



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

TTÜ Ehituse ja arhitektuuri instituut

LENDERI TÜÜPI KORTERELAMU OSALINE RENOVEERIMINE LASTEKODU 28
NÄITEL

PARTLY RENOVATING A LENDER TYPE APARTMENT BUILDING ON THE EXAMPLE
OF LASTEKODU 28

LÕPUTÖÖ

Üliõpilane:
/nimi/

Üliõpilaskood:

Juhendaja:
/nimi, amet/

Tallinn, 2018

SISUKORD

SISSEJUHATUS	4
1. HOONETE ENERGIATÕHUSUS	6
1.1. Energiatõhususe õiguslikud alused	6
1.2. Energiatõhususe miinimumnõuded ja energiatõhususarvu arvutamise alused	7
1.3. Sisekliima	9
1.4. Hoonete energiasäästu potentsiaal	9
2. ENERGIAMÄRGIS	11
2.1. Energiamärgise väljastamise alused	11
2.2. Energiamärgise väljastamise kord ja vorm	12
2.3. Energiamärgise kehtivus	13
3. ENERGIAAUDIT	14
3.1. Energiaauditi olemus	14
3.2. Auditi tulemuste vormistamine	15
4. UURIMISOBJEKTI TUTVUSTUS	16
4.1. Asendiplaaniline lahendus	20
4.2. Arhitektuurne lahendus	21
4.3. Avatäitelemendid	21
4.4. Konstruksiooniline lahendus	21
4.5. Veevarustus ja kanalisatsioon	24
4.6. Küte ja ventilatsioon	24
4.7. Elektrivarustus	24
4.8. Lastekodu 28 korterelamu hetkeolukorra kirjeldus	25
5. ETTEVALMISTUS- JA RENOVEERIMISTÖÖDE TINGLIK JÄRJESTUS LASTEKODU 28 NÄITEL	26
6. ENERGIAAUDIT LASTEKODU 28 KORTERELAMUS	27
6.1. Energiaauditi läbiviimine	27
6.2. Audit teostaja poolt pakutud hoone renoveerimispakettide analüüs	29
6.3. Kokkuvõted ja järeldused renoveerimispakettidest	34
KOKKUVÕTE	39
SUMMARY	41
VIITED	43

LISAD	45
Lisa 1: Elektri,vee, gaasi ja puude tarbimine (01.07.2016 kuni 30.06.2017).....	45
Lisa 2: Välisseinte ja korterite koridoriseinte niiskustehniline toimivuse arvutuskäigud	46
Lisa 3: Piirdetarindite eluruumide ja trepikodade osa hoone erisoojuskadude arvutused (tasakaalutemperatuuride leidmine)	51
Lisa 4: Lastekodu 28 korruste plaanid.....	54

SISSEJUHATUS

Antud uurimustöö eesmärgiks on teha endale selgeks kehtiv õigusruum ning leida otstarbekad lahendused Lastekodu tn 28, Tallinn asuva nn Lenderi tüüpi korterelamu renoveerimiseks. Olles ise korteriomanik pean oluliseks, et renoveerimistööd viiakse läbi mõistlike kuludega ja otsused renoveerimiseks oleks põhjalikult läbimõeldud. Kuna hoone on ehitatud 1914. aastal ja eelnevalt korduvalt renoveeritud ning on kahtlus, et renoveerimistööd on tehtud läbimõtlemata siis seekordse renoveerimise tulemusena peab olema aastaringselt tagatud hoones hea sisekliima, et elanikel oleks hoones mugav viibida. Soov on leida optimaalsed lahendused elamu renoveerimiseks ning teha vajalikud ettevalmistused ehitustöödega alustamiseks. Renoveerimistööde lõppedes peaks tervikuna vähenema hoone energiakasutus. Kas see on ka praktikas võimalik ja majanduslikult mõttekas, selgub töö käigus. Täiendavaks tulemiks lisaks hoone pikaajalisus, esteetiline välimus ja kinnisvara hinna tõus.

Töö esimene osa on teoreetilist laadi. Tegeleb see hoonete energiatõhususe ning energiasäästu potentsiaaliga. Selgitab energiamärgise ja energiaauditi olemust ning räägib kaasnevatest arvutuspõhimõtetest ja tulemuste väljastamise alustest. Kirjeldab kehtivat õigusruumi. Avab ühtselt Euroopa Liidu tasandil väljatöötatud ning hiljem riiklikul tasandil vastuvõetud õigusaktidest tulenevaid nõuded energiamärgise väljastamisele ning kirjeldab seadusandlust, mis reguleerib energiaaudi läbiviimise protsessi.

Praktilise osa eesmärgiks on leida optimaalsed lahendused Lastekodu 28 korterelamu renoveerimiseks. Selleks teostan Lastekodu 28 hoone, selle tarindite ja kommunikatsioonide põhjaliku tehnilise ülevaatus ja kogun kokku juba olemasoleva dokumentatsiooni. Kogutud alginfo kvaliteet otsustab hilisema tulemuse. Koondan olulise informatsiooni ja esitan sellest töös kokkuvõtte. Tehnilise ülevaatus tulemuste alusel viiakse läbi energiaaudit. Korrektsed algandmed on vajalikud, et fikseerida hetkeolukord ning sellest sõltuvad otseselt ka hilisemad energiaauditi järeldused. Dokumenteerin energiaauditi läbiviimise protsessi, selgitan otsuste tagamaid ning analüüsin saadud tulemusi. Tutvustan audit teostajaga koos leitud ja läbiarvutatud renoveerimispakette ning hindan tööde umbkaudset maksumust. Lõplik valik, millised lahendused lähevad käiku sõltub korteriühistu üldkoosoleku otsusest. Kirjeldan paralleelselt korteriühistus toimuvat ning näitan aegteljel tegevuste ja tööde läbiviimise järjestust Lastekodu 28 näitel.

Suur osa allikaid, millele töös viitan tulevad hetkel kehtivatest seadustest, nende alusel kehtestatud rakendusaktidest ning standarditest. Kuigi uurimustöö teksti on pikitud mõned kokkuvõtlikuid graafikuid ning tabelid, lisaks ka parema ülevaate saamiseks pildimaterjali on tulenevalt suurest mahust osad arvutuskäigud ning joonised lisatud uurimustöö lõpus lisadena.

Autor soovib tänada igakülgse abi eest Martin Kõivu ning Tiit Pukki.

1. HOONETE ENERGIATÕHUSUS

1.1. Energiatõhususe õiguslikud alused

Hoonete energiakulud moodustavad 40% Euroopa Liidu (EL) energia kogutarbimisest. Tegu on kasvava sektoriga, suureneb ka energiatarbimine. Selle piiramine võimaldab vähendada energiasõltuvust ja kasvuhoonegaaside heidet ning jõuda lähemale EL ühtsele eesmärgile vähendada üldist energiatarbimist 2020. aastaks 20%. [6]

16. detsember 2002 võttis EL vastu direktiivi 2002/91/EC, mille artiklis 1 nähakse ette, et kõik liikmesriigid seavad sisse hoonete energiatõhususe sertifitseerimise korra (energiamärgise väljastamine). [2]

Eestis sai energiamärgis kohustuslikuks 01. jaanuarist 2009.a uutele ehitatavatele hoonetele, üle 1000m² kasuliku pinnaga avalikele hoonetele ja olemasolevatele hoonetele/ hoone osadele, kui seda nõudis ostja või üürilevõtja. Nõuded tulenesid tollasest Ehituseadusest ja selle alusel kehtestatud rakendusaktidest. [4]

2010. aastal kaasajastas ja võttis vastu EL direktiivi nr. 2010/31/EL hoonete energiatõhususe kohta. Õigusakti eesmärgiks on parandada ELis hoonete energiatõhusust¹, võttes arvesse mitmesuguseid kohalikke kliimatingimusi. Selles on sätestatud miinimumnõuded ja ühtne meetoodika. Direktiiv hõlmab energiat, mida kasutatakse seoses kütmise, vee soojendamise, jahutuse, ventilatsiooni ja valgustusega. [6]

Lähtuvalt EL Hoonete Energiatõhususe Direktiivist [6] on kõik EL liikmesriigid k.a Eesti võtnud endale kohustuse jälgida energiatõhususe nõudeid. Ehitustegevust Eestis reguleerib Ehitusseadustik [5], mis ühtlasi reguleerib ka nõudeid energiatõhususele. Nõuded ehitatavatele ja oluliselt renoveeritavatele hoonetele on kehtestanud ehitusseadustiku § 65 lõike 3 alusel määrusega nr 55 „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded“ [9].

Tulenevalt eelnimetatud määrusest peavad uusehitised 31. detsembriks 2018, mida kasutavad ja omavad riigiasutused, ja kaks aastat hiljem muud uusehitised olema liginullenergiahooned². [9]

1. Hoone energiatõhusus - hoone tüüpilise kasutusega seotud energianõudluse rahuldamiseks vajalik arvutuslik või mõõdetud energia hulk, mis hõlmab muu hulgas kütmiseks, jahutuseks, ventilatsiooniks, vee soojendamiseks ja valgustuseks tarbitavat energiat.
2. Liginullenergiahoone - eriti energiasäästlik hoone, mis vastab energiatõhususarvu klassile A.

1.2. Energiatõhususe miinimumnõuded ja energiatõhususarvu arvutamise alused

Energiatõhususe miinimumnõudeid tuleb järgida hoone püstitamisel ja olulisel rekonstrueerimisel ning hoone vastavust nõuetele hinnatakse ehitusprojekti alusel juba hoone projekteerimisel. [7]

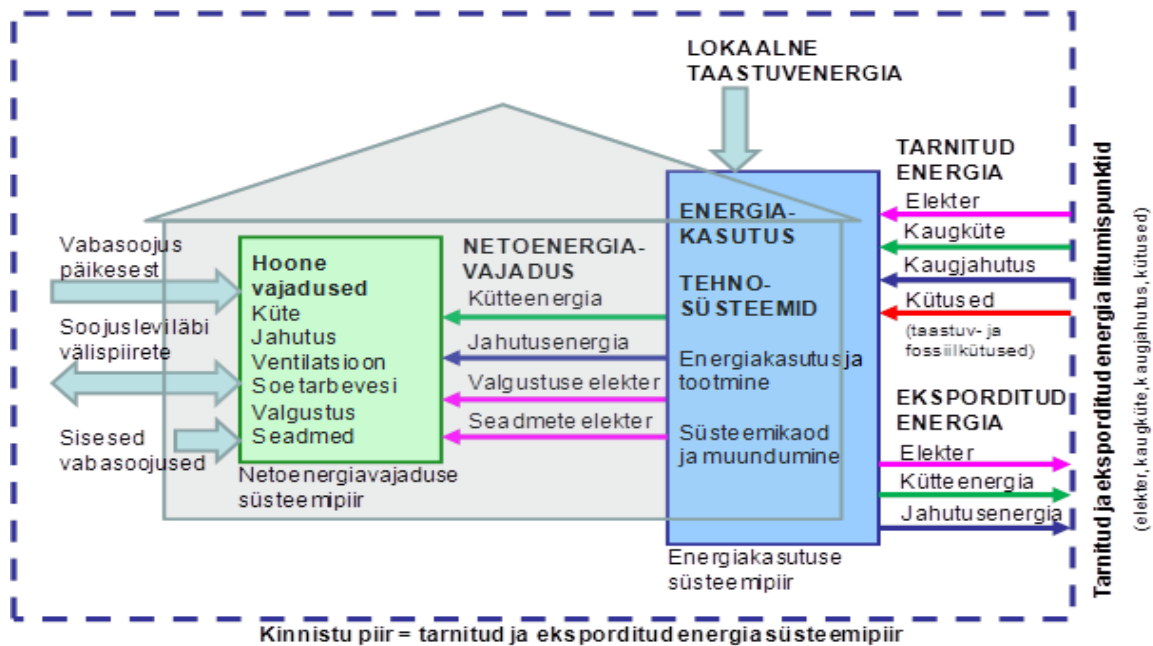
Energiatõhususe miinimumnõuded kehtestatakse hoonele tervikuna. Hoone koosseisu arvatakse energiatõhususarvu¹ arvutamisel peale piirete ja tehnosüsteemide ka hoonesse või kinnistule paigaldatud lokaalse energiatootmise süsteemid (näiteks korterelamu gaasikatel). Energiavõrguga (näiteks kaugküttega) ühendatud tehnosüsteemid kuuluvad hoone koosseisu alates energiavõrgu liitumispunktist. [7]

Energiatõhususe miinimumnõuded on väljendatud energiatõhususarvuna ja teiste valitsuse vastavas määruuses käsitletud nõuetele. Energiatõhususarv kajastab hoone energiakasutust nii sisekliima tagamiseks, tarbevee soojendamiseks kui ka olme- ja muude elektriseadmete kasutamiseks. [7]

Hoone energiatõhususe arvutamiseks on kindlad reeglid, mis on riiklikul tasemel kirjeldatud määruuses, mida peab energiatõhususe arvutamisel arvesse võtma ning kuidas antud tulemusi esitada. Määrus kirjeldab, mis on energiatõhususe arvutuse algandmed, mille alusel arvutused tehakse ja kust need andmed võetakse. Annab piirväärtused hoone tüüpilisel kasutusel ja sellele vastav seadme, valgustuse ja inimese soojuseralduse kohta. Kirjeldab netoenergiavajadust ning suvise ruumitemperatuuri arvutuse põhimõtteid. Lisaks räägib tehnosüsteemide energiakasutuse arvutuse põhimõtetest ning selgitab reegleid, mida tuleb arvutusi tehes järgida.

Täpne meetodika on kirjeldatud määruusega „Hoone energiatõhususe arvutamise meetodika“ [8], mis on kehtestatud ehitusseadustiku § 64 lõike 5 alusel. Hoonete energiatõhususe arvutamise meetodikas kasutatavad süsteemipiirid ja põhimõtted on näidatud joonisel 1.

1. Energiatõhususarv [kWh/(m²·a)] – arvutuslik summaarne tarnitud energiatega kaalutud erikasutus hoone tüüpilisel kasutusel, millest arvatakse maha summaarne eksporditud energiatega kaalutud erikasutus. Energiatõhususarv kajastab hoone kompleksset energiakasutust nii sisekliima tagamiseks, tarbevee soojendamiseks kui ka olme- ja muude elektriseadmete kasutamiseks ning see arvutatakse hoone kütava pinna ruutmeetri kohta hoone tüüpilisel kasutamisel. [9]



Joonis 1. Tarnitud ja eksporditud energia süsteemi piirid

Allikas: Hoone energiatõhususe arvutamise meetodika, majandus- ja taristuminister. Vastu võetud 05.06.2015 nr 58. – RT I, 09.06.2015, 21.

Energiatõhususe miinimumnõuete jälgimine on kohustuslik kasutamise otstarbe järgi järgmistele hoonetele[9]:

- Väikeelamud
- Kortereelamud
- Büroohooned, raamatukogud ja teadushooned
- Ärihooned (majutus- ja toitlustushooned, teenindushooned)
- Avalikud hooned (välja arvatud loomaaia või botaanikaia hoone; spordihoone, välja arvatud jäähall ja maneež; muuseumi- ja raamatukoguhooone, välja arvatud raamatukogu; välja arvatud terminal)
- Kaubandushooned ja terminalid
- Haridushooned
- Koolieelsed lasteasutused
- Haiglad ja muud ravihooned, välja arvatud hoolekandeesutuse hoone

Hoonete energiatõhusust väljendab energiatõhususarv [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$], mida arvutatakse riiklikult kinnitatud meetodika alusel. Energiatõhususarvu alusel liigitatakse hoone vastavasse energiatõhususklassi ja kantakse see energiamärgisele. Energiatõhususklasside skaala piirmäärad varieeruvad tulenevalt hoone kasutamise otstarbest.

1.3.Sisekliima

Hoonete energiakulu sõltub oluliselt sisekliima teguritest (temperatuur, ventilatsioon ja valgustus) ning sealhulgas hoone tehnosüsteemide projektist ning kasutamisest. Sisekliima mõjutab ka hoone kasutajate tervist, töö tootlikkust ning mugavust. Viimased uuringud on näidanud, et halva sisekliima poolt tekitatud kahju tööandjale, hoone valdajale ja ühiskonnale tervikuna ületab tunduvalt hoone energiakasutuse maksumust. [15]

Lisaks energiatõhususarvule peab energiatõhususe juures rääkima ka sisekliimast. Puhtalt piirdetarindite renoveerimisega, jättes tähelepanuta ventilatsiooni, on raske saavutada rahuldavat sisekliimat. Piirdetarindite renoveerimisega saame hoone, mille välised piirded on pikaajaliselt õhupidavad ja piisavalt soojustatud kuid kus õhuvahetus on vähene. Värsket õhku on aga hoone siseruumidesse vaja. Loomuliku ventilatsiooni abil ei ole alati võimalik saavutada normaalset sisekliimat ning tagajärjeks võib olla halb enesetunne hoonetes viibides või hullem hallitus ning kondensaad tarinditel. Pidades meeles, et inimene veedab siseruumides 60-90% oma ajast ei saa tähelepanuta jätta hoone sisekliima olulisust. Hea sisekliima parandab tööviljakust ning vähendab inimese haigestumise riski.

1.4.Hoonete energiasäästu potentsiaal

Praegusel hetkel on põhiprobleemideks hoonete suur energiakulutus ja halb sisekliima. Selleks, et tagada hoonete jätkusuutlikus on vaja investeerida hoonete energiatõhususse ja kestvusesse. Renoveerimistöodega viivitamine halvendab hoonete seisukorda veelgi ning lisaks mõjub ka inimeste tervisele. Tagajärjeks suurenevad kulutused.

Hoonete energiasäästu potentsiaali on põhjalikult uuritud 2013.a Eesti energiamajanduse arengukava (ENMAK) uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuringus. [1] Uuring pakub hoonefondile välja energiatõhususe parandamise paketid, ühikuhinnad ning sellest tuleneva energiasäästu.

Uuringus on leitud, et olemasoleva hoonefondi energiasäästu tehniline potentsiaal on 9,3 TWh/a soojust ja 0,2 TWh/a elektrit ehk soojuste energiasääst võrduks umbes 80%-ga hoonefondi praegusest soojusenergia kasutusest. [1]

Kui elektrienergia säästupotentsiaal on väike siis soojusenergia tehniline säästupotentsiaal on märgatav. Hoonete tehniline säästupotentsiaal tervikuna moodustab Eesti summaarsest energia lõpptarbimisest natuke alla kolmandiku.

Hinnanguliselt on uute, liginullenergiahoonete ehituse energiasääst 0,5 TWh/a soojust ja 0,4 TWh/a elektrit, mis täiendab olulise lisana olemasolevates hoonetes saavutatavat säästu. Samas liginullenergiahoonete energiasäästu ühikmaksumused (1400–2300 €/MWh/a) on mõnevõrra suuremad kui olemasolevate hoonete puhul. [1]

Kui uute hoonete energiatõhusus on olnud viimastel aastatel pidevas kasvutrendis, siis vanad hooned on tänapäevamõistes soojustamata ning ei oma korralikku ventilatsiooni. Samas leiavad uuringud, et renoveerides olemasolevat elamufondi on energiasääst saavutatav soodsamalt kui lammutades olemasolevaid ja rajades ainult uusi hooneid. Vanade hoonete lammutamine ja uute energiasäästlike hoonete rajamine nende asemele ei ole alati kõige säästvam lahendus. Hoonete renoveerimise all on mõeldud terviklikke renoveerimise lahendusi, mis lisaks saadavale energiasäästule tagavad ka hea sisekliima ning aitavad kaasa elamufondi pikale elueale. Maksimaalne energiasääst on saavutatav juhul kui renoveerimine planeeritakse ja viiakse läbi komplekselt, tulemiks paremad elamistingimused.

2. ENERGIAMÄRGIS

Energiamärgis on dokument, mis näitab palju hoone või selle osa tarbib energiat ühe aasta jooksul kütava pinna ruutmeetri kohta ehk kui energiatõhus see hoone on. Erinevatele hoonetüüpide (väikeelamud, ühiskondlikud hooned jms) energiaklasside piirmäärad on erinevad. Kõige säästlikumad on A-klassi hooned ja kõige rohkem kulutavad energiat H-klassi märgise saanud hooned. Energiamärgis peaks aitama tavainimesel valida säästlikuma kodu ehk energiamärgis annab aluse võrrelda hoone energiatarvet teise sarnase hoonega ning aitab kinnisvara ostu puhul valida kõige energiasäästlikuma. Märgistamine sarnaneb oma loogikalt kodumasinat märgistamisele.

2.1. Energiamärgise väljastamise alused

Uuele hoonetele väljastatakse energiamärgis energiaarvutustel põhinevate andmete alusel, olemasolevale hoonetele väljastatakse energiamärgis tegeliku energiatarbimisel põhinevate andmete ning arvutuste alusel. Energiamärgise koostamist ja väljastamist reguleerib ehitusseadustik. [10]

Uuele hoonetele võib energiamärgise väljastada projekteerija. Olemasolevale hoonetele võib energiamärgise väljastada vaid vastavat kutsetunnistust omav isik. Kõik kutsed on registreeritud Kutsekoja digitaalses kutseregistris ning on läbi nende avaliku registri lihtsasti leitavad.

Energiamärgist saab väljastada kõikidele hoonetele. Kohustuslik on see ehitusloa taotlemisel nii ehitamiseks kui ka renoveerimiseks (va. mõned erisused, mis on kirjeldatud ehitusseadustikus). Hoone eraldi kasutatavale osale võib anda iseseisva energiamärgise, kui hoones puudub ühine küttesüsteem. Juba olemasolevate hoonete puhul on see oluline hoone või selle osa müügi-ostu-üüri tehingutel ning hoone võõrandamisel. Hoone energiamärgisele lisatakse ettepanekud energiatõhususe parandamiseks. [10]

2.2. Energiamärgise väljastamise kord ja vorm

Energiamärgise väljaandmine toimub üksnes läbi riikliku ehitisregistri ja kindlal vormil, nõutud koordinformatsiooni sätestab Majandus- ja kommunikatsiooniministri määrus nr. 36 „Nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele1“. [14] Hoone energiamärgise andmed riiklikus ehitisregistris on avalikud.

Hoone külastajate jaoks nähtavale kohale paigaldatava energiamärgise vormil peavad olema järgnevad selgitavad märkused:

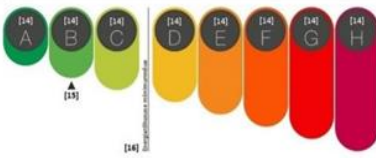
- Energiatõhususarvu või kaalutud energiaerikasutuse klass
- Energiatõhususarv / kaalutud energiaerikasutus
- Energiatõhususarvu / kaalutud energiaerikasutuse väärtus
- Energiatõhususe miinimumnõuete piir
- Energiamärgise number
- Aadress
- Ehitisregistri kood
- Märgis kehtib kuni info

Energiamärgise koordinformatsiooni vorm

[1]	Energiamärgise nr:	[2]
	Hoone kategooria:	[3]
	Hoone kasutamise eesmärk:	[4]
	Aadress:	[5]
	Ehitisregistri kood:	[6]
	Ehitusaasta:	[7]
	Külastar pind:	[8]
	Korustuse arv:	[9]
	Soojusvarustus:	[10]
	Energiaallikas:	[11]

Tallaja [12]

Energiamärgise algandmete allikas [13]



[14]

[17] Märgise väljandmise kuupäev: [18]
Märgis kehtib kuni: [19]

Märgise väljandja:
Arvutus või FIE: [21]
Registreeritud: [22]
Vastutav spetsialist: [23]
[24]


Hoone energiasutus:

Energiala	Säästetud energia				Energiasutus kWh/a	EERAKOEFITSIENT	EERAKOEFITSIENTI VÄÄRTUS	EERAKOEFITSIENTI VÄÄRTUS
	Elektrivõimsus	Soojus	Õhkutõuke võimsus	Õhkutõuke soojus				
[25]	[26]	[27]	[28]	[29]	[30]	[31]	[32]	[33]

EERAKOEFITSIENTI VÄÄRTUS: [34]

Märkusid [35]

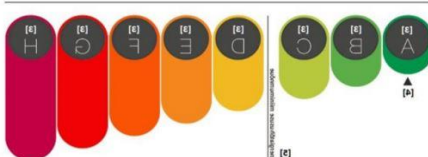
HOONE ENERGIAMÄRGIS



[1]

[5]

[6] kWh/m²a [6]



[6]

[7] kWh/m²a [7]

[8] kWh/m²a [8]

[9] kWh/m²a [9]

[10] kWh/m²a [10]

[11] kWh/m²a [11]

[12] kWh/m²a [12]

[13] kWh/m²a [13]

[14] kWh/m²a [14]

[15] kWh/m²a [15]

[16] kWh/m²a [16]

[17] kWh/m²a [17]

[18] kWh/m²a [18]

[19] kWh/m²a [19]

[20] kWh/m²a [20]

[21] kWh/m²a [21]

[22] kWh/m²a [22]

[23] kWh/m²a [23]

[24] kWh/m²a [24]

[25] kWh/m²a [25]

[26] kWh/m²a [26]

[27] kWh/m²a [27]

[28] kWh/m²a [28]

[29] kWh/m²a [29]

[30] kWh/m²a [30]

[31] kWh/m²a [31]

[32] kWh/m²a [32]

[33] kWh/m²a [33]

[34] kWh/m²a [34]

[35] kWh/m²a [35]

[36] kWh/m²a [36]

[37] kWh/m²a [37]

[38] kWh/m²a [38]

[39] kWh/m²a [39]

[40] kWh/m²a [40]

[41] kWh/m²a [41]

[42] kWh/m²a [42]

[43] kWh/m²a [43]

[44] kWh/m²a [44]

[45] kWh/m²a [45]

[46] kWh/m²a [46]

[47] kWh/m²a [47]

[48] kWh/m²a [48]

[49] kWh/m²a [49]

[50] kWh/m²a [50]

[51] kWh/m²a [51]

[52] kWh/m²a [52]

[53] kWh/m²a [53]

[54] kWh/m²a [54]

[55] kWh/m²a [55]

[56] kWh/m²a [56]

[57] kWh/m²a [57]

[58] kWh/m²a [58]

[59] kWh/m²a [59]

[60] kWh/m²a [60]

[61] kWh/m²a [61]

[62] kWh/m²a [62]

[63] kWh/m²a [63]

[64] kWh/m²a [64]

[65] kWh/m²a [65]

[66] kWh/m²a [66]

[67] kWh/m²a [67]

[68] kWh/m²a [68]

[69] kWh/m²a [69]

[70] kWh/m²a [70]

[71] kWh/m²a [71]

[72] kWh/m²a [72]

[73] kWh/m²a [73]

[74] kWh/m²a [74]

[75] kWh/m²a [75]

[76] kWh/m²a [76]

[77] kWh/m²a [77]

[78] kWh/m²a [78]

[79] kWh/m²a [79]

[80] kWh/m²a [80]

[81] kWh/m²a [81]

[82] kWh/m²a [82]

[83] kWh/m²a [83]

[84] kWh/m²a [84]

[85] kWh/m²a [85]

[86] kWh/m²a [86]

[87] kWh/m²a [87]

[88] kWh/m²a [88]

[89] kWh/m²a [89]

[90] kWh/m²a [90]

[91] kWh/m²a [91]

[92] kWh/m²a [92]

[93] kWh/m²a [93]

[94] kWh/m²a [94]

[95] kWh/m²a [95]

[96] kWh/m²a [96]

[97] kWh/m²a [97]

[98] kWh/m²a [98]

[99] kWh/m²a [99]

[100] kWh/m²a [100]

Joonis 2. koordinformatsiooni vorm (vasakul) ja hoone külastajate jaoks nähtavale kohale paigaldatava energiamärgise vorm (paremal).

Allikas: Nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele, majandus- ja taristuminister. Vastu võetud 30.04.2015 nr 36. – RT I, 07.10.2016, 4.

Energiamärgis peab olema paigaldatud külastajate jaoks kergesti märgatavale ja nähtavale kohale hoones, milles:

- on suletud netopind rohkem kui 500 ruutmeetrit ja mida külastavad rahvahulgad
- riigi- või kohaliku omavalitsuse asutuse või muu avalik-õigusliku asutuse valduses on rohkem kui 250 ruutmeetrit suletud netopinda ja mida isikud sageli külastavad [5]

Energiamärgise koordinformatsiooni vorm sisaldab kõik parameetreid, mille alusel on energiamärgis väljastatud. Energiamärgise andja sisestab energiamärgise koos arvutuskäiguga, kuidas antud märgis on saavutatud ehitisregistrisse.

2.3. Energiamärgise kehtivus

Projekteeritud energiavajaduse kohta antud energiamärgis kehtib kaks aastat hoone valmimisest arvates (kasutusloa andmisest). Peale seda tuleb hoonele väljastada tegelikul tarbimise kohta antud energiamärgis. Tegeliku energiatarbimise kohta antud energiamärgis kehtib kümme aastat. Hiljem antud energiamärgis tunnistab varem samale hoonele või hoone osale antud energiamärgise kehtetuks. [10]

Hoone energiatarve on oluline kriteerium soetades kinnisvara. Sellest sõltub otseselt hilisem kulude suurus, mis kulub hoone ülalpidamisele. Ühtlasi on energiamärgise olemasolu tihti tingimuseks, et kvalifitseeruda (riiklike)laenude ja toetuste saamiseks (KredEx).

3. ENERGIAAUDIT

3.1. Energiaauditi olemus

Energiaaudit on protseduur, mis selgitab, kuidas kasutatakse energiat, millised on võimalikud energiasäästumeetmed ja kuidas saab auditiobjektile energiat säästlikumalt kasutada. Energiaaudit annab ülevaate hoone tehnilisest seisukorrast ja energiakadudest. Audit toob esile renoveerimistöde prioriteedid koos energiasäästu ja tasuvusarvutustega. Energiaauditit võib vaadelda ka osana hoone seisukorra uurimisest, mille eesmärgiks on kindlaks teha hoone energeetiline ja tehniline olukord. Olukorra uuringuna on energiaaudit kasulik vahend, mis aitab koostada hoone pikaajalist renoveerimise kava. [13]

Olenemata hoone tüübist vajab hoone oma eluea jooksul pidevat hooldust ning pikemas perspektiivis ka renoveerimist. Kuna kõik kinnisvara omanikud ei ole kutselised ehitajad ja auditi teostajad on hea saada kolmandalt, sõltumatult osapoolelt nõu kuidas tagada hoone pikaajalisus ning renoveerida olemasolevat hoonet energiasäästlikult. Olles ise hoone omanik võib olla kohati raske hinnata hoone tegelikku seisukorda. Siin tulebki appi auditi teostaja, kes on oma töös sõltumatu ning ei oma auditeeritava hoonega (emotsionaalset) seost, mis võiks takistada teda tegemast objektiivseid otsuseid. Ühtlasi kaasnevad energiaauditiga majandustasuvuse arvutused, mis aitavad hoone renoveerimiseks laenu taotleda ja on üha sagedamini laenu või renoveerimistoetuse saamise üheks eelduseks.

Energiaauditi läbiviimise tinglikud etapid:

- Lepingu sõlmimine tööde teostamiseks
- Auditi teostaja esitab tellijale nimekirja vajalikest lähteandmetest
- Tellija esitab auditeeritava hoone lähteandmed (tarbimisandmed, ehitusjoonised, jms)
- Auditi teostaja tutvub dokumentatsiooniga, otsib vajadusel riiklikest andmebaasidest täiendavat infot. Tutvub hoonega n.ö dokumentatsiooni alusel.
- Kohapealne objekti ülevaatus koos tehnosõlmede kontrolliga. Vajaduselt teostatakse täiendavaid tehnilisi mõõtmisi (termopildistamine, niiskusandmete kogumine, sise- ja välispiirete temperatuuride mõõtmine)
- Saadud andmete põhjal koostab audiitor energiaaudit aruande ja annab soovitusel kuidas optimaalselt hoonet renoveerida

3.2. Auditi tulemuste vormistamine

Hoone energiatarbe ja energiasäästu meetmete arvutamine algab soojapidavuse, -tarbe ja -kulu parameetrite määratlemisega. Projekti identifitseerimisel määratletakse ära kohalikud kliimaatilised tingimused (kraadpäevad) ning hoone ehitusstandardid, mida peale hoone auditeerimist korrigeeritakse tegelikust soojatarbest tuleneva U-väärtuse parameetritega. Peale andmete ühtlustamist tehakse parandusmeetmetest tulenevad muudatused väärtustes ning arvutatakse potentsiaalne kokkuhoid. Nimetatud protseduuri korratakse eraldi iga järgneva 4 põhioperatsiooni juures: ventilatsioon, tarbevesi, elekter, välismõju. Tulemuseks saadakse energiabilansi baasandmed. Saadud energiabilansi andmed kantakse üle majandusarvutuse tarkvarasse ja arvutatakse energiasäästumeetmete maksumus ning tasuvusaeg. Kui tasuvusaeg ületab lubatud piire, muudetakse erinevate põhioperatsioonide väärtusi kuni saavutatakse kliendi eelarvele sobiv energiasäästu meetmete nimekiri. [13]

Energiaauditi aruanne koosneb järgmistest komponentidest:

- hoone kirjeldus
- hoone andmed
- tehniline olukord
- energeetiline olukord
- tabel, mis pakub rakendusi hoone probleemsetele osadele koos rahalise maksumuse ning tasuvusajaga

Energiaauditi võib teostada vastavat kutset omav isik. Ehitiste energiatõhususe valdkonnas (energiaaudiitorid ja energiatõhususe spetsialistid) on kutseandjaks Eesti Kütte- ja Ventilatsiooniinseneride Ühendus (EKVÜ). EKVÜ poolt valjastatud kutsed on leitavad kutsekoja ja EKVÜ kodulehelt.

Energiaauditi pakub välja hoonespetsiifilise nimekirja abinõudest ja energiasäästumeetmetest kuidas soovitud energiasäästu saavutada. Auditis kirjeldatud meetmeid rakendades on võimalik hoone omanikul või valdajal vähendada energiale tehtavaid kulutusi, ühtlasi pikendades hoone eluiga ning tagades optimaalne sisekliima. Samas ei tasu ära unustada, et energiat on võimalik kokku hoida ka oma tarbimisharjumusi jälgides (kustutage tuled ning lülitage välja seadmed, mida te parasjagu ei kasuta, võtke kasutusele LED-tüüpi valgustid, jne).

4. UURIMISOBJEKTI TUTVUSTUS



Joonis 3. Lastekodu tn 28 korterelamu

Allikas: Autor

20. Sajandi algul olid Keldrimäe asumis ülekaalus puitmajad. Sõjaaja pommitamised, sellel järgnenud põlengud ning vajadus suuremate ja modernsemate eluasemete järele viis selleni, et 19. ja 20. sajandi vahetusel massiliselt ehitatud tüüpilised väikekorteritega tööliselamud on praeguseks hetkeks peaaegu kadunud. 1914. a ehitatud Lastekodu 28 asuv nn Lenderi tüüpi majast on tänaseks säilinud ainult pool. Maja sai sõjaajal pommist otsetabamuse. Pool maja jäi alles tänu maja keskelt poolitavale tulemüürile. [3]

Nn Lenderi maja on kahekorruseline rõhtpalkkonstruktsiooniga, horisontaalse laudvooderdusega, paekivist sokliosaga, madalakaldelise viilkatusega maja, mida sageli ilmsetavad vertikaallaudisega vahevööd, sepistatud varikatus ja dekoreeritud välisuks (joonis 4, 5 ja 6). Fassaadikäsitlus ja plaanilahendus on sümmeetriline, mahutades enamasti neli kööktuba korrusel. Olenevalt krundi suuruselt, kujust ja asukohast võis nn Lenderi maja sellel skaalal võrdlemisi suures skaalas erineda. Nn Lenderi maja kujunemist mõjutasid tollaste ehitusmääruste ja tuleohutuseeskirjade täiendamine. Nõuti puitmajade teise korruse korteritest kahe otseväljapääsuga puittrepi olemasolu või ühe kivitrepikoja ehitamist. Uutest nõudmistest tulenevalt kohendati kortermajade põhiplaane selliselt, et koridor vabanes köögi funktsioonist. Tuppa koliti ka vee- ja solgipanged ning küttepuude varu. Tavajuhtudel ei muutunud majad ja korterid sellest suuremaks, et köögid eluruumidesse paigutati, vaid tihti jäid korterid väiksemaks, kuna pidid nüüd täitma lisa funktsioone. [3]



Joonis 4. Vaade Lastekodu 28 hoonele põhjast

Allikas: Autor



Joonis 5. Vaade hoone kagu küljele

Allikas: Autor

Tabel 1. Hoone parameetrid

Ehitusaasta	1914
Hoone kasutamise otstarve	Muu 3 või enam korteriga elamu
Minimaalne korruste arv	3
Maksimaalne korruste arv	3
Suletud netopind	722,0 m ²
Eluruumide pind	485,6 m ²
Kõetav pind	485,6 m ²
sh eluruumide kõetav pind	485,6 m ²
Hoone maht (maapealne + maa-alune)	2368 m ³
Kelder (jah / ei)	jah
Kõetavad ruumid pööningul (jah / ei)	ei



Joonis 6. tulemüür ja peasissekäik

Allikas: Autor

Tabel 2. Eelnevalt teostatud renoveerimistööd

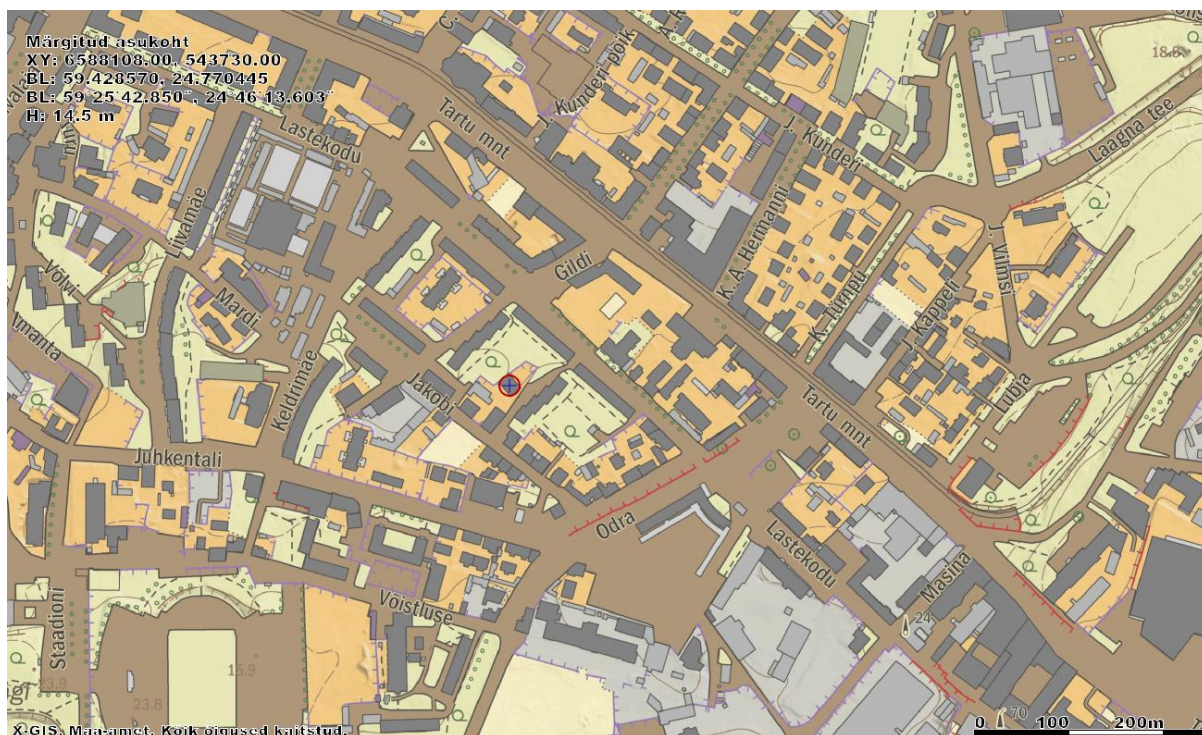
Tööde teostamise aasta	Töö nimetus
2000 - 2006	<ul style="list-style-type: none"> • välisseinte soojustamine seest poolt • akende asendamine • kolme korterisse keskküttesüsteemi ehitamine • katuse renoveerimine • põõningukorrusele eluruumide väljaehitamine • vee- ja kanalisatsioonitorustike asendamine • elektrisüsteemi renoveerimine

4.1. Asendiplaaniline lahendus

Tallinnas, Kesklinna linnaosas aadressiga Lastekodu tn 28 asub 1174 m² pindalaga kinnistu, katastritunnus 78401:111:0290, sihtotstarbeks 100% elamumaa. Lastekodu 28 kinnistul asub üks hoone, hoone aluse pinnaga 256 m², suletud netopinda kokku 722 m². Majas kokku viis korterit.

Lastekodu 28 paikneb sisekvartalis ümbritsetuna suurtest hoonetest – kirdest Lastekodu tn 22, kagust Lastekodu tn 24, edelast Jakobi tn 17 ja 19 ning loodest Gildi tn 8. Kinnistule ligipääs nii Jakobi kui ka Lastekodu tänavalt.

Kinnistu on tasane üksikute suurte puudega riskülikukujuline maa-ala, kirde-edela suunaline. Hoone asub kinnistu edelapoolses osas, hoone loodeküljel olev paekivist tulemüür asetseb kinnistu piiril. Rohkem hooneid kinnistul ei paikne. Kinnistut ümbritsev piirdeaed ja väravad on rajatud puitkonstruktsioonis metallpostidel.



Joonis 7. Asendiplaan,

Allikas: Maa-ameti kaardirakendus

4.2.Arhitektuurne lahendus

Lastekodu 28 korterelamu on täiskeldriga kahekordne viilkatusega hoone, põhimõõtudega 12,96x19,31 m. Paekivi seinte ja betoonlaega keldris paiknevad kaks sauna, puukuurid ja panipaigad ning gaasikatlamaja. Esimesel korrusel on kaks korterit. Teisel korrusel on kolm korterit, millest kahel on rajatud trepp pööningule ja pööningukorrus on võetud kasutusele eluruumina. Joonised korterite paiknemise ja täpsema ruumiprogrammi kohta leitavad uurimustöö lisadest. Hoonele ei laiene muinsuskaitselisi eritingimusi.

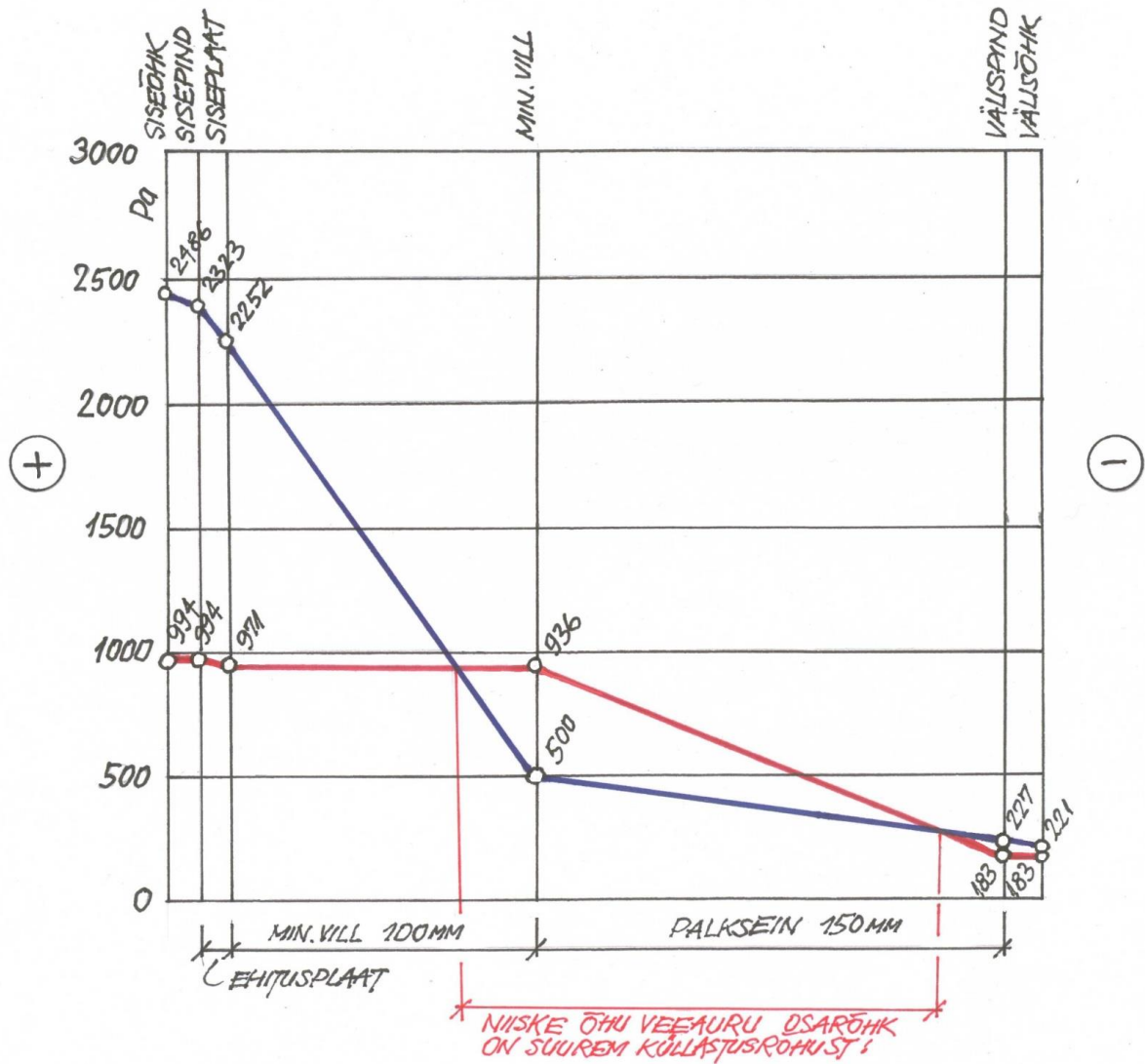
4.3.Avatäitelemendid

Korterelamu aknad, mis jälgivad vanade akende klaaside jaotust on asendatud 2000. a paiku uute puitkonstruktsioonis pakettakendega. Aknad on paremad kui ehitusaegsed, kuid tänases mõttes iganenud. Valguse juhtimiseks pööningukorrusele on paigutatud katusesse katuseaknad. Hoone olemasolevad puitkonstruktsioonis välis- ja siseuksed osaliselt juba korrastatud ning on plaanis säilitada ka peale renoveerimist.

4.4.Konstruktsiooniline lahendus

Hoone välisseinad ja kandvad seinad on rajatud rõhtpalkseinana (Välisseinte palgid on ~ 15 cm ja koridori seinte palgid ~ 10 cm paksused) . Fassaadi katab horisontaalne laudis, pööningu osas vertikaalne. Hoone seinad toetuvad ca 70 cm paksusele paekivist vundamendile. Varasema ümberehituse käigus on eemaldatud välisseina sisemised kihid kuni palgini ja soojustatud seestpoolt 100 mm mineraalvilla kihiga ja kaetud ehitusplaatidega (seetõttu on seinte niiskustehniline seisukord ohtlik konstruktsioonis tekkiva kondensaadi ja sellel tekkida võiva seente tõttu nii seintele kui inimestele, vt jooniseid 8 ja 9). Siseviimistlus on korterite kaupa erinev. Keldri ja esimese korruse vaheline vahelagi on monoliittraudbetoonist, esimese korruse korterite põrandad täiendavalt soojustatud. Ülejäänud korruste vahelised vahelaed on puitkonstruktsioonis. Hoonel hea seisus valtsitud tsinkplekk katus.

OLEMASOLEV VÄLISSEIN

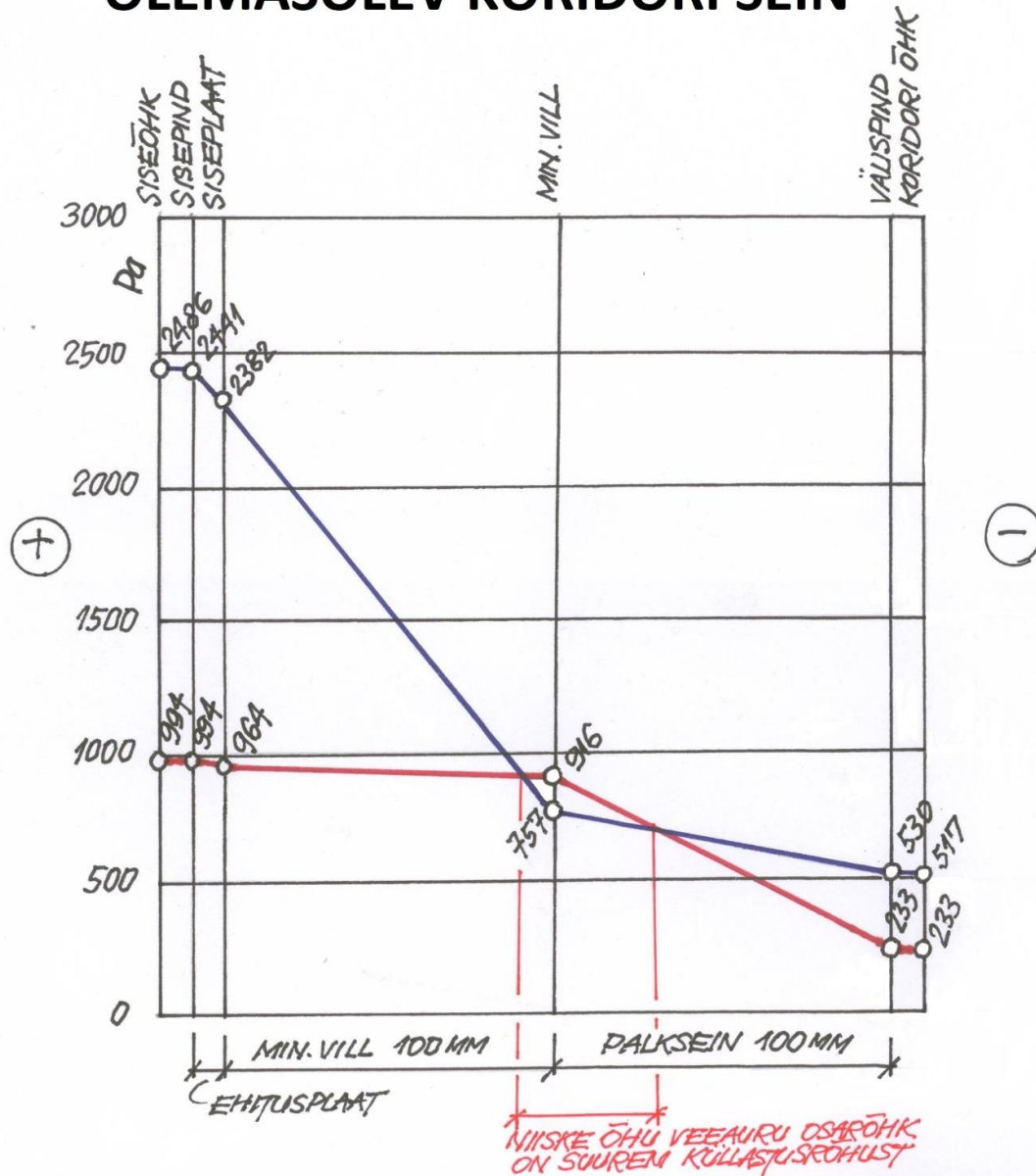


- küllastusrõhk
- niiske õhu veeauru osarõhk

Joonis 8. välisseina niiskustehniline seisukord

Allikas: Korterühistu Lastekodu tn 28 energiaauditi aruanne, töö nr. 17E-044.01, OÜ Nivoo Projekt, 2018.

OLEMASOLEV KORIDORI SEIN



Joonis 9. koridori niiskustehniline seisukord

Allikas: Korteritühistu Lastekodu tn 28 energiaauditi aruanne, töö nr. 17E-044.01, OÜ Nivoo Projekt, 2018.

Märkus: Olukorra selgitamiseks on seinte riistlõikes määratud temperatuurid ja niiskustehniline olukord kihtide kaupa. Oluline on, et niiske õhu veeauru küllastusrõhk oleks konstruktsioonis küllastusrõhust madalamal, vastasel juhul on oht kondensaadi tekkeks. Täpsemad arvutuskäigud on leitavad töö lisadest.

4.5.Veevarustus ja kanalisatsioon

Hoone veevarustus on lahendatud linna veevõrgu baasil, heitveed juhitakse linna kanalisatsiooni võrku. Veevarustus ja kanalisatsiooni teenuste lepingud on sõlmitud AS Tallinna Veega. Veetorustiku sisendile on monteeritud kuluarvesti. Igas korteris täiendav kuluarvesti.

Veetorud monteeritud enamuses plasttorudest, ühtlasi hoonesisene kanalisatsiooni torustik vahetatud enamuses välja plasttorude vastu. Torud on isoleeritud. Sooja vett saadakse keldris asuvast gaasikatlast või kasutatakse täiendavat elektriboilerit.

4.6.Küte ja ventilatsioon

Algselt on olnud eluruumid ahjuküttel, praegusel hetkel ahiküte kahes korteris. Ülejäänud korterites on kasutusel veeküttesüsteem, kus soojaallikaks on keldris paiknev kondensatsiooni tüüpi gaasikatel. Katla tööd juhitakse automaatregulaatoriga vastavalt välistemperatuurile. Sellega valmistatakse ka soe tarbevesi välja arvatud ahjuküttel olevad korterid nr 1 ja nr 3, kus soe vesi saadakse elektriboileritega. Hoonet köetakse keldris asuvast gaasikatlast, lisaks on korterites taastatud puiduküttel ahjud ja kaminahjud. Keldris on keskkütte- magistraalide isolatsiooniks kaasaegsed fooliumiga või plastikuga kaetud isolatsioonikoorikud. Pesuruumides on kasutusel elekter-põrandküte. Gaasitarnejaks on Eesti Gaas.

Ventilatsioon on üldiselt loomulik ventilatsioon. Värske õhk satub ruumidesse läbi välispiirete, akende ja uste ebatiheduste kaudu ning juhitakse välja läbi korstnalõõride. Lisaks on pliitide kohal lülitatavad pliidikubud ning vannitubades lülitatavad väljatõmbed.

4.7.Elektrivarustus

Hoone sisene elektrisüsteem uuendatud, üle mindud uuele pingesüsteemile (3×230/400 V), peakaitse on 80A, paigaldatud kaugloetavad arvestid ja võrguteenust pakub Elektrilevi OÜ.

4.8.Lastekodu 28 korterelamu hetkeolukorra kirjeldus

Hoone ja selle konstruktsioonid on välisilmelt ehitusaegses seisundis. Välisseinte soojustamine seestpoolt annab ehitusaegsete väliseintega võrreldes küll mõningase energiasäästu, kuid on ehitustehniliselt väär. Seestpoolt soojustamise tagajärjel võib jääda niiskus välisseina ning puuduliku ventilatsiooni tagajärjel halveneb sisekliima.

5. ETTEVALMISTUS- JA RENOVEERIMISTÖÖDE TINGLIK JÄRJESTUS LASTEKODU 28 NÄITEL

Põhimõtteline järjestus renoveerimistöode läbiviimiseks:

- Kõik algab soovist renoveerida
- Viia läbi korteriühistu üldkoosolek ning selgitada välja elanike soovid ja võimalused. Ühtlasi aitab pidev suhtlus vältida hilisemaid arusaamatusi ja möödarääkimisi.
- Tellida energiaaudit
- Korteriühistu üldkoosolek ja ettevalmistused renoveerimiseks, sobiva renoveerimislahenduse valik
- Projektijuhi/nõustaja palkamine, kes hiljem viib läbi omanikujärelevalvet
- Renoveerimisprojekti tellimine
- Vajadusel konsultatsioonid pangaga, kui on vaja finantseerida töid panga abiga
- Ühistu üldkoosolek, lõplikud otsused, mis töid teostada, kes teostab, mis läheb maksma
- Lepingute sõlmimine töövõtjatega
- Ehitustööde teostamine
- Rõõm renoveeritud hoonest

Eesmärgiks on renoveerida läbimõeldult, teostades vajalikud tööd optimaalsete kuludega, tagades hoone pikaajalisus. Selleks teostakse hoone tehniline ülevaatus ja viiakse saadud tulemuste alusel läbi energiaaudit. Energiauditi tulemuste põhjal valib korteriühistu juhatus välja neile sobiva lahenduse ning tellib valitud lahenduse alusel renoveerimise projekti. Projekt lähteülesandena ehitajele on oluline koostada selge ja üheselt mõistetav. Kui lähteülesanne on segane, annab see võimalusi mitmeti tõlgendamiseks ning puudub alus hilisemaid hinnapakkumisi omavahel võrrelda. Projekti alusel küsitakse hinnapakkumised renoveerimistöode läbiviimiseks. Peale pakkumiste laekumist valitakse tööde teostaja, eelnevalt võiks olla valitud juba omanikujärelevalve teostaja, kes aitab läbi viia hanked ning teostab hiljem järelevalvet tööde teostamise üle. Kui ühistu ei suuda omavahenditest töid finantseerida on vajalik peale tööde maksumuse teadasaamist konsulteerida ka pangaga, et saada täiendavaid vahendeid tööd läbiviimiseks. Kõik rahalised otsused tuleb korteriühistu tasandil läbi arutada ja protokollida. Enamus pangad seavad korteriühistule laenu andmise üheks nõudeks, et korteriühistu koosolekud oleks läbiviidud ja protokollitud panga poolt koostatud protokollide vormi alusel. Kui on soov taotleda erinevaid toetusi (nt Kredex renoveerimistoetus) tuleb arvestada täiendavate bürokratlike nõuetega ning olla valmis suuremaks aja ja närvikuluks.

6. ENERGIAAUDIT LASTEKODU 28 KORTERELAMUS

6.1. Energiaauditi läbiviimine

Hoone energiaauditi koostamiseks on analüüsitud Lastekodu 28 korterelamu piirdetarindeid, tehnosüsteeme, lisaks energia-, gaasi- ja veekulu (tarbimisandmete maht võimaldas koostada energiatarbimise bilansi täisaastale, mis algab 01.07.2016 ja lõpeb 30.06.2017). Täpne info lisatud tabelina lisadesse.

Tabel 3. 01.07.2016 – 30.06.2017 aasta soojusbilanss

Piire	Q piire MWh (Arvutuslik)	Q õhuvahetus MWh (Arvutuslik)	Q soojavee ettevalmistamine MWh (Arvutuslik)	Q kogukulu MWh (Mõõdetud ja normaalaastale taandatud))
Palkidest välisseinad	6,5	-	Soe tarbevesi valmistatakse gaasikatla ja elektriboileri abil	64,4
Paekividest otsasein	3,4	-		
Korterite aknad	11,1	-		
Koridoride seinad	3,8	-		
Koridoride ukсед	2,4			
Katuslagi	3,7			
Keldri vahelagi	5,9			
Räästäärsed vahelagede ribad	0,9			
Räästäärsed vertikaalsed seinte ribad	0,7			
Külmasillad	7,0			
Kokku	45,4	14,1	4,9	
Kokku	64,4			

Ülevaatus tugineb insenertehnilistel mõõdistustöödel, hoone projektdokumentatsioonil ja Lastekodu 28 elanike küsitlemisest saadud info põhjal.

Auditeerimine on läbi viidud kolmeastmelisena:

- hoone lähteandmete kogumine hoone elanike abil (üldandmed, energiatarve)
- hoone inspekteerimine ja täiendavate soojustehniliste mõõtmiste läbiviimine kohapeal
- kogutud andmete põhjal insenertehniliste ja majanduslike arvutuste sooritamine, tulemiks auditiraport

Tabel 4. Erinevateks mõõtmisteks/hinnangute andmiseks kasutati

nr	Seadme nimetus	Seadme tüüp	Tehnilised andmed
1	Infrapunatermomeeter TM - test	IR230	Optiline eraldus: 30:1 Temperatuuri ala: -50°C...1000 °C
2	Anemomeeter	TESTO 425	Tuulekiirus: 0 ... 20m/s -20 to 0 -20 °C 0 ... + 70 °C
3	Digitaalne niiskuse ja temperatuuri mõõtja	Stix621C	Temperatuur: -20...+60 °C ; 10 %...90 % RH
4	Termo – hügro – CO ₂ mõõtja	TES – 1370A	-20...+100 °C 10 %...95 % RH 0 ... 6000 ppm
5	Temperatuuri ja niiskuse logerid	Velleman DVM171THD	

Energiaauditi raporti tulemiks on kolm renoveerimispaketti, millede hulgast saab korteriühistu valida oma rahalisi võimalusi arvestades sobiva variandi. Pakettides toodud meetmete rakendamisel on lisaks soojusenergia kulu vähenemisele lisaväärtuseks sisekliima paranemisest tingitud inimeste heaolu paranemine. Kasvab ka hoone turuväärtus. Pakettides loetletud meetmete koosrakendamine on vajalik, kuna meetmetel on omavaheline koosmõju. [11]

6.2. Audit teostaja poolt pakutud hoone renoveerimispakettide analüüs

6.2.1. Pakett nr 1 tutvustus

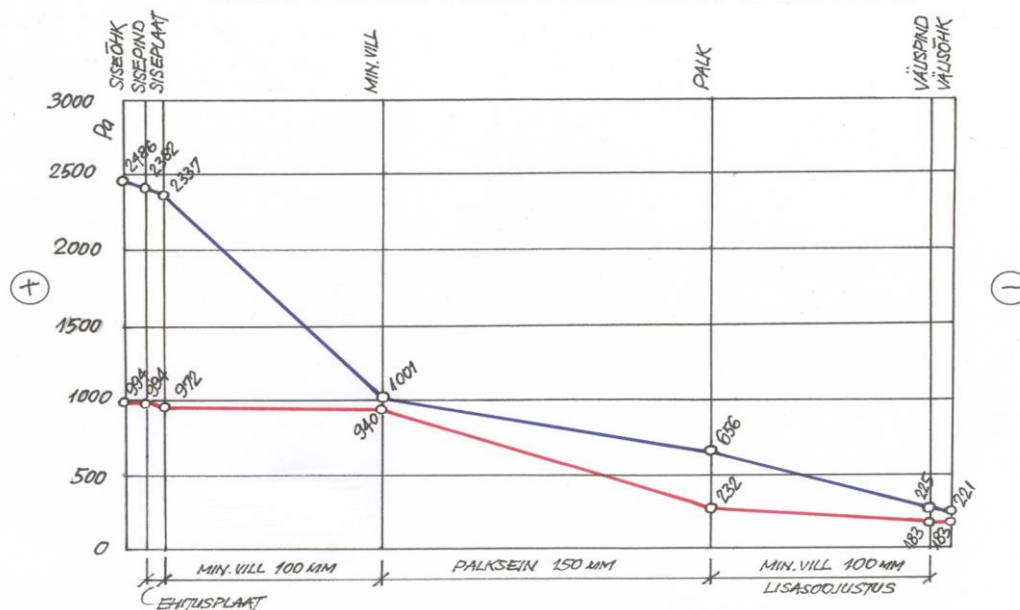
Soojustatakse kõik välisseinad, ka keldriseinte maapealsed osad, lisaks on ette nähtud koridori seinte soojustamine (joonis 10). Ehitatakse mehaanilise ergutusega väljatõmbesüsteem, paigaldades väljatõmbeavadesse väljatõmbeventilaatorid ja eluruumide välisseintesse värske õhu klapid. Ventilatsiooni renoveerimine on igal juhul vajalik siseõhu kvaliteedi tagamiseks. Mehaanilise ergutusega väljatõmbe (Paketid nr 1 ja 2) ehitamine tagab vajaliku õhuvahetuse, kuid on energiat raiskav, kuna väljatõmmatava õhu asemele sisseimetav õhk tuleb küttesüsteemiga üles soojendada. Mehaanilise ventilatsiooni energiasäästu ei ole näidatud, sest see on antud juhul miinusemärgiga (arvutuslik energiakulu kasv võrreldes olemasoleva olukorraga on $\approx 16,6$ MWh/a). Selle rajamise eesmärgiks ei ole energiasääst, vaid sisekliima tagamine. Keldriseinte soojustamine on ette nähtud, et lõigata ära külmasilda keldri vahelae tsoonis ja ka arhitektuursetel kaalutlustel, et keldri vahelae kohale ei tekiks välisfassaadil hoonele ebatüüpilist suurt astet. [11]

Tabel 5. pakett nr 1 maksumus

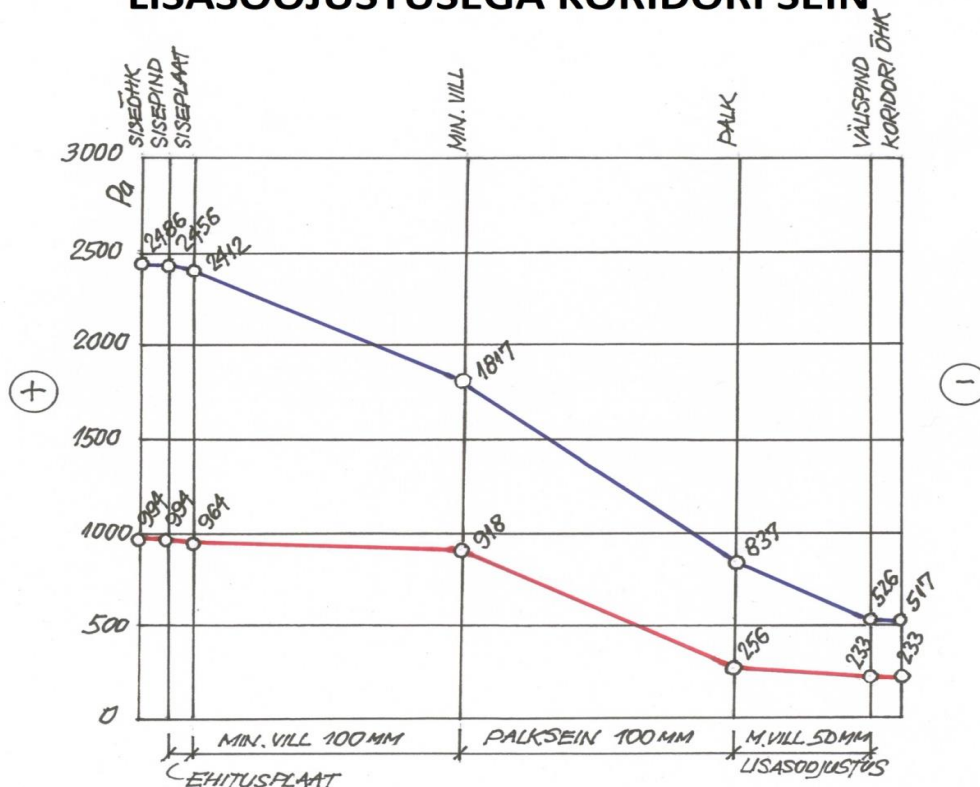
Piire või tehnosüsteem	Meetme maksumus kokku €	Energiasäästuga saavutatav kokkuhoid € aastas	Lihttasuvusaeg aasta	Eluiga aasta
Välisseinte soojustamine	36 500	-	-	50
Koridoriseinte soojustamine	5 500	-	-	50
Keldriseinte soojustamine	3 900	-	-	50
Mehaanilise ergutusega väljatõmbeventilatsiooni ehitamine	6 300	-	-	30
Kokku	52 200	-692	-	

Allikas: Korterühistu Lastekodu tn 28 energiaauditi aruanne, töö nr. 17E-044.01, OÜ Nivoo Projekt, 2018.

LISASOOJUSTUSEGA VÄLISSEIN VARIANT 1



LISASOOJUSTUSEGA KORIDORI SEIN



- küllastusrõhk
- niiske õhu veeauru osarõhk

Joonis 10. Niiskustehniline olukord peale soojustamist (pakett 1)

Allikas: Korterühistu Lastekodu tn 28 energiaauditi aruanne, töö nr. 17E-044.01, OÜ Nivoo Projekt, 2018.

Graafikutelt on näha, et teoreetiliselt piisab ka välisseinte 100 mm lisasoojustamisest. Selleks, et niiske õhu veeauru küllastusrõhk hoida küllastusrõhust madalamal, kuid seda õige napilt. Võimalike ehitusvigade korral võib olukord muutuda. Seetõttu on vajalik 150 mm lisasoojustamine, kuid lõplikult selgub vajadus projekteerimise käigus, kui konstruktsioon on täpsemalt määratud.

6.2.2. Pakett nr 2 tutvustus

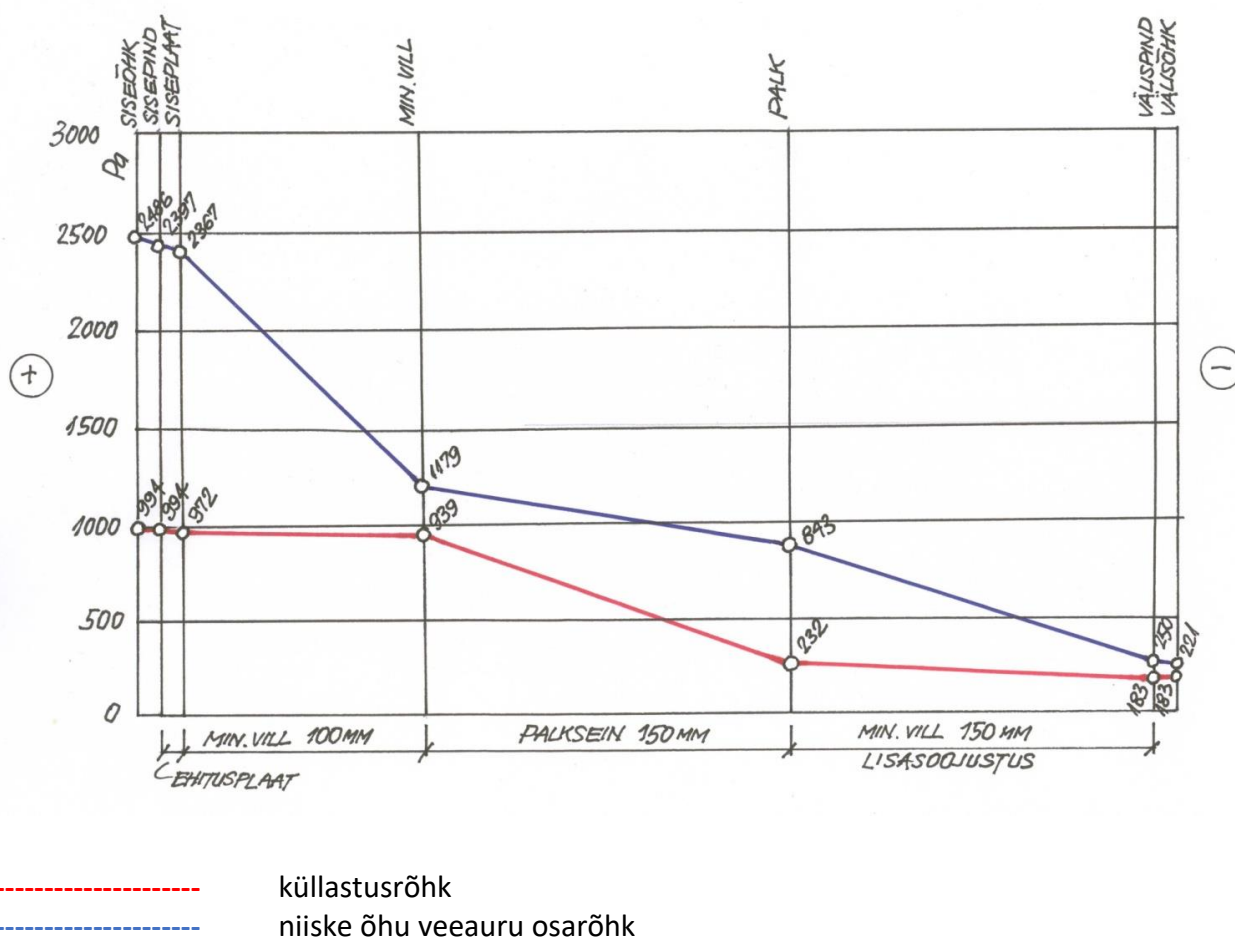
Sama, mis esimene pakett, lisaks kõigi köetavate ruumide akende asendamine soojapidavamate akendega, paigaldades need lisasoojustusega ühte tasapinda. [11]

Tabel 6. pakett nr 2 maksumus

Piire või selle osa	Meetme maksumus kokku € (EEK)	Energiasäästuga saavutatav kokkuhoid € aastas	Lihttasuvusaeg aasta	Eluiga aasta
Välisseinte soojustamine	36 500	-	-	50
Koridoriseinte soojustamine	5 500	-	-	50
Keldriseinte soojustamine	3 900	-	-	50
Korterite akende asendamine	13 500	-	-	50
Mehaanilise ergutusega väljatõmbeventilatsiooni ehitamine	6 300	-	-	30
Kokku	65 700	-494	-	-

Allikas: Korterühistu Lastekodu tn 28 energiaauditi aruanne, töö nr. 17E-044.01, OÜ Nivoo Projekt, 2018.

LISASOOJUSTUSEGA VÄLISSEIN VARIANT 2



Joonis 11. väliseina niiskustehniline olukord lisades min.vill 150mm

Allikas: Korterühistu Lastekodu tn 28 energiaauditi aruanne, töö nr. 17E-044.01, OÜ Nivoo Projekt, 2018.

6.2.3. Pakett nr 3 tutvustus

Sama, mis teine pakett, kuid mehaanilise väljatõmbeventilatsiooni asemel on ette nähtud soojustagastusega väljatõmbe-sissepuhkeventilatsioon, paigaldades korteripõhised ventilatsiooniseadmed. Soojustagastusega väljatõmbe-sissepuhkesüsteemi ehitamise korral on rootorsoojusvahetajaga seadme temperatuurikasutegur $\approx 80\%$. Sellise ventilatsioonisüsteemi ehitamine toimivas elamus on küllaltki tülikas, kuid siiski ekspluatatsioonis vastuvõetavaid ja töökindlaid lahendusi. Ventilatsiooniseadmed on korteripõhised, ligikaudselt mõõtmetega 600x300x900 mm. Seadmete paigaldamisel tuleb arvestada tekkiva müraga ja selle summutamise võimalustega. Värske õhu haaramiseks tuleb väliseina ehitada õhuhaardeava, väljapuhutav õhk

juhatakse võimaluse korral olemasolevatesse ventilatsioonilööridesse. Korterisisesed õhukanalid piirduvad lagede alla paigaldatavate ≈ 100 mm läbimõõduga torudega. Vajalik on eelneva ventilatsiooniprojekti koostamine. [11]

Tabel 7. pakett 3 maksumus

Piire või selle osa	Meetme maksumus kokku € (EEK)	Energiasäästuga saavutatav kokkuhoid € aastas	Lihttasuvusaeg aasta	Eluiga aasta
Välisseinte soojustamine	36 500	-	-	50
Koridoriseinte soojustamine	5 500	-	-	50
Keldriseinte soojustamine	3 900	-	-	50
Korterite akende asendamine	13 500	-	-	50
Mehaanilise ergutusega soojustagastusega korteripõhiste seadmetega ventilatsioonisüsteemi ehitamine	20 000	-	-	30
Kokku	79 400	534	149	-

Allikas: Korterühistu Lastekodu tn 28 energiaauditi aruanne, töö nr. 17E-044.01, OÜ Nivoo Projekt, 2018.

Märkused:

Maksumused tabelites nr 5-7 on antud koos käibemaksuga eurodes.

Maksumuse arvutamise aluseks on võetud:

Elektri hind 0,125 €/kWh (koos võrguteenusega)

Gaasi hind 0,4 €/m³ (koos võrguteenuse ja aktsiisiga)

Gaasi kütteväärtuseks on võetud 9,3 kWh/m³ ja katla kasuteguriks 95 %

Halupuude hind 40 €/rm

Halupuude kütteväärtuseks on võetud 1500 kWh / rm ja ahjude kasuteguriks 60 %

Saavutatava energiasäästu arvutamisel on aluseks võetud saavutatavad tasakaalutemperatuurid.

6.3. Kokkuvõtted ja järeldused renoveerimispakettidest

6.3.1. Ülevaateks olemasolev olukord

Soojusenergia

Välispiirete energiakadu	-	45,4 MWh/a
Õhuvahetuse energiakadu	-	14,1 MWh/a
Sooja tarbevee energiakadu	-	4,9 MWh/a
Kokku	-	64,4 MWh/a
Elektrienergia	-	21,335 MWh/a
Looduslik gaas	-	43,273 MWh/a
Küttepuid	-	37,5 MWh/a

Kaalutud energiaerikulu = **235 kWh/m²** (vastab energiatõhususarvu klassile F)

Tasakaalutemperatuur enne renoveerimist: = **17,0 °C**

6.3.2. Pakett nr 1

Välispiirete energiakadu	-	42,6 MWh/a
Ventilatsiooni energiakadu	-	30,7 MWh/a
Sooja tarbevee energiakadu	-	4,9 MWh/a
Kokku	-	78,2MWh/a
Elektrienergia	-	21,992MWh/a
Looduslik gaas	-	52,5MWh/a
Küttepuid	-	45,5MWh/a

Kaalutud energiaerikulu = **269 kWh/m²** < 280 kWh/m² (vastab energiatõhususarvu klassile F)

Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist: **17,7 °C**

6.3.3. Pakett nr 2

Välispiirete energiakadu	-	39,8 MWh/a
Ventilatsiooni energiakadu	-	28,9 MWh/a
Sooja tarbevee energiakadu	-	4,9 MWh/a
Kokku	-	73,6 MWh/a
Elektrienergia	-	21,992 MWh/a
Looduslik gaas	-	49,5 MWh/a
Küttepuid	-	42,9 MWh/a

Kaalutud energiaerikulu **259 kWh/m²** < 280 kWh/m² (vastab energiatõhususarvu klassile F)

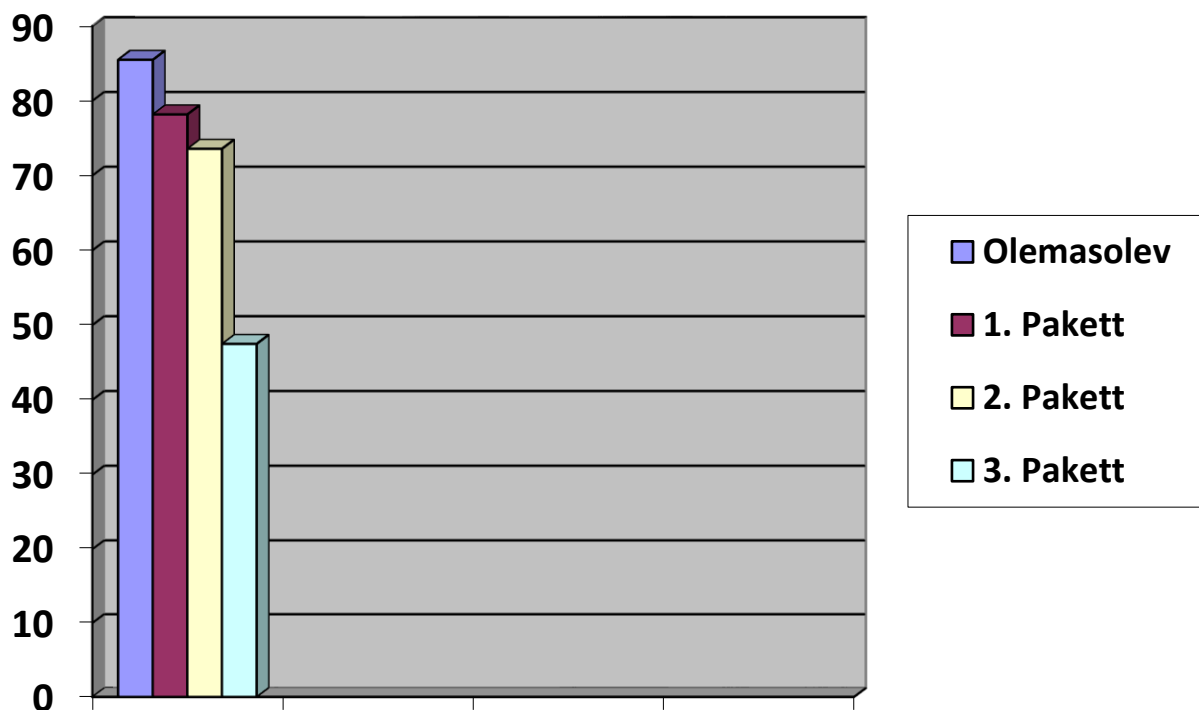
Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist: **17,5 °C**

6.3.4. Pakett nr 3

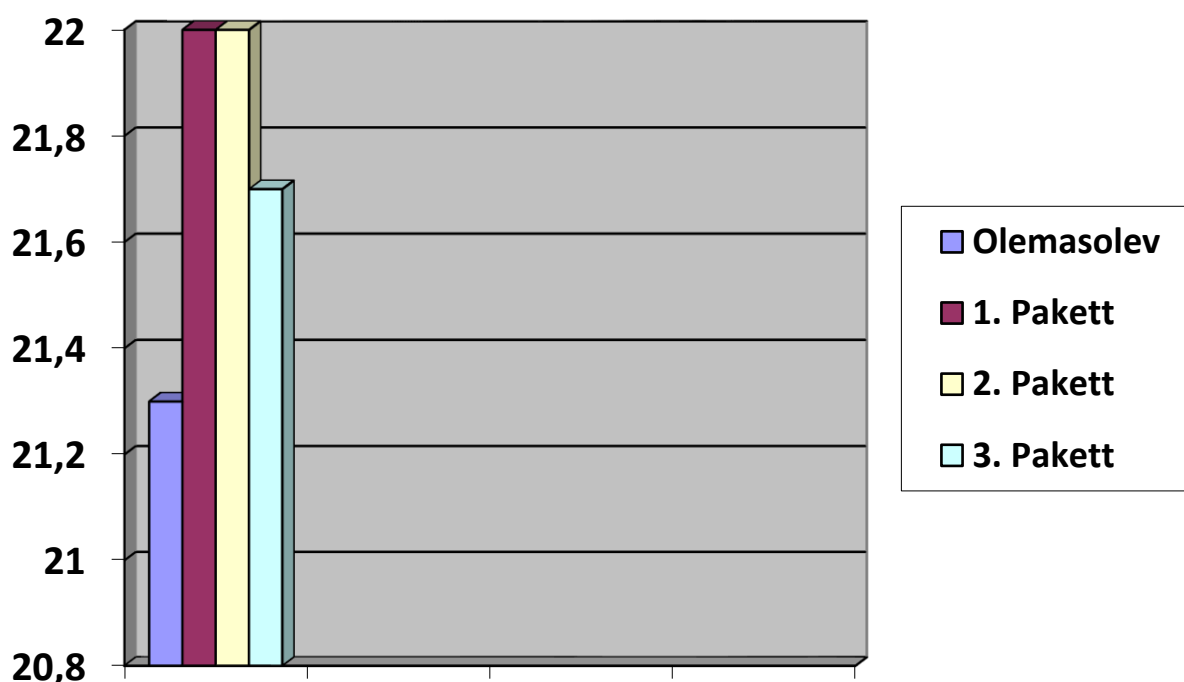
Välispiirete energiakadu	-	35,3 MWh/a
Ventilatsiooni energiakadu	-	7,3 MWh/a
Sooja tarbevee energiakadu	-	4,9 MWh/a
Kokku	-	47,5 MWh/a
Elektrienergia	-	23,087 MWh/a
Looduslik gaas	-	31,9 MWh/a
Küttepuid	-	27,7 MWh/a

Kaalutud energiaerikulu = **204 kWh/m²** < 220 kWh/m² (vastab energiatõhususarvu klassile E)

Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist: **16,0 °C**



Joonis 12. Soojusenergia kulu MWh/a



Joonis 13. Elektrienergia kulu MWh/a

Renoveerimise pakettide põhieesmärgiks on tervisliku sisekliima garanteerimine ja ehituskonstruksioonidele kahjuliku sisesoojustuse mõju neutraliseerimine. Elamu põhiliselt korteripõhiste kütelahenduste tõttu on tavaliste kortermajade juures levinud soojuspumpade ja päikesepaneelide kasutamine kallid, sest ümberhituse maht kujuneks liiga suureks. Ruumides mõõdetud CO₂ kontsentratsioon ei näidanud küll siseõhu halba seisundit, kuid erinevate ilmastikutingimuste juures võivad siseõhu näitajad ka märgatavalt halvemad olla. Näiteks tuulevaikse suvise kuumuse korral on õhuvahetus minimaalne. Energiasäästumeetmeid rakendades on tingimata vaja tagada ruumide normaalne õhuvahetus tervisliku sisekliima saavutamiseks. Seda saavutab vaid mehaaniline ventilatsioon. Piisav õhuvahetus hoiab ka siseõhu suhtelise niiskuse madalamal tasemel, mis on oluline välispiirete niiskusrežiimi seisukohast. Korteriõhiste seadmetega ventilatsioon annab võimaluse õhuhulkasid reguleerida vastavalt tegelikule olukorrale – näiteks õhuhulkade vähendamine ruumidest eemaloleku korral. [11]

Tööde ajal kestvust on keeruline lõpuni täpselt hinnata, kuid konsulteerides võimalike tulevaste ehitajatega pakkusid nad fassaadi renoveerimistööde kestvuseks 35-40 tööpäeva (6 meheline brigaad). Fassaadi renoveerimistööde lõppjärgus on võimalik alustada akende vahetuse ning aknapõskede taastamisega. Kogu maja akende vahetuse ajaliseks kestvuseks pakkus paigaldaja 4-

6 tööpäeva (see ei hõlma endas aknapõskede taastamist). Majasiseseid ventilatsiooni paigaldustöid saab teostada paralleelselt välitöödega, olenevalt valitud ventilatsioonitüübist tuleb aga võib-olla oodata siseseinte soojustamise täieliku lõppu. Tulenevalt sellest kas valitaks osutub mehaaniline väljatõmbeventilatsioon (paketid 1 ja 2) või soojustagastusega väljatõmbe-sisepuhkeventilatsioon (pakett 3) sõltub ka tööde ajaline kestvus ja maht. Otsustades soojustagastusega väljatõmbe-sisepuhkeventilatsioon kasuks, majasiseste tööde maht tõuseb. Keeruline on just ventilatsiooniagregaatide paigaldamiseks optimaalse koha leidmine. Majas puudub hea koht esimese korruse korterite ventilatsiooniagregaatide paigaldamiseks. Ventilatsiooniagregaadid tekitavad müra ja magamistoa kõrval ei ole parim koht agregaaadi paigaldamiseks ning paigaldades need korterist kaugemale on vaja vedada pikad liinid torusid. Täpne tööde kestvus enne ventilatsioonipaketi valikut hetkel teadmata. Juhul kui tööde teostamiseks vajalikud materjalid on õigeaegselt kohal ning sellest tulenevalt ei teki tööseisakuid, ei tohi ära unustada, et tööde käigus tuleb ikka välja ootamatusi, mida ei ole võimalik ette näha. Oma aja võtab ka projekteerimine ning paberimajandus. Eelkirjeldatust lähtuvalt ning enda teadmiste teetudes hindan ehitustööde kestvuseks ligikaudu 50 tööpäeva.

Ükski kolmest paketest ei ole puhtalt majanduslikult mõeldes otstarbekas. Esimese kahe renoveerimispaketi tagajärjel tasakaalutemperatuur hoopis tõuseb, ehk kütta tuleb rohkem, Seda siis tulenevalt sellest, et mehaaniline ventilatsioon kulutab töötamiseks energiat ja väljast tulev jahe õhk vajab täiendavat soojendamist. Kulud jäävad kokkuvõttes samaks või hoopis tõusevad. Kui algselt nimetasin töös pakette säästupakettideks, siis tegelikult ei ole see korrektne ning hiljem töö käigus sõnastasin need ümber renoveerimispakettideks. Esmane eesmärk on kõigepealt sisemise soojustuse kahjuliku mõju neutraliseerimine. Kui alati head lahendust ei olegi, siis antud hetkel on maja väline lisasoojustamine võimalik, aidates ühtlasi neutraliseerida juba varasemaid ehitustehnilisi vigu. Säästu pole selletõttu, et normide kohane õhuvahetus sööb säästu lihtsalt ära. Kui arvutustes on aluseks võetud, et ventilatsiooniagregaadid töötavad koguaeg, siis päriselus on võimalik korteripõhiseid agregaatide ka reguleerida või vajadusel välja lülitada. Samas aitab renoveerimine tagada normaalse sisekliima ning tagab hoone pikaajalise säilimise. Inimeste tervist ja heaolu aga ei olegi võimalik rahasse ringi arvutada. Lisaks ei saa unustada ka esteetilist väärtust ning seda, et visuaalselt heas korras hoones asuvad korterid on vajaduse korral lihtsam realiseerida.

Kas kõik ühistu liikmed on suuremahuliste renoveerimistöödega nõus, teades et peale renoveerimistööde lõppu paraneb küll sisekliima ja hoone üldine välimus, aga küttekulud jäävad samasse suurusjärku ning mingit suurt säästu kogukulude vähenemise arvelt peale tööde lõppu ei

ole oodata, on juba omaette küsimus. Kui raha on lihtne kokku lugeda, siis head sisekliimat rahasse ringi arvutada on oluliselt keerulisem. Kõige raskemaks kujunebki arvatavasti ühistusisene selgitustöö, et hea sisekliima on oluline ja tervise arvelt ei saa kokku hoida.

Rääkides tööde rahastamisest Lastekodu 28 näitel siis hetke arvestuste kohaselt on ühistu võimeline omavahenditest rahastama töid esimese renoveerimispaketti ulatuses. Isiklikult kaldun aga teise renoveerimispaketti poole, seda põhjusel, et elamu aknad on vahetatud erinevatel aegadel ning korterite 1 ja 2 aknad on amortiseerunud ning vajavad kindlasti vahetamist. Teostades töid üheaegselt fassaaditöödega ning vahetades välja kogu elamu aknad saaksime tingida aknaruudu maksumust allapoole ning sellest võidaks kokkuvõttes ka hoone üldine väljanägemine. Pakett nr 3 minu hinnangul ennast ei õigusta, seda siis kahel põhjusel. Esiteks on tööde maksumus suur ning loodetav tulu väike. Teiseks tulenevalt elamu ruumiprogrammist on ette näha raskusi ventilatsiooniagregaatide ja õhutuslõõride paigutamiseks. Eelkirjeldatust lähtuvalt plaanin ühistu üldkoosolekul anda oma hääle renoveerimispaketile nr 2. Lõpliku otsuse, millise renoveerimispaketti valime ja kas sellest tulenevalt vajame ka täiendavaid vahendeid tööde läbiviimiseks, sõltub juba korteriühistu üldkoosoleku otsusest.

Hoone üldiseloomustusena võib öelda, et hoone on kompaktne liigendusteta elamu. Olemasolevas olukorras on hoone normaalaastale taandatud soojusenergia kulu 64,4 MWh/a. See on rahuldav number, kuid see on saavutatud ebaotstarbeka soojustuse paigutuse ja ebapiisava õhuvahetuse arvelt. [11]

KOKKUVÕTE

Uurimustöö teema sai valitud tulenevalt isiklikest vajadustest ning soovist korteriühistu liikmena aidata ühistul teha läbimõeldud otsuseid. Ühistul on olemas vahendid ja soov korterelamu renoveerimiseks. Sellest tulenevalt saigi töö eesmärgiks leida optimaalsed lahendused Lastekodu tn 28 nn Lenderi tüüpi korterelamu renoveerimiseks. Minu jaoks seisnebki selle uurimustöö väärtus selles, et uurimustöö tulemuse saab edukalt praktikas rakendada.

Korterelamu on ehitatud 1914. aastal ja oma eluea jooksul näinud erinevaid meistrimehi ning kuna eelnevad renoveerimistööd on läbiviidud ilma suurema analüüsita, tagajärjeks välisseinte halb niiskustehniline seisukord, siis seekord oli kindel soov samu vigu mitte korrata ning leida võimalused juba tekkinud olukorra parandamiseks.

Esimese sammuna alustasin õigusruumi analüüsiga, et teha endale selgeks praegused mängureeglid. Sooviks mõista millised on hetkel kehtivad regulatsioonid ning mis on nende regulatsioonide tekkimise põhjused. Töö esimene osa ongi teoreetilist laadi ja kirjeldab kehtivat õigusruumi, räägib üldisemalt hoonete energiatõhususest ja energiatõhususe potentsiaalset tervikuna. Lisaks tutvustab energiamärgise väljastamise aluseid ning energiamärgisega seonduvat üldisemalt. Teoreetiline osa lõpeb energiaauditi olemuse kirjeldusega.

Töö teine osa on praktiline uurimus, kus kaardistan põhjalikult Lastekodu tn 28 korterelamu hetkeseisu ning kirjeldan energiaauditi läbiviimiseks vajalike andmete kogumist. Lastekodu tn 28 korteriühistu näitel räägin ettevalmistus- ja renoveerimistööde planeeritavast järjestusest. Sellel järgneb audit teostaja poolt pakutud kolme renoveerimispaketi tutvustus ja põhjalik pakettide analüüs.

Kui algselt nimetasin töös renoveerimispakette säästupakettideks, siis arvutuste käigus tuli välja, et see ei ole korrektne. Seda siis põhjusel, et märgatavat energiasäästu välise soojustamisega ei saavuta, ühtlasi on esmaseks eesmärgiks siiski sisemise soojustuse kahjuliku mõju neutraliseerimine. Lihtsustatult võib öelda, et säästu pole selletõttu, et normide kohane õhuvahetus sööb säästu lihtsalt ära. Välise lisasoojustuse mõju nullib ära väljast võetud värske õhk, mis vajab täiendavat soojendamist. Hea on see, et maja väline lisasoojustamine on võimalik ja koostöös ventilatsioonisüsteemi renoveerimisega aitab see tagada ka normaalse sisekliima, mis omakorda tagab normaalse välispiirete niiskusrežiimi ja neutraliseerib varasemad ehitusvead. Mina plaanin ühistu üldkoosolekul anda oma hääle renoveerimispaketile nr 2. Lõpliku otsuse, millise

renoveerimispaketti valime ja kas sellest tulenevalt vajame ka täiendavaid vahendeid tööde läbiviimiseks, sõltub juba korteriühistu üldkoosoleku otsusest. Kuidas ka ühistu üldkoosolek ei otsustaks on selle töö tulemiks reaalne lahendus, mis aitab tagab normaalse sisekliima ja hoone pikaajalisuse. Eelkirjeldatust lähtuvalt leian, et uurimustöö täitis seatud eesmärgid.

SUMMARY

PARTLY RENOVATING A LENDER TYPE APARTMENT BUILDING ON THE EXAMPLE OF LASTEKODU 28

Uku Lauri

Language: Estonian

Pages: 57

References: 15

Figures: 17

Tables: 7

Appendixes: 7

Keywords: Lender type apartment building, energy performance certificate, energy audit, energy efficiency of buildings

The topic of research was chosen on the basis of individual needs and a desire to help out as a member of the apartment association to make well-considered decisions. The apartment association has means and a desire to renovate the apartment building. As a result, the aim of the work was to find optimum solutions for renovating Lastekodu 28, a Lender type apartment building. For me, the value of this research is that the result of the research can be successfully implemented in practice.

The apartment building was built in 1914, and during its lifetime, saw various workers and as previous renovations have been carried out without analysis, this resulted in a poor moisture technical state of the exterior walls. This time it was my firm desire not to repeat the same mistakes and to find ways of improving the situation that has already arisen.

As a first step, I started with an analysis of the legal area in order to educate myself about what are the current legal rules in Estonia. I wanted to understand what the current regulations are, and what are the reasons for these regulations. The first part of the work is of a theoretical nature and describes the current legal area, generally speaking about the energy efficiency of buildings and the potential for energy efficiency as a whole. In addition, it introduces the bases for issuing an energy performance certificate and energy performance certificate related issues in general. The theoretical part ends with a description of the nature of the energy audit.

The second part of the work is a practical study in which I will map out the current situation of the Lastekodu 28 apartment building and describe the collecting of data necessary for carrying out the energy audit. On the example of the Lastekodu 28 apartment association, I am talking about the

planned sequence of preparation and renovation works needed to carry out the whole renovating process. This is followed by an introduction of the three renovation packages, offered by the energy auditor and a comprehensive analysis of these packages.

When initially I called renovation packages as energy saving packages, the calculations showed that it was not correct. This is due to the fact that adding external insulation does not achieve significant energy savings and the primary objective has always been to neutralize the harmful effects of internal insulation. Simply put, there is no cost savings due to the fact that the air exchange that meets the standards cancels out savings given by the extra layer of insulation, the fresh air taken from outside requires additional heating. The good thing is that the external insulation of the house is possible and, in cooperation with the renovation of the ventilation system, it also helps to ensure a normal indoor climate, which in turn ensures the normal levels of humidity in the external borders and neutralizes the previous construction faults. At a general meeting of the apartment association I am planning to give my vote to renovation package No.2. The final decision on which renovation package will be chosen and, as a consequence, do we need additional resources for carrying out the work, is already dependent on the decision of the general meeting of the apartment association. Whatever the verdict will be, this work resulted in real solutions that will help to ensure the normal indoor climate and the long-term nature of the building. Based on the foregoing, I find that the research has met the goals that were set.

VIITED

1. Allikmaa, A., Kalamees, T., Kurnitski, J., Kuusk, K., Pikas, E., Tark, T., Uutar, A. (2013). Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuring. Hoonefondi energiatõhususe parandamine – energiasääst, ühikmaksumused ja mahud. — *Energiatalgud.ee veebikeskond*. [WWW] https://energiatalgud.ee/img_auth.php/5/51/ENMAK_2030_Hoonete_energias%C3%A4stpotentsiaali_uuring.pdf (09.01.18).
2. Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings. – Euroopa Liidu Teataja. [WWW] <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32002L0091> (09.01.18).
3. **Eesti Arhitektuurimuuseum, Tallinna Kultuuriväärtuste Amet.** (2015). *Tallinna puitarhitektuur*. (2. tr). Tallinn: Eesti Arhitektuurimuuseum, Tallinna Kultuuriväärtuste Amet. 400 lk.
4. Ehitusseadus, Riigikogu. Vastu võetud 15.05.2002. – RT I 2002, 47, 297. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/12926869> (09.01.18).
5. Ehitusseadustik, Riigikogu. Vastu võetud 11.02.2015. – RT I, 03.03.2017, 2. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/103032017002> (09.01.18).
6. Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2010/31/EL, 19. mai 2010, hoonete energiatõhususe kohta. – Euroopa Liidu Teataja, L 153/13. [WWW] <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=celex%3A32010L0031> (09.01.18).
7. Hoonete energiatõhusus. – *Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium*. [WWW] <https://www.mkm.ee/et/eesmargid-tegevused/ehitus-ja-elamumajandus/hoonete-energiatohusus> (09.01.18).
8. Hoone energiatõhususe arvutamise meetodika, majandus- ja taristuminister. Vastu võetud 05.06.2015 nr 58. – RT I, 09.06.2015, 21. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/109062015021> (09.01.18).
9. Hoone energiatõhususe miinimumnõuded, majandus- ja taristuminister. Vastu võetud 03.06.2015 nr 55. – RT I, 28.02.2017, 2. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/128022017002> (09.01.18).
10. Hoonete energiaklassid. – *Tehnilise Järelevalve Amet*. [WWW] <https://www.tja.ee/et/valdkonnad/ehitised-ja-ehitamine/hoonete-energiaklassid> (09.01.18).

11. Korterühistu Lastekodu tn 28 energiaauditi aruanne , töö nr. 17E-044.01, OÜ Nivoo Projekt, 2018.
12. Lastekodu tn 28 asuva elamu ümberehituse eelprojekt, töö nr. A004, Happy House OÜ, 2004.
13. Mis on energiaaudit? – *Sihtasutus KredEx*. [WWW]
<http://www.kredex.ee/energiatohususest/mis-on-energiaaudit/> (09.01.18).
14. Nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele, majandus- ja taristuminister.
Vastu võetud 30.04.2015 nr 36. – RT I, 07.10.2016, 4. [WWW]
<https://www.riigiteataja.ee/akt/107102016004> (09.01.18).
15. Sisekeskkonna algandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks, lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust mugavusest, valgustusest ja akustikast. (2007).
Standardsed kvaliteedinõuded : Eesti standard EVS-EN 15251:2007. Tallinn :
Standardiamet.

LISAD

Lisa 1: Elektri, vee, gaasi ja puude tarbimine (01.07.2016 kuni 30.06.2017)

		ühik
Soojatarbimine (soojusvõrgust)	-	MWh
Tarbevesi	474	m ³ /aastas
Sellest soe tarbevesi	142	m ³ /aastas
Energia kulu vee soojendamiseks (k.a. kaod)	8,2	mWh/aastas
Tarbevee erikulu	-	liitrit/ööp. in
Vee soojendamise maksumus	-	EEK/aastas
Kütus. Maagaas.	4653	m ³ / aastas
Kütteväärtus	9,3	kWh / M ³
Kütus. Halupuud	25	rm/aastas
Kütteväärtus	1500	kWh/rm
Arvutuslik soojustarbimine (gaas + puud)	80,8	MWh/aastas
Kraadipäevade arv	3963	
Kraadipäevade korrigeeritud soojatarbimine	82,5	MWh/aastas
Elektrienergia tarbimine	10,74	MWh/aastas
Eritarbimine	22,1	kWh/m ²

Lisa 2: Välisseinte ja korterite koridoriseinte niiskustehniline toimivuse arvutuskäigud

Palkvälisseinad (olemasolev olukord)

		R	Δt	t	P_{sat}	$\delta \times 10^{-12}$	$Z_p \times 10^9$	ΔP	P
		$\text{m}^2\text{K/W}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	Pa	Kg/msPa	$\text{m}^2\text{sPa/kg}$	Pa	Pa
1	SISEÕHK			+21	2486				994
2	SISEPIND	0,13		+19,9	2323				994
3	SISEPLAAT	0,06				28	0,46	23	
				19,4	2252				971
4	MINERAALVILL	2,50				145	0,69	35	
				-2,4	500				936
5	PALK	1,15				10	15	753	
6	VÄLISPIND	0,04		-11,5	227				183
7	VÄLISÕHK			-11,8	221				183
	KOKKU	3,88					16,15		

Allikas: Korteriühistu Lastekodu tn 28 energiaauditi aruanne, töö nr. 17E-044.01, OÜ Nivoo Projekt, 2018.

Koridori seinad (olemasolev olukord)

		R	Δt	t	P_{sat}	$\delta \times 10^{-12}$	$Z_p \times 10^9$	ΔP	P
		m ² K/W	°C	°C	Pa	Kg/msPa	m ² sPa/kg	Pa	Pa
1	SISEÕHK			+21	2486				994
2	SISEPIND	0,04		+20,7	2441				994
3	SISEPLAAT	0,06				28	0,46		
				20,3	2382				964
4	MINERAALVILL	2,50				145	0,69		
				+3,0	757				916
5	PALK	0,77				10	10		
6	VÄLISPIND	0,04		-1,7	530				233
7	KORIDORI ÕHK			-2,0	517				233
	KOKKU	3,41					11,15		

Allikas: Korteritühistu Lastekodu tn 28 energiaauditi aruanne, töö nr. 17E-044.01, OÜ Nivoo Projekt, 2018.

Palkvälisseinad isoleeritud 100 mm mineraalvilla kihiga (pakett 1)

		R	Δt	t	P_{sat}	$\delta \times 10^{-12}$	$Z_p \times 10^9$	ΔP	P
		m ² K/W	°C	°C	Pa	Kg/msPa	m ² sPa/kg	Pa	Pa
1	SISEÕHK			+21	2486				994
2	SISEPIND	0,13		+20,3	2382				994
3	SISEPLAAT	0,06				28	0,46	23	
				20,0	2337				972
4	MINERAALVILL	2,50				145	0,69	35	
				+7,0	1001				940
5	PALK	1,15				10	15	753	
				+1,0	656				232
6	MINERAALVILL	2,50				145	0,69		
7	VÄLISPIND	0,04		-11,6	225				183
8	VÄLISÕHK			-11,8	221				183
	KOKKU	6,38					16,84		

Allikas: Korterühistu Lastekodu tn 28 energiaauditi aruanne, töö nr. 17E-044.01, OÜ Nivoo Projekt, 2018.

Palkvälisseinad isoleeritud 150 mm mineraalvilla kihiga (pakett 2)

		R	Δt	t	P_{sat}	$\delta \times 10^{-12}$	$Z_p \times 10^9$	ΔP	P
		m ² K/W	°C	°C	Pa	Kg/msPa	m ² sPa/kg	Pa	Pa
1	SISEÕHK			+21	2486				994
2	SISEPIND	0,13		+20,4	2397				994
3	SISEPLAAT	0,06				28	0,46	23	
				20,0	2367				972
4	MINERAALVILL	2,50				145	0,69	35	
				+7,0	1179				939
5	PALK	1,15				10	15	753	
				+1,0	843				232
6	MINERAALVILL	3,75				97	1,03		
7	VÄLISPIND	0,04		-11,6	250				183
8	VÄLISÕHK			-11,8	221				183
	KOKKU	7,63					17,18		

Allikas: Korterühistu Lastekodu tn 28 energiaauditi aruanne, töö nr. 17E-044.01, OÜ Nivoo Projekt, 2018.

Koridori seinad isoleeritud koridori poolt 50 mm mineraalvilla kihiga

		R	Δt	t	P_{sat}	$\delta \times 10^{-12}$	$Z_p \times 10^9$	ΔP	P
		m ² K/W	°C	°C	Pa	Kg/msPa	m ² sPa/kg	Pa	Pa
1	SISEÕHK			+21	2486				994
2	SISEPIND	0,04		+20,8	2456				994
3	SISEPLAAT	0,06				28	0,46	23	
				20,5	2412				964
4	MINERAALVILL	2,50				145	0,69	35	
				+16,0	1817				918
5	PALK	1,15				10	10,0	753	
				+4,4	837				256
6	MINERAALVILL	1,25				290	0,34		
7	VÄLISPIND	0,04		-1,8	526				233
8	KORIDORI ÕHK			-2,0	517				233
	KOKKU	5,04					11,49		

Allikas: Korterühistu Lastekodu tn 28 energiaauditi aruanne, töö nr. 17E-044.01, OÜ Nivoo Projekt, 2018.

Lisa 3: Piirdetarindite eluruumide ja trepikodade osa hoone erisoojuskadude arvutused (tasakaalutemperatuuride leidmine)

Piirdetarindite eluruumide ja trepikodade osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist

$$\Sigma H = 0,26 \times 246,5 + 0,3 \times 98,8 + 1,7 \times 64,5 + 0,3 \times 181,9 \times 0,7 + 0,234 \times 158 + 0,6 \times 193,6 \times 0,5 + 2,5 \times 13,5 \times 0,7 + 0,3 \times 43 \times 0,7 + 0,3 \times 30,4 \times 0,7 + 70 = 517 \text{ W / } ^\circ\text{C} = 0,517 \text{ kW/}^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest enne hoone renoveerimist:

$$L \times \rho \times c = 0,118 \times 1,2 \times 1000 = 141,6 \text{ W / } ^\circ\text{C} = 0,142 \text{ kW/}^\circ\text{C}$$

Hoone erisoojuskaod:

$$H = 0,517 + 0,142 = 0,659 \text{ kW / } ^\circ\text{C}$$

Kogu vabasoojus hoones korterite 1 m² kohta on 50 kWh/(m²a)

Automaatikaga katlamaja ja termostaatventiilidega küttesüsteemi ning osalise ahjukütte utilisatsioonitegur $\approx 0,5$

Arvestuslik vabasoojus 1 m² kohta: $50 \times 0,5 = 25,0 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas:

$$25,0 \times 485,6 = 12140 \text{ kWh / a}$$

Keskmine vabasoojuskooormus:

$$12140 / (224 \times 24) = 2,26 \text{ kW}$$

Temperatuuri tõus vabasoojuse arvel:

$$2,26 / 0,659 \approx 3,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Keskmine ruumide temperatuur 20,5 °C (ahjukütte puhul kõikuv)

Tasakaalutemperatuur enne renoveerimist: $20,5 - 3,5 = 17,0^\circ\text{C}$. [11]

Peale renoveerimist (pakett nr 1)

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$\Sigma H = 0,16 \times 246,5 + 0,18 \times 98,8 + 1,7 \times 64,5 + 0,21 \times 181,9 \times 0,7 + 0,234 \times 158 + 0,6 \times 193,6 \times 0,5 + 2,5 \times 13,5 \times 0,7 + 0,3 \times 43 \times 0,7 + 0,3 \times 30,4 \times 0,7 + 70 = 398 \text{ W/}^\circ\text{C} = 0,398 \text{ kW } ^\circ\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$L \times \rho \times c = 0,239 \times 1,2 \times 1000 = 0,287 \text{ kW/}^\circ\text{C}$$

Hoone erisoojuskaod:

$$H = 0,398 + 0,287 = 0,685 \text{ kW/}^\circ\text{C}$$

Kogu vabasoojus hoones korterite 1 m² kohta on 50 kWh/(m²a),

Automaatikaga katlamaja ja termostaatventiilidega küttesüsteemi ning osalise ahjukütte utilisatsioonitegur $\approx 0,5$

Arvestuslik vabasoojus 1 m² kohta: $50 \times 0,5 = 25,0 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas:

$$25,0 \times 485,6 = 12140 \text{ kWh/a}$$

Keskmine vabasoojuskooormus:

$$12140 / (224 \times 24) = 2,26 \text{ kW}$$

Temperatuuri tõus vabasoojuse arvel:

$$2,26 / 0,685 \approx 3,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Keskmine ruumide temperatuur $21 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist: $21 - 3,6 = 17,7^{\circ}\text{C}$. [11]

Peale renoveerimist (pakett nr 2)

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$\Sigma H = 0,16 \times 246,5 + 0,18 \times 98,8 + 0,9 \times 64,5 + 0,21 \times 181,9 \times 0,7 + 0,234 \times 158 + 0,6 \times 193,6 \times 0,5 + 2,5 \times 13,5 \times 0,7 + 0,3 \times 43 \times 0,7 + 0,3 \times 30,4 \times 0,7 + 70 = 377,5 \text{ W/}^{\circ}\text{C} = 0,378 \text{ kW/}^{\circ}\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$L \times \rho \times c = 0,228 \times 1,2 \times 1000 \times 0,2 = 273,6 \text{ W / }^{\circ}\text{C} = 0,274 \text{ kW/}^{\circ}\text{C}$$

Hoone erisoojuskaod:

$$H = 0,378 + 0,274 = 0,652 \text{ kW/}^{\circ}\text{C}$$

Kogu vabasoojus hoones korterite 1 m^2 kohta on $50 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

Automaatikaga katlamaja ja termostaatventiilidega küttesüsteemi ning osalise ahjukütte utilisatsioonitegur $\approx 0,5$

Arvestuslik vabasoojus 1 m^2 kohta: $50 \times 0,5 = 25,0 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas:

$$25,0 \times 485,6 = 12140 \text{ kWh/a}$$

Keskmine vabasoojuskooormus:

$$12140 / (224 \times 24) = 2,26 \text{ kW}$$

Temperatuuri tõus vabasoojuse arvel:

$$2,26 / 0,602 \approx 3,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Keskmine ruumide temperatuur 21°C

Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist: $21 - 3,5 = 17,5^{\circ}\text{C}$. [11]

Peale renoveerimist (pakett nr 3)

Piirdetarindite osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$\Sigma H = 0,16 \times 246,5 + 0,18 \times 98,8 + 1,7 \times 64,5 + 0,21 \times 181,9 \times 0,7 + 0,234 \times 158 + 0,6 \times 193,6 \times 0,5 + 2,5 \times 13,5 \times 0,7 + 0,3 \times 43 \times 0,7 + 0,3 \times 30,4 \times 0,7 + 70 = 378 \text{ W/}^{\circ}\text{C} = 0,378 \text{ kW/}^{\circ}\text{C}$$

Õhuvahetuse osa hoone erisoojuskadudest peale hoone renoveerimist:

$$L \times \rho \times c = (0,204 \times 0,2 + 0,024) \times 1,2 \times 1000 \times 0,2 = 78 \text{ W / }^{\circ}\text{C} = 0,078 \text{ kW/}^{\circ}\text{C}$$

Hoone erisoojuskaod:

$$H = 0,378 + 0,078 = 0,456 \text{ kW/}^{\circ}\text{C}$$

Kogu vabasoojus hoones korterite 1 m² kohta on 50 kWh/(m²a)

Automaatikaga katlamaja ja termostaatventiilidega küttesüsteemi ning osalise ahjukütte utilisatsioonitegur $\approx 0,5$

Arvestuslik vabasoojus 1 m² kohta: $50 \times 0,5 = 25,0 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

Kogu hoone arvestuslik vabasoojus aastas:

$$25,0 \times 485,6 = 12140 \text{ kWh/a}$$

Keskmine vabasoojuskoormus:

$$12140 / (224 \times 24) = 2,26 \text{ kW}$$

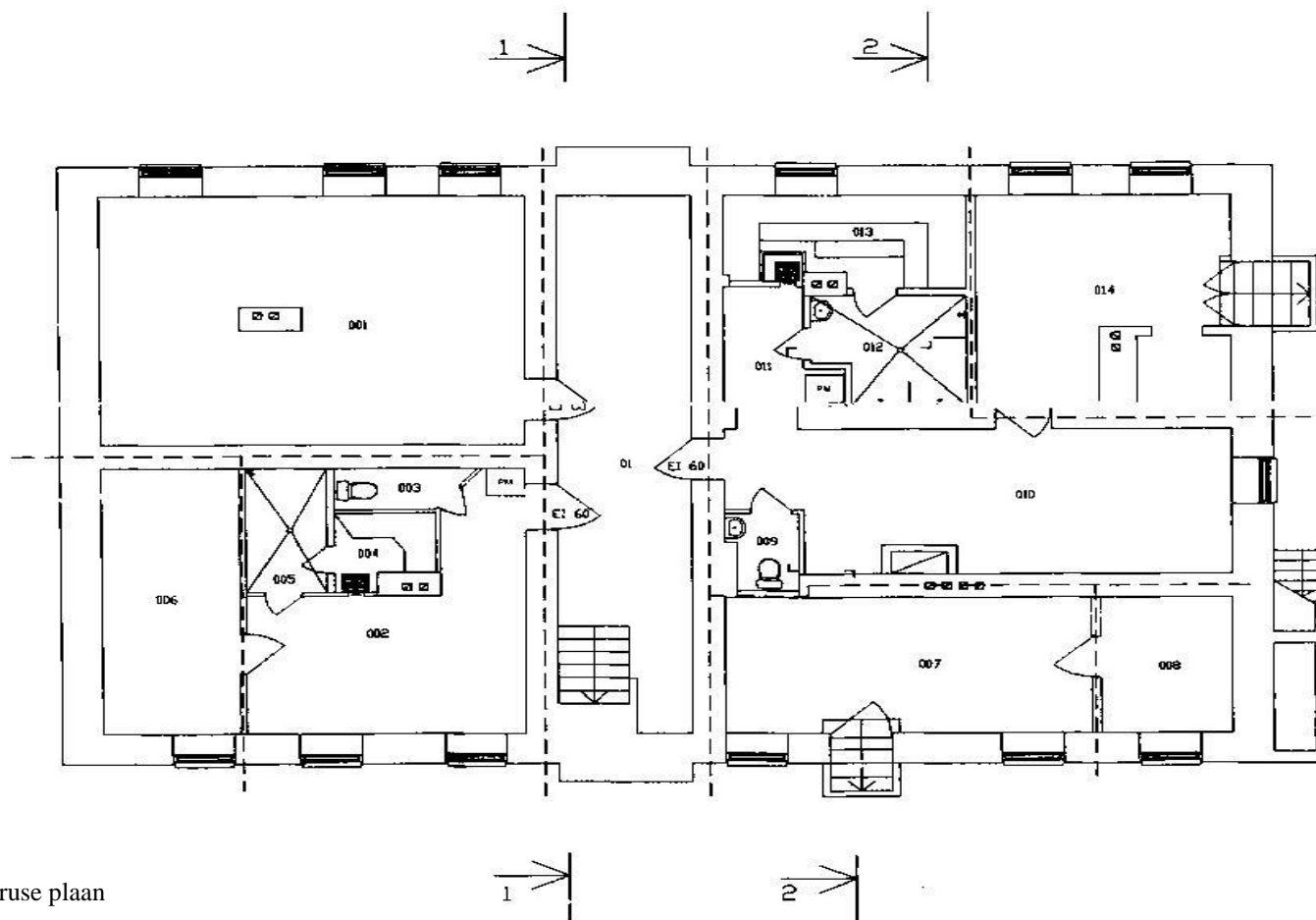
Temperatuuri tõus vabasoojuse arvel:

$$2,26 / 0,456 \approx 5,0^{\circ}\text{C}$$

Keskmine ruumide temperatuur 21⁰C

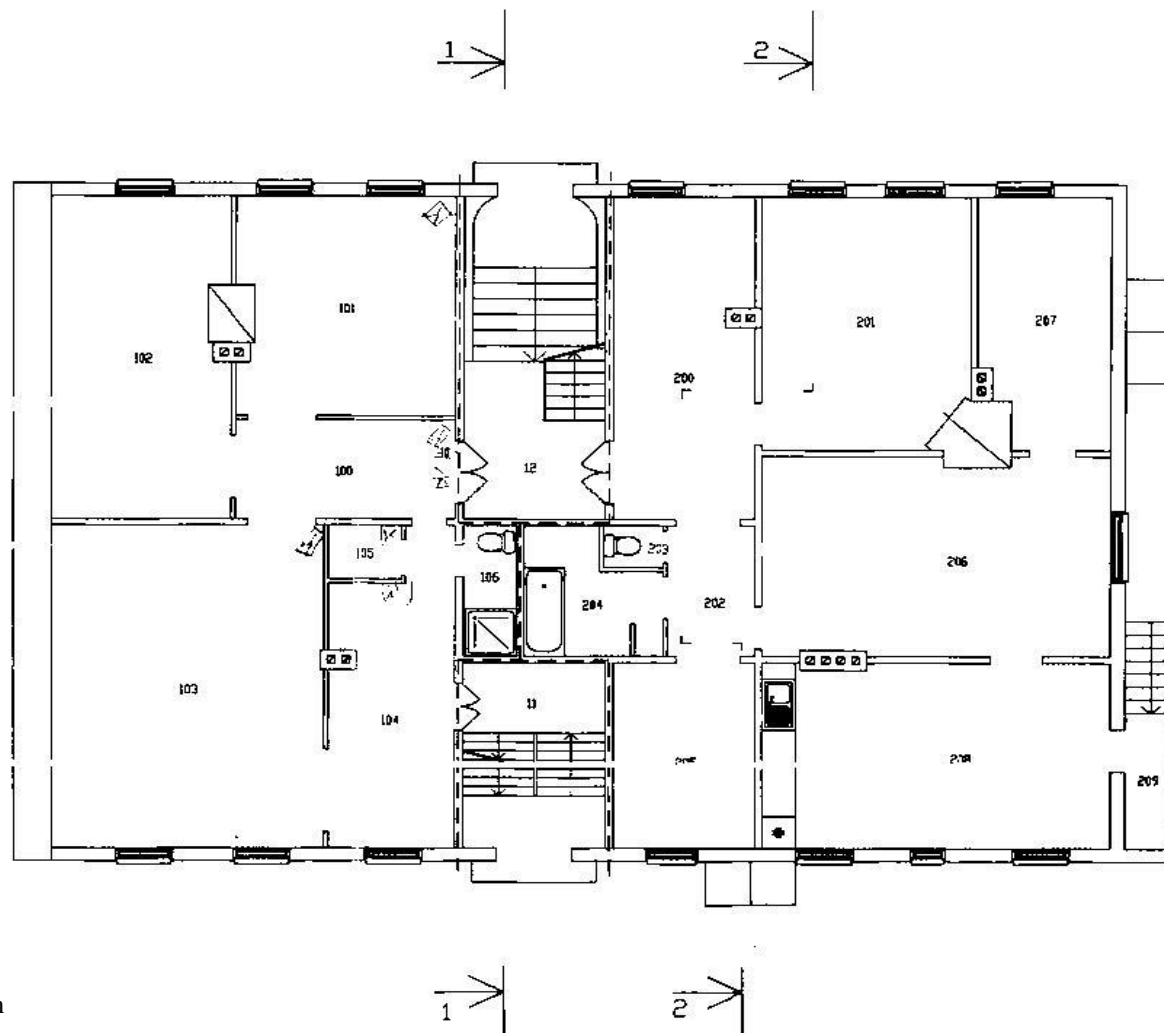
Tasakaalutemperatuur peale renoveerimist: $21 - 5,0 = 16,0^{\circ}\text{C}$. [11]

Lisa 4: Lastekodu 28 korruste plaanid



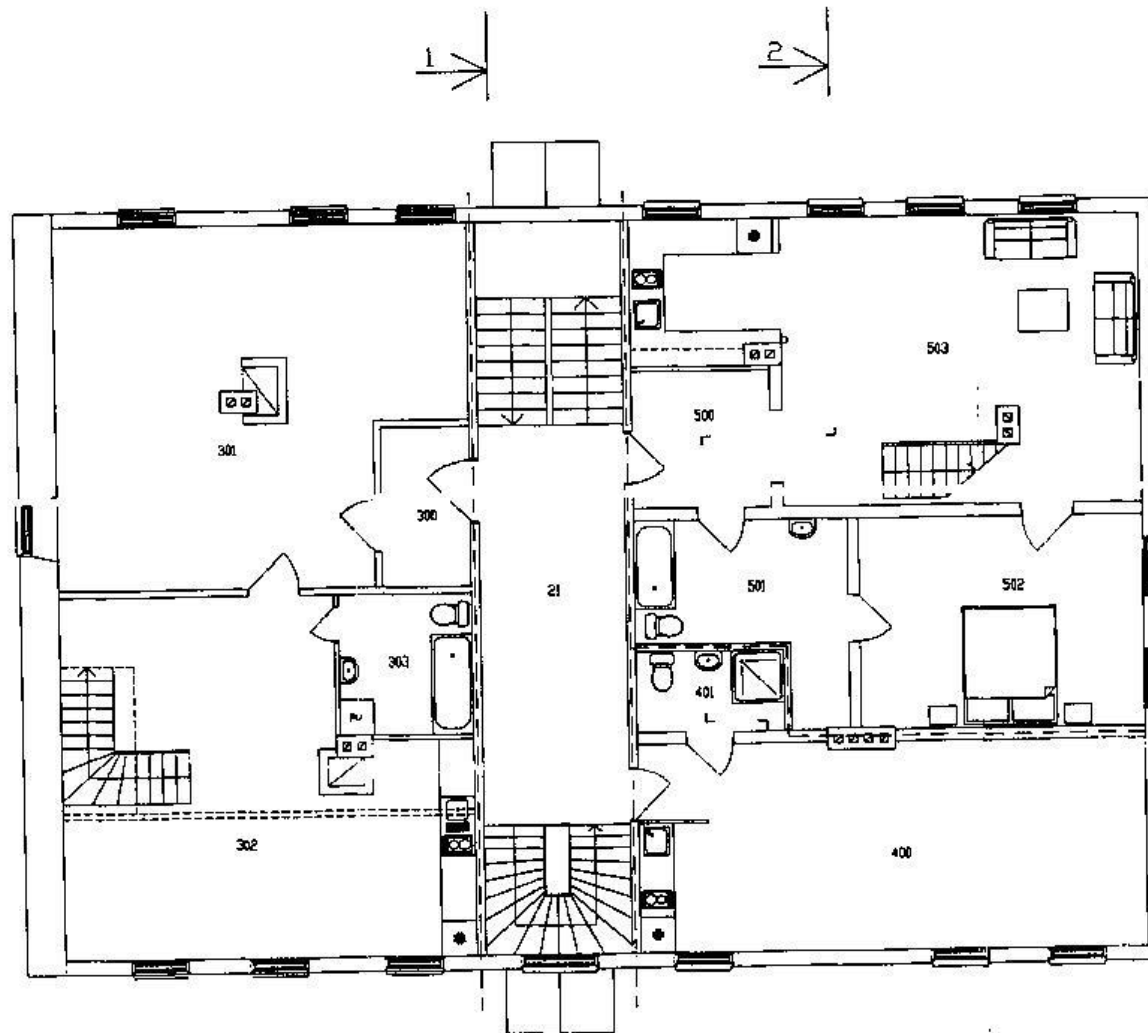
Joonis 14. Keldri korruse plaan

Allikas: Lastekodu tn 28 asuva elamu ümberehituse eelprojekt, töö nr. A004, Happy House OÜ, 2004.



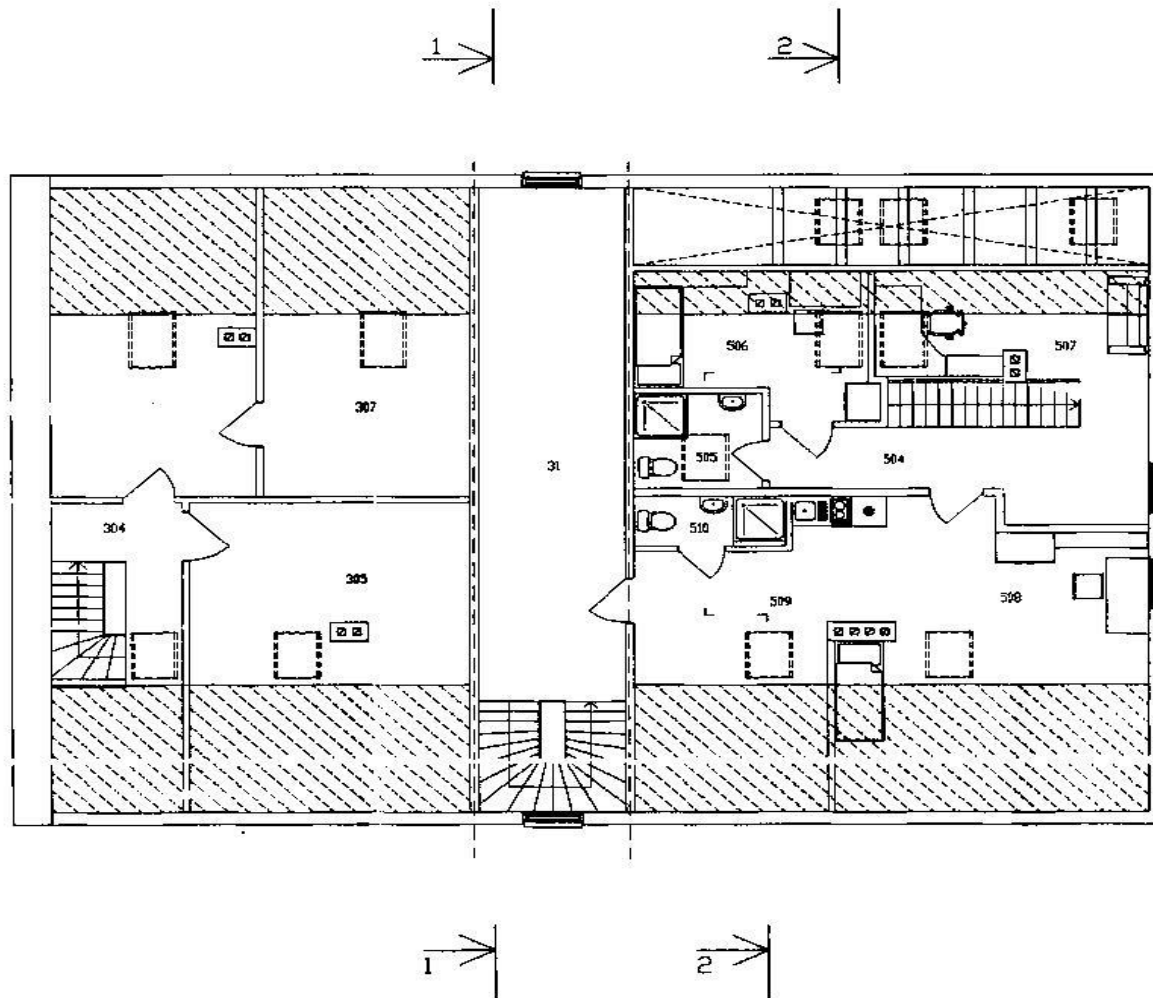
Joonis 15. esimese korruse plaan

Allikas: Lastekodu tn 28 asuva elamu ümberehituse eelprojekt, töö nr. A004, Happy House OÜ, 2004.



Joonis 16. teise korruse plaan

Allikas: Lastekodu tn 28 asuva elamu ümberehituse eelprojekt, töö nr. A004, Happy House OÜ, 2004.



Joonis 17. pööningu korruse plaan

Allikas: Allikas: Lastekodu tn 28 asuva elamu ümberehituse eelprojekt, töö nr. A004, Happy House OÜ, 2004.

AUTORIDEKLARATSIOON

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

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

Autor:
(Eesnimi Perenimi, 10. jaanuar 2018)

Üliõpilaskood:

Töö vastab kehtivatele nõuetele.

Juhendaja:
(Eesnimi Perenimi, 10. jaanuar 2018)

Kaitsmisele lubatud: ”.....” 2018
kaitsmiskomisjoni esimees:

.....
(nimi, allkiri)