.ee/>
10. <http://www.stonerex.ee/>
11. <https://www.tallinn.ee/est/fassaadidkorda/>
12. <http://kredex.ee/korteriuhistu/korteriuhistu-toetused/rekonstrueerimise-toetus/>
13. <https://www.riigiteataja.ee/akt/131122015008>
14. https://www.swedbank.ee/static/pdf/business/home/more/TSK_KredEx.pdf
15. <http://www.gaas.ee/maagaasi-hind-alates-01-01-2016/>
16. <http://www.soojus.ee/klienditugi/teenused-ja-hinnad/soojuse-hinnakujundus/>
17. <http://www.soojus.ee/klienditugi/teenused-ja-hinnad/>
18. <http://www.investopedia.com/terms/p/paybackperiod.asp>
19. <http://www.raadigaas.ee/public/files/Kvaliteeditunnistus%20.pdf>
20. <http://www.kredex.ee/public/Uuringud/ttu.pdf>
21. <http://www.joveld.ee/?kat=4&sisu=407>
22. <http://kvaliteetaken.ee/kasulikku/>

23. [https://energiatalgud.ee/img_auth.php/9/93/Loigu, E., K%C3%B5iv, A. Eesti kraadp%C3%A4evad.pdf](https://energiatalgud.ee/img_auth.php/9/93/Loigu,_E.,_K%C3%B5iv,_A._Eesti_kraadp%C3%A4evad.pdf)
24. <http://www.kredex.ee/energiatohususest/kraadpaevad-4/>

LISAD

Lisa 1. 2009 aasta kraadpäevad

2009. aasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa

Tasakaalutemp t _B	jaan.2009	veebr.2009	märts.2009	apr.2009	mai.2009	juuni.2009	juuli.2009	aug.2009	sept.2009	okt.2009	nov.2009	dets.2009	Aasta
1	102	148	56	1	0	0	0	0	0	0	18	163	487
2	128	175	83	3	0	0	0	0	0	3	31	189	613
3	155	203	113	9	0	0	0	0	0	7	45	217	750
4	185	231	144	20	0	0	0	0	0	16	61	247	903
5	216	259	175	35	0	0	0	0	0	29	79	277	1069
6	247	287	206	53	0	0	0	0	0	47	101	307	1247
7	278	315	237	76	0	1	0	0	1	69	127	338	1441
8	309	343	268	101	2	3	0	0	2	95	156	369	1647
9	340	371	299	126	7	6	0	0	4	124	186	400	1862
10	371	399	330	151	16	10	0	0	6	155	216	431	2085
11	402	427	361	178	31	16	0	0	10	186	246	462	2318
12	433	455	392	205	53	24	0	0	15	217	276	493	2561
13	464	483	423	232	78	37	2	0	25	248	306	524	2821
14	495	511	454	260	105	53	5	1	37	279	336	555	3091
15	526	539	485	289	134	71	9	5	56	310	366	586	3375
16	557	567	516	319	163	92	15	18	80	341	396	617	3679
17	588	595	547	349	193	114	26	36	105	372	426	648	3999
18	619	623	578	379	224	138	45	60	133	403	456	679	4336
19	650	651	609	409	255	166	71	90	163	434	486	710	4692
20	681	679	640	439	286	195	100	120	193	465	516	741	5054
21	712	707	671	469	317	225	129	151	223	496	546	772	5417

Allikas: SA KredEx, kraadpäevad (24)

Lisa 2. 2010 aasta kraadpäevad

2010. aasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa

Tasakaalutemp. t _B	jaan.2010	veebr.2010	märts.2010	apr.2010	mai.2010	juuni.2010	juuli.2010	aug.2010	sept.2010	okt.2010	nov.2010	dets.2010	Aasta
1	372	241	102	0	0	0	0	0	0	2	60	226	1003
2	403	269	125	1	0	0	0	0	0	6	77	257	1137
3	434	297	152	5	0	0	0	0	0	13	96	288	1285
4	465	325	181	15	1	0	0	0	0	23	119	319	1447
5	496	353	210	28	2	0	0	0	0	35	143	350	1618
6	527	381	240	49	6	0	0	0	0	54	169	381	1807
7	558	409	271	74	14	0	0	0	0	79	198	412	2015
8	589	437	302	100	23	0	0	0	2	107	228	443	2231
9	620	465	333	128	34	0	0	0	4	138	258	474	2454
10	651	493	364	156	47	0	0	0	10	169	288	505	2684
11	682	521	395	184	63	2	0	2	19	200	318	536	2922
12	713	549	426	214	82	9	0	4	35	231	348	567	3178
13	744	577	457	244	101	19	0	7	54	262	378	598	3442
14	775	605	488	274	121	33	0	12	78	293	408	629	3716
15	806	633	519	304	144	52	0	18	104	324	438	660	4002
16	837	661	550	334	168	76	0	28	133	355	468	691	4300
17	868	689	581	364	194	102	0	39	163	386	498	722	4606
18	899	717	612	394	221	131	2	53	193	417	528	753	4920
19	930	745	643	424	249	160	5	70	223	448	558	784	5240
20	961	773	674	454	279	189	11	91	253	479	588	815	5567
21	992	801	705	484	310	218	21	116	283	510	618	846	5905

Allikas: SA KredEx, kraadpäevad (24)

Lisa 3. 2011 aasta kraadpäevad

2011. aasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa

Tasakaalutemp. t _B	jaan.2011	veebr.2011	märts.2011	apr.2011	mai.2011	juuni.2011	juuli.2011	aug.2011	sept.2011	okt.2011	nov.2011	dets.2011	Aasta
1	142	297	67	0	0	0	0	0	0	0	4	10	521
2	172	325	94	2	0	0	0	0	0	0	7	21	621
3	203	353	123	7	0	0	0	0	0	0	11	42	739
4	234	381	154	16	1	0	0	0	0	0	16	68	870
5	265	409	185	28	6	0	0	0	0	0	29	97	1018
6	296	437	216	44	11	0	0	0	0	4	47	126	1180
7	327	465	247	62	17	0	0	0	0	12	70	156	1355
8	358	493	278	85	24	0	0	0	0	25	95	187	1544
9	389	521	309	112	32	0	0	0	0	44	122	218	1746
10	420	549	340	140	42	0	0	0	0	67	151	249	1957
11	451	577	371	170	55	0	0	0	0	93	180	280	2177
12	482	605	402	200	72	0	0	0	4	121	210	311	2407
13	513	633	433	230	95	0	0	0	12	150	240	342	2649
14	544	661	464	260	122	4	0	0	31	181	270	373	2910
15	575	689	495	290	150	15	0	6	58	212	300	404	3194
16	606	717	526	320	180	32	0	16	86	243	330	435	3491
17	637	745	557	350	210	51	2	33	116	274	360	466	3801
18	668	773	588	380	240	70	10	54	146	305	390	497	4121
19	699	801	619	410	270	90	22	80	176	336	420	528	4452
20	730	829	650	440	300	111	37	108	206	367	450	559	4787
21	761	857	681	470	331	133	54	138	236	398	480	590	5129

Allikas: SA KredEx, kraadpäevad (24)

Lisa 4. 2012 aasta kraadpäevad

2012. aasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa

Tasakaalutemp. t _B	jaan.2012	veebr.2012	märts.2012	apr.2012	mai.2012	juuni.2012	juuli.2012	aug.2012	sept.2012	okt.2012	nov.2012	dets.2012	Aasta
1	180	261	49	12	0	0	0	0	0	18	17	237	773
2	209	290	67	20	0	0	0	0	0	24	23	267	899
3	240	319	91	31	0	0	0	0	0	31	31	298	1041
4	271	348	118	44	0	0	0	0	0	38	44	329	1192
5	302	377	148	60	0	0	0	0	0	46	63	360	1356
6	333	406	179	79	1	0	0	0	0	56	87	391	1531
7	364	435	210	99	3	0	0	0	0	70	113	422	1716
8	395	464	241	120	9	0	0	0	0	87	143	453	1911
9	426	493	272	144	17	0	0	0	0	108	173	484	2116
10	457	522	303	171	27	2	0	0	3	130	203	515	2333
11	488	551	334	198	41	8	0	0	10	155	233	546	2564
12	519	580	365	227	59	16	0	0	22	184	263	577	2811
13	550	609	396	257	79	27	0	3	40	215	293	608	3076
14	581	638	427	287	101	48	0	11	63	246	323	639	3363
15	612	667	458	317	127	73	2	24	86	277	353	670	3665
16	643	696	489	347	154	102	11	42	114	308	383	701	3988
17	674	725	520	377	183	132	23	62	143	339	413	732	4323
18	705	754	551	407	213	162	40	90	173	370	443	763	4669
19	736	783	582	437	243	192	59	120	203	401	473	794	5022
20	767	812	613	467	273	222	82	150	233	432	503	825	5378
21	798	841	644	497	303	252	108	181	263	463	533	856	5738

Allikas: SA KredEx, kraadpäevad (24)

Lisa 5. 2013 aasta kraadpäevad

2013. aasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa

Tasakaalutemp. t _B	jaan.2013	veebr.2013	märts.2013	apr.2013	mai.2013	juuni.2013	juuli.2013	aug.2013	sept.2013	okt.2013	nov.2013	dets.2013	Aasta
1	171	94	215	20	0	0	0	0	0	2	9	21	532
2	200	122	246	31	0	0	0	0	0	5	14	32	649
3	230	150	277	43	0	0	0	0	0	8	20	44	771
4	261	178	308	58	0	0	0	0	0	13	28	60	906
5	292	206	339	76	0	0	0	0	0	19	40	84	1055
6	323	234	370	97	0	0	0	0	1	28	56	112	1221
7	354	262	401	119	2	0	0	0	4	39	80	143	1404
8	385	290	432	145	6	0	0	0	9	51	108	174	1600
9	416	318	463	175	11	0	0	0	16	70	137	205	1811
10	447	346	494	205	20	0	0	0	23	92	167	236	2029
11	478	374	525	235	31	0	0	0	31	116	197	267	2253
12	509	402	556	265	43	0	0	0	40	141	227	298	2481
13	540	430	587	295	59	1	0	1	53	172	257	329	2722
14	571	458	618	325	80	5	0	2	71	203	287	360	2978
15	602	486	649	355	103	11	0	6	94	234	317	391	3248
16	633	514	680	385	130	22	4	17	120	265	347	422	3539
17	664	542	711	415	160	38	14	35	149	296	377	453	3853
18	695	570	742	445	190	59	29	57	179	327	407	484	4182
19	726	598	773	475	221	80	51	81	209	358	437	515	4523
20	757	626	804	505	252	103	78	108	239	389	467	546	4873
21	788	654	835	535	283	129	106	137	269	420	497	577	5229

Allikas: SA KredEx, kraadpäevad (24)

Lisa 6. 2014 aasta kraadpäevad

2014. aasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa

Tasakaalutemp. t _B	jaan.2014	veebr.2014	märts.2014	apr.2014	mai.2014	juuni.2014	juuli.2014	aug.2014	sept.2014	okt.2014	nov.2014	dets.2014	Aasta
1	252	43	18	2	0	0	0	0	0	10	43	61	430
2	277	62	29	5	0	0	0	0	0	15	58	79	526
3	304	87	46	10	0	0	0	0	0	21	74	106	648
4	332	114	69	19	2	0	0	0	0	30	92	134	792
5	362	142	97	31	7	0	0	0	0	39	113	165	954
6	392	170	126	48	13	0	0	0	1	50	136	196	1131
7	423	198	156	68	21	0	0	0	2	64	162	227	1321
8	454	226	187	91	32	0	0	0	4	82	189	258	1522
9	485	254	218	114	47	2	0	0	6	102	217	289	1733
10	516	282	249	141	63	6	0	0	8	126	246	320	1956
11	547	310	280	170	82	12	0	0	12	153	276	351	2191
12	578	338	311	200	103	22	0	1	19	182	306	382	2440
13	609	366	342	230	124	37	1	3	34	211	336	413	2705
14	640	394	373	260	146	59	2	9	52	242	366	444	2987
15	671	422	404	290	169	83	3	19	75	273	396	475	3280
16	702	450	435	320	193	109	8	33	104	304	426	506	3588
17	733	478	466	350	218	136	15	49	133	335	456	537	3906
18	764	506	497	380	244	164	23	68	162	366	486	568	4229
19	795	534	528	410	271	192	36	87	192	397	516	599	4558
20	826	562	559	440	298	220	52	108	222	428	546	630	4891
21	857	590	590	470	325	250	70	132	252	459	576	661	5232

Allikas: SA KredEx, kraadpäevad (24)

Lisa 7. 2015 aasta kraadpäevad

2015. aasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa

Tasakaalutemp. t _B	jaan.2015	veebr.2015	märts.2015	apr.2015	mai.2015	juuni.2015	juuli.2015	aug.2015	sept.2015	okt.2015	nov.2015	dets.2015	Aasta
1	74	38	7	0	0	0	0	0	0	1	4	27	150
2	96	53	15	1	0	0	0	0	0	3	7	36	211
3	122	79	31	5	0	0	0	0	0	6	12	47	302
4	152	106	52	13	0	0	0	0	0	13	21	61	418
5	182	134	77	26	0	0	0	0	0	24	35	78	556
6	213	162	104	42	1	0	0	0	0	39	53	98	711
7	244	190	133	64	4	0	0	0	0	58	75	123	892
8	275	218	164	90	11	0	0	0	0	81	101	151	1091
9	306	246	195	118	21	0	0	0	0	106	128	180	1300
10	337	274	226	147	34	0	0	0	1	132	156	211	1518
11	368	302	257	177	51	0	0	0	2	160	186	242	1746
12	399	330	288	207	74	3	0	0	7	189	216	273	1986
13	430	358	319	237	101	12	0	0	19	219	246	304	2244
14	461	386	350	267	130	29	2	1	38	249	276	335	2523
15	492	414	381	297	161	52	7	6	64	280	306	366	2825
16	523	442	412	327	192	77	22	18	92	311	336	397	3149
17	554	470	443	357	223	105	45	35	120	342	366	428	3489
18	585	498	474	387	254	135	71	56	150	373	396	459	3838
19	616	526	505	417	285	165	95	79	180	404	426	490	4189
20	647	554	536	447	316	195	126	107	210	435	456	521	4550
21	678	582	567	477	347	225	157	135	240	466	486	552	4913

Allikas: SA KredEx, kraadpäevad (24)

Lisa 8. Normaalaasta kraadpäevade arv

Tallinna **normaalaasta** kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel, °C

Tasakaalu-temp	Jaauanuar	Veebruar	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	August	September	Oktoober	November	Detsember	Summa
1	158	167	84	11	0	0	0	0	0	6	46	120	592
2	185	192	106	19	0	0	0	0	0	10	61	144	717
3	214	218	133	31	1	0	0	0	0	15	79	171	862
4	244	245	161	47	2	0	0	0	0	23	99	200	1021
5	275	273	191	65	4	0	0	0	1	33	123	230	1195
6	306	301	222	86	8	0	0	0	2	46	148	260	1379
7	337	329	253	109	14	0	0	0	4	62	175	291	1574
8	368	358	283	133	23	0	0	0	8	81	204	322	1780
9	399	386	314	159	35	1	0	0	15	103	234	353	1999
10	430	414	345	186	50	2	0	0	25	129	263	384	2228
11	461	442	376	214	68	5	0	1	38	157	294	415	2471
12	492	471	407	242	89	11	0	2	55	186	324	446	2725
13	523	499	438	271	112	21	1	6	76	216	354	477	2994
14	554	527	469	300	137	35	4	12	100	247	384	508	3277
15	585	555	500	330	164	53	10	23	127	277	414	539	3577
16	616	584	531	360	192	73	22	38	154	308	444	570	3892
17	647	612	562	389	221	96	38	58	183	339	474	601	4220
18	678	640	593	419	251	122	58	82	213	370	504	632	4562
19	709	668	624	449	281	149	82	108	242	401	534	663	4910
20	740	697	655	479	312	177	108	135	272	432	564	694	5265
21	771	725	686	509	342	207	136	165	302	463	594	725	5625

Allikas: Eesti kraadpäevad (23)

SUMMARY

APARTMENT BUILDING RENOVATION FOR ENERGY EFFICIENCY PURPOSES.

Anton Litvin

Language: Estonian

Figures: 13

Pages: 43

Tables: 17

References: 24

Appendixes: 1

Keywords: apartment building, renovation, energy efficiency, payback period, funding

The problem addressed in the thesis is that most of the apartment buildings in Estonia were built in the middle of the last century and require renovation. During the construction period energy cost was low and not enough thermal insulation was installed. As a result energy consumption and saving is ineffective.

The goal of the thesis is to find out how does apartment building renovation affect consumption of energy. To achieve that goal I have compared energy consumption of two apartment buildings during three years period before and after the renovation. The addresses of these building are: Kangru 4 and Veerenni 4, Tallinn.

The living conditions in both buildings were dire before renovation. The inside temperature was measured as low as 17,9°C with the outside temperature being -6°C.

The renovation included installing additional thermal insulation on the facade and the attic. Also old windows were changed to new efficient ones with U value of 1.1 W/m²K.

As a result of implementing these measures heating energy consumption was reduced for Veerenni 4 by 52% and for Kangru 4 by 22%. Overall consumption of energy was reduced by 38% for Veerenni 4 and by 16% for Kangru 4.

With the help of the real estate property management company these housing association have received funding from SA KredEx and the City of Tallinn. Fundings made up 30,63% of total cost for renovating Kangru 4 and 31,63% for Veerenni 4. The total cost of these projects was 205 049 euros for Kangru 4 and 191 933 euros for Veerenni 4. The remaining funds were covered by loan from the bank Swedbank AS. The yearly interest rate for these loans was 3.7% for Kangru 4 and 3.85% for Veerenni 4. Loan contract length was 20 years in both cases.

With the current prices on gas and heating energy the payback period for these projects would be:

- Kangru 4 – 71 years and 7 months
- Veerenni 4 – 21 years and 1 month

Predictable life cycle for these measures should be longer than the payback period in both cases. The facade elements can be locally replaced if damaged with low cost.

The payback period may change in the future accordingly to changes in the prices for gas and heating energy.

As a second option to the renovation process I looked into possibility of adding heat recovery ventilation system. In view of the cost for this system the payback period would have been longer which makes this measure inefficient.

Overall progress after the renovation has been a success in both cases. The living condition have become more tolerable and the value of the apartments has significantly risen.

It is important to account that renovation is a mandatory measure to sustain proper living conditions and keep the building from falling apart. The reduce of energy consumption only comes as a bonus which in some cases may cover the cost of the whole project.

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:

(Anton Litvin, 5. detsember 2016)

Üliõpilaskood: 132009 BDRR

Töö vastab kehtivatele nõuetele.

Juhendaja:

(Ljudmilla Drökina, 5. detsember 2016)

Kaitsmisele lubatud: ”.....” 2016

TTÜ TK kaitsmiskomisjoni esimees:

.....

(nimi, allkiri)