

**KORTERELAMU  
OLEVA OLUKORRA ANALÜÜS  
JA ETTEPANEKUD  
RENOVEERIMISTÖÖDEKS**

LÕPUTÖÖ

Ehitusinstituut

Hoonete ehituse eriala

Tallinn 2018

Mina,

tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autori/te/le ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Lõputöö autor

..... 11.05.2018  
Nimi, allkiri ja allkirjastamise kuupäev

Üliõpilase kood

Õpperühm

Lõputöö vastab sellele püstitatud kehtivatele nõuetele ja tingimustele.

Juhendajad 11.05.2018  
Nimi, allkiri ja allkirjastamise kuupäev

Konsultandid 11.05.2018  
Nimi, allkiri ja allkirjastamise kuupäev

Konsultandid - 11.05.2018  
Nimi, allkiri ja allkirjastamise kuupäev

Kaitsmisele lubatud „16“ mai 2018 a.

Ehitustusinstituudi direktor

Instituudi nimetus

Nimi ja allkiri

Ehitusinstituut

## LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõpetaja:  
Üliõpilase kood:  
Õpperühm:  
Eriala:  
Lõputöö teema:

Lähteandmed töö koostamiseks:

Lähteülesanne, Maa-ameti plaanid, arhiivimaterjalid, tehnovõrkude ja piirdetarindite fotod, sisekliima mõõtmise tulemused, erialakirjandus, intervjuu elanikega

Töö sisu, ülesehitus ja lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

Analüüsida hoone olemasolevat olukorda, pakkuda välja renoveerimise lahendusi, koostada orienteeruvad maksumused ja ehitustööde organiseerimise kava

Seletuskirja ning graafilise materjali sisu ja maht:

Seletuskiri 40 lk, arhiivimaterjalid, sõlmejoonised

Lõputöö konsultandid:

Konsultandi nimi	Valdkond	Allkiri	Kuupäev
	Ehituskonstruksioonid		15.01.2018
	Energiatõhusus		15.01.2018

Lõputöö juhendaja:

Lõpetaja:

Kinnitaja:

Lõputöö ülesanne antud:

Lõputöö esitamise tähtaeg:

## SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	7
1. METOODIKA KIRJELDUS JA LÄHTEANDMED .....	8
1.1. Metoodika.....	8
1.2. Lähteandmed .....	8
1.3. Uuringute läbiviimiseks kasutatud seadmed .....	8
1.4. Arhiivimaterjalid .....	10
1.5. Ehitusgeoloogia .....	10
1.6. Kooskõlastused.....	10
1.7. Hoone lühikirjeldus .....	11
1.8. Ehitise üldandmed .....	12
1.9. Kitsendused kinnistul ja selle lähiümbruses.....	12
1.9.1. Miljööväärtuslikud kitsendused .....	12
1.9.2. Tehnorajatiste kaitsevööndid krundiga piirnevatel tänavatel.....	13
1.10. Varem läbiviidud rekonstrueerimistööd .....	13
1.11. Hoone osade kirjeldus, hinnang seisukorrale ning lahendused .....	15
1.11.1. Katus.....	15
1.11.2. Vihmaveesüsteem.....	16
1.11.3. Korstnad.....	16
1.11.4. Fassaad.....	17
1.11.5. Välisseinte kandekonstruktsioon .....	18
1.11.6. Vahelagede kandekonstruktsioon .....	19
1.11.7. Välisüksed .....	20
1.11.8. Aknad.....	21
1.11.9. Sokkel .....	22
1.11.10. Vundament ja kelder.....	22
1.11.11. Elekrisüsteem.....	23
1.11.12. Vee- ja kanalisatsioonisüsteem.....	24

1.11.13.	Küttesüsteem .....	25
1.11.14.	Ventilatsioonisüsteem.....	26
2.	REKONSTRUEERIMISE MEETMED, KÜTTEENERGIAKULU JA MAKSUMUS	29
2.1.	Olemasolev olukord.....	29
2.2.	Pakett 0 .....	30
2.2.1.	Rekonstrueerimistööde meetmed .....	30
2.2.2.	Kütteenergia kulu .....	32
2.2.3.	Maksumus .....	33
2.3.	Pakett 1 .....	34
2.3.1.	Rekonstrueerimistööde meetmed .....	34
2.3.2.	Kütteenergia kulu .....	36
2.3.3.	Maksumus .....	37
2.4.	Pakett 2 .....	37
2.4.1.	Rekonstrueerimistööde meetmed .....	38
2.4.2.	Kütteenergia kulu .....	38
2.4.3.	Maksumus .....	39
2.5.	Rekonstrueerimispakettide tasuvus .....	40
2.6.	Ehitustööde organiseerimine paketi 1 näitel.....	41
2.6.1.	Ehitusplatsi kirjeldus ja vajaminevad seadmed.....	42
2.6.2.	Tööde teostamise järjekord .....	42
3.	KELDRI VAHELAE TALA TUGEVUSARVUTUSED .....	45
3.1.	Lähteandmed .....	45
3.2.	Arvutuste tulemused .....	46
	KOKKUVÕTE.....	48
	SUMMARY .....	50
	VIIDATUD ALLIKAD.....	52
	LISAD .....	54
	Lisa 1. Hoone ajaloolised plaanid	55
	Lisa 2. Hoone ajaloolised lõiked ja vaated	59
	Lisa 3. Hoone eksplikatsioon	61
	Lisa 4. Miljööväärtusliku hoonestusala hoonete kaitse- ja kasutamistingimused	63
	Lisa 5. Tehnorajatiste kaitsevööndid	68
	Lisa 6. Kütteenergia kulu arvutused	69

Lisa 7. Energiaarvutuste lähteandmete esitamine	78
Lisa 8. Diskonteeritud tasuvusarvutused	81
Lisa 9. Ehitusplatsi plaan	82
Lisa 10. Tööjõuvajaduse graafik	83
Lisa 11. Sõlmed Pakett 1	84

## SISSEJUHATUS

Käesoleva töö eesmärgiks on analüüsida hoone olemasolevat olukorda ning pakkuda välja lahendusi rekonstrueerimistöödeks. Töös valitud hooneks on Tallinnas asuv puitkonstruktsioonidel korterelamu, mis asub miljööväertuslikul alal. Olemasoleva olukorra väljaselgitamisel on pööratud tähelepanu eelkõige välisseina soojapidavamaks ehitamisele ning kuidas seda teha tingimustes, kus on oluline säilitada miljööväertusliku piirkonna üldmulje. Samuti on eesmärgiks hinnata katusekatte ja katuse kandekonstruktsioonide seisukorda, vihmaveesüsteemide eesmärgikohast toimimist, avatäidete olukorda ning tehnosüsteemide olukorda. Täiendavalt on eesmärk kontrollida vahelagede kandetalasid kande- ja kasutuspiiriseisundis.

Olukorra analüüsist ja hoone eripäradest lähtuvalt pakutakse välja rekonstrueerimistööde kohta paketid ning antakse orienteeruv kalkulatsioon tööde maksumuste ja tasuvusaja kohta. Tasuvusaja hindamiseks on plaanis teha lihtsustatud kütteenergiakulu arvutus, mida võrreldakse reaalse tarbimisandmetega. Kütteenergiakulu arvutuste tegemisel järgitakse energiatõhususe miinimumnõudeid. Töös koostatakse ühe paketi kohta ehituse organiseerimise plaan koos ajagraafikuga. Kuna hoone paikneb Tallinnas miljööväertuslikus piirkonnas, siis pakutakse lahendusi vastavalt miljööalal kehtivatele nõuetele ja soovitudele.

# **1. METOODIKA KIRJELDUS JA LÄHTEANDMED**

## **1.1. Metoodika**

Esmane info hoone kohta on saadud ehisregistri andmebaasist ning Maa-ameti veebilehelt. Ajaloolised plaanid, vaated, lõiked ja eksplikatsioon on pärit Tallinna Linnaarhiivist ja Tallinna Linnaplaneerimise Ameti arhiivist. Fotod hoonest ja hoone osadest on tehtud mitmel objektikülastusel. Nelja korteri elanikuga on tehtud intervjuu, mille käigus on uuritud nende elanike viimaste aastate tarbimisharjumusi kütte, vee, toiduvalmistamise ning renoveerimise osas. Käesoleva töö raames kandekonstruksioone ei avatud. Hoone kandekonstruksioonide sõlmed ja kirjeldused on koostatud visuaalse vaatluse, elanike ütluste ning objektil mõõdistamise järgi. Hoone osade kirjelduse ja seisukorra on autor andnud visuaalse vaatluse ja fotode alusel, tuginedes ka erialasele kirjandusele.

## **1.2. Lähteandmed**

Lõputöö koostamisel aluseks olnud lähteandmed:

- autori poolt püstitatud lähteülesanne;
- miljööväärtusliku hoonestusala hoonete kaitse- ja kasutamistingimused;
- Maa-ameti alusplaan;
- säilinud arhiivimaterjalid;
- tehnovõrkudest tehtud fotod;
- tarinditest tehtud fotod;
- autori teostatud sisekliima parameetrite mõõtmistulemused;
- erialased kirjandusmaterjalid;
- intervjuu oleva olukorra ja eksploatatsiooni kohta.

## **1.3. Uuringute läbiviimiseks kasutatud seadmed**

Sisekliima parameetrite jälgimiseks, nagu õhutemperatuur, suhteline niiskus ja süsihappegaasi tase, on kasutatud logereid. Logerid olid korterites ja pööningul viis päeva. Kuna tegemist on ühetoaliste



korteritega, siis mõõtmised toimusid elu- ehk magamistoas. Seadmed asetsesid ruumis kõrgusel orienteeruvalt 1,6 meetrit, eemal soojusallikatest ja otsesest päikesevalgusest. Seadmed on toodud fotodel (Foto 1, Foto 2, Foto 1. TELAIRE 7001 CO<sub>2</sub>/ Temperature Monitor (autori erakogu)Foto 3).



Foto 1. TELAIRE 7001 CO<sub>2</sub>/ Temperature Monitor (autori erakogu)

Mõõtevahemik [1]:

- CO<sub>2</sub> 0-2500ppm (temperatuur 0°C...+50°C ja suhteline niiskus 0%...95%)

Mõõtetäpsus [1]:

- CO<sub>2</sub> ±50ppm

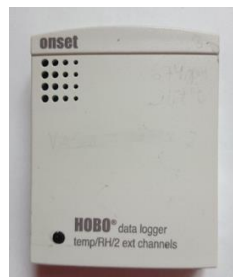


Foto 2. HOBO data logger temp/RH (autori erakogu)

Mõõtevahemik [1]:

- temperatuur -20°C...+70°C
- suhteline niiskus 5%...95%

Mõõtetäpsus [1]:

- temperatuur ± 0,35°C 0°C...50°C
- suhteline niiskus +2,5% 10%...90%



Foto 3. Distomeeter mõõdistamiseks (autori erakogu)

Mõõtevahemik: 0.05 – 50 m

Mõõtetäpsus:  $\pm 2$  mm

#### **1.4. Arhiivimaterjalid**

Hoone ajaloolised plaanid (Lisa 1), lõiked ja vaated (Lisa 2) ning ruumide eksplikatsioon (Lisa 3) on pärit Tallinna Linnaarhiivist ja Tallinna Linnaplaneerimise Ametist.

#### **1.5. Ehitusgeoloogia**

geoloogilisi uuringuid teostatud ei ole. Maa-ameti geoportaali andmetel asub see piirkond alam-kambriumi Lontova kihistul, kus esinevad rohekashallid, violetsed või kirjud savid aleuroliidi ja liivakivi vahekihtidega (stratigraafiline indeks on *Ca1ln*) [2].

Aastatel 1967-1971 on teostatud Tallinna Polütehnilise instituudi poolt piirkonnas pinnaveetaseme ning külmumissügavuse uuring [2].

#### **1.6. Kooskõlastused**

Jõustunud „Ehitusseadustiku“ kohaselt (Riigi Teataja RT I, 05.03.2015,1) ei väljasta kohalikud omavalitsused sealhulgas Tallinna Linnaplaneerimise Amet (edaspidi amet) enam hoonete rekonstrueerimiseks ja laiendamiseks kuni 33% selle esialgu kavandatud mahust projekteerimistingimusi. Miljööväärtuslikul alal on arhitektuursel sobivusel lubatud vaid hoonete väiksemahuline laiendamine kuni 33%. Ajalooliste hoonete laiendamise sobivuse üle otsustatakse eskiisi alusel. Selleks tuleb Linnaplaneerimise Ametile esitada „Miljööväärtusliku hoonestusala hoonete kaitse- ja kasutamistingimused“ tingimustele vastav digitaalselt allkirjastatud eskiisiprojekt. Pärast eskiisi kooskõlastamist ametis saab esitada ehitusteatise koos nõuetekohase ehitusprojektiga,

ka siis kui projekt on kooskõlastatud koos lisatud märkustega [3]. Lisaks peavad projekti heaks kiitma Elektrilevi OÜ, Telia Eesti AS, Tallinna Vesi AS ja Päästeamet.

## 1.7. Hoone lühikirjeldus

Hoone projekti koostamise ajal, aastal 1910, nimetati see **vanavaks. korterelamu** on kaheksa korteriga ning kahekorruseline, millel on kelp-viilkatus ning vintskapid (Foto 4, Foto 5, Foto 6, Foto 7). Hoone seinad koosnevad rõhtpalkidest, välisseinad on kaetud horisontaalse laudvoodriga, soojustus puudub. Katus on suuremas osas kaetud eterniidiga, väiksem osa katusest aga katuseplekiga. Hoonel on paekivist madalvundament ja sokkel, külm pööning ning külm kelder. Keldriaknad on osaliselt kinni müüritud. Vahelaed on puidust laagidel, vahed täidetud liivaga. Trepikojal on kolm puidust treppi. Hoone on valdavalt ahiküttega ning kahe korstnaga. Toetava soojusallikana kasutatakse elektriradiaatoreid. Sooja tarbevee saamiseks on korteritesse paigaldatud elektrilised veeboilerid. Toidu valmistamine toimub elektriliste köögiseadmetega. Hoonel on kaks väljapääsu. Valdav osa korterite aknaid on kahekordse raamiga ehitusaegsed puitaknad. Viimaste aastate jooksul on mõned korteriomanikud vahetanud vanad aknad uute, nii ühekordsetel puitraamidil olevate kui ka plastikraamidil, akende vastu. Hoone asub tänava nurgaküljel teisel korrusel on väljaulatuv torniga erker. Viimasel aastakümnel on toimunud elamus korterisisesed tulekahjud kahel korral, kuid erinevates korterites. Seetõttu on tulekahjus kahjustunud seinad, laed ja põrandad korteripõhiselt taastatud nende omanike poolt. Mitmed korterid on kasutusel üürikorteritena.

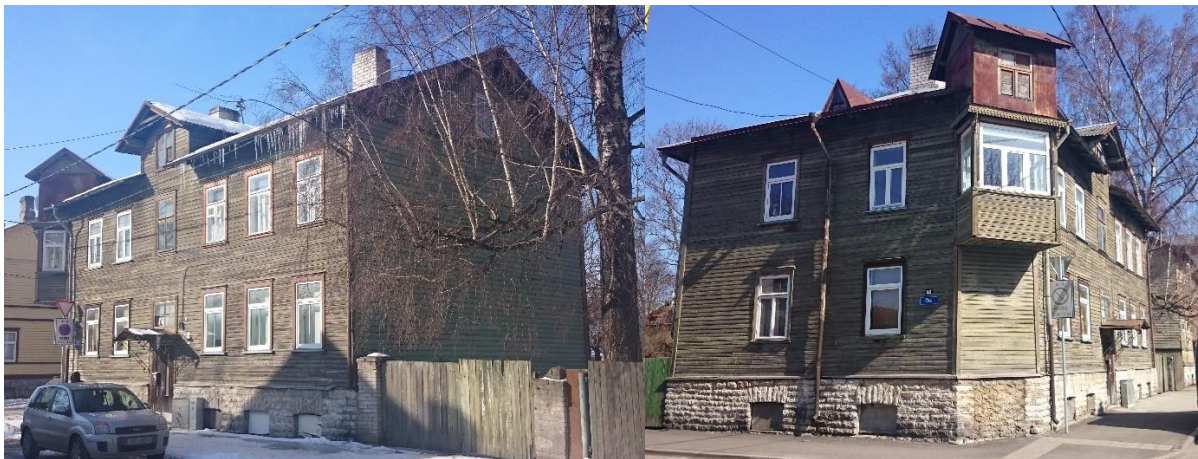


Foto 4 ja Foto 5.



Foto 6 ja Foto 7. Vaade sisehoovi poolt ja vaade õue poole.

## 1.8. Ehitise üldandmed

Ehitise üldandmed ehitisregistrist [4]:

- ehitise koha-aadress – Harju maakond, Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa,
- ehitusregistri kood – 101016704;
- ehitise nimetus – elamu;
- kasutusotstarve – 11222 muu kolme või enama korteriga elamu;
- ehitise seisund – kasutusel.

Ehitise üldised tehnilised andmed ehitisregistrist [4]:

- ehitisealune pind – 160 m<sup>2</sup>;
- maapealsete korruste arv – 2;
- suletud netopind – 375,6 m<sup>2</sup>;
- hoone maht – 1297 m<sup>3</sup>;
- üldkasutatav pind – 150,5 m<sup>2</sup>;
- eluruumide pind – 225,1 m<sup>2</sup>.

## 1.9. Kitsendused kinnistul ja selle lähiümbruses

### 1.9.1. Miljööväärtuslikud kitsendused

kortermaja asub Põhja- Tallinna linnaosa üldplaneeringuga määratud miljøöväärtuslikus piirkonnas ning kuulub miljøöväärtuslike hoonete hulka. Hoonega külgnev ala kuulub Pelgulinna ehituspiirkonda 1

Sellest lähtuvalt tuleb jälgida nõudeid, mis on kehtestatud Põhja-Tallinna linnaosa üldplaneeringu koostamise juhendis, mille eesmärk on antud territooriumi edasiste arengusuundade kavandamine ja territooriumi funktsionaalne planeerimine sidustatuna linna üldiste arengusuundadega [6].

Miljööväärtslikus piirkonnas rekonstrueerimisel tuleb arvestada, et Tallinna Linnavolikogu 06.09.2012 määrusega nr 21 kehtestatud „Tallinna linna ehitismääruse“ kohaselt peab ehitisi: 1) vastama ehitusseadustiku §-s 11 ja ehitusseadustiku alusel kehtestatud õigusaktides kindlaks määratud nõuetele ning 2) lahenduselt arvestama Tallinnas välja kujunenud arhitektuuri- ja ehitustavasid ning välisilmelt vastama piirkonna või lähiümbruskonna eripärale ja kujundusstiilile [7]. Täpsemad tingimused ja juhised on toodud lisa (Lisa 4).

### **1.9.2. Tehnorajatiste kaitsevööndid krundiga piirnevatel tänavatel**

Ehitisele on seatud kaitsevööndid. Elektrilevi OÜ hallatav elektripaigaldise kaitsevöönd, milleks on elektrimaakaabelliin ning elektriõhuliin. Tallina Vesi AS hallatav maa-alune ühisveevärgi- ja kanalisatsiooni vee ja kanalisatsiooni vabavoolne torustik. Eesti Gaas AS hallatav maagaasi torustik ja Telia Eesti AS hallatav sidekaitsevöönd maismaal. Tehnorajatiste kaitsevööndid on näidatud Maa-ameti kaardi väljavõttel ( Lisa 5).

### **1.10. Varem läbiviidud rekonstrueerimistööd**

Tabelis 1 on toodud korterites läbi viidud remonttööde nimekiri, kuid ei ole kajastatud korter 2 andmeid, kuna on aastaid olnud elanikuta ja selle seisukorra info puudub. Viimase viieteistkümne aasta jooksul on ühe korteri kohale paigaldatud plekk-katus. Uuendatud on elektrisüsteemi ning vee- ja kanalisatsioonisüsteemi, nii maja üldist kui ka korteripõhiselt. Osades korterites on tehtud kapitaalremont, mille käigus on puhastatud seinu kuni palgini ning rajatud uue ruumiplaneeringu järgi siseseinu, tehnosüsteeme ja vahetatud aknaid.

Tabel 1

## Korterites läbiviidud remonttööd

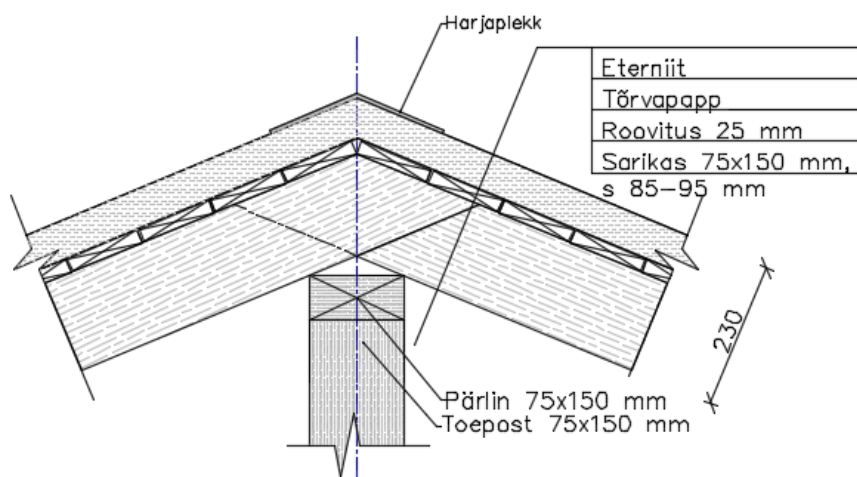
Töö nimetus	Korter 1	Korter 3	Korter 4	Korter 5	Korter 6	Korter 7	Korter 8
Akende vahetamine 2003-2012	PVC 1 raam 2 klaasi	-	PVC 1 raam 2 klaasi	PVC 1 raam 2 klaasi	puut ülevärvi mine 2 raami 1+1 klaasi	puut 1 raam, 2 klaasi	puut 1 raam 2 klaasi
Välisseinte soojustamine seestpoolt 2003-2016	võimalik	-	võimalik	võimalik	-	50 mm villa +kips	võimalik
Lagede soojustamine seestpoolt 2003-2017	100 mm vahtpolü stüreen	-	võimalik	võimalik	10 mm vahtpolü stüreen	50 mm villa +kips	võimalik
Põrandate soojustamine	info puudub	-	info puudub	info puudub	info puudub	info puudub	info puudub
Elektrisüsteemi renoveerimine 2003-2016	jah	jah	jah	jah	jah	jah	jah
Uue ahju/kamina ehitamine 2003-2016	-	-	-	-	jah	jah	-
Vee ja kanalisatsiooni renoveerimine 2003-2016	jah	jah	jah	jah	jah	jah	jah

## 1.11. Hoone osade kirjeldus, hinnang seisukorrale ning lahendused

### 1.11.1. Katus

Hoonel on eterniidist katusekate, mis on ühe korteri kohal vahetatud valtsplekist katte vastu. Eterniidist katte osa on sammaldunud, kohati vananenud, esineb läbijookse, probleemsemates kohtades on katust parandatud. Katusele on paigaldatud harjaplekid, kuid neelukohtades ja läbiviikude juures ei ole ühendused tihedad (Foto 8, Foto 9, Foto 10). Tuulekasti laud on rahuldavas seisukorras. Pööningul olev katuseeluuk on amortiseerunud. Katus on olnud pikka aega puhastamata lehtedest ja samblast, mis on põhjustanud katusekatte kahjustusi (Foto 11, Foto 12, Foto 13, Foto 14). Katuse lõige on toodud Joonisel 1.

Sarikaid seob pärlin ja need toetuvad müüri latile. Puitsarikatel ja roovidel esineb biokahjustusi, mis vajavad täpsemat uurimist (laboratoorselt). Visuaalsel vaatlusel võib nimetada puukoi ja valgemädaniku.



Joonis 1. Olemasoleva katuse lõige (autori joonis)



Foto 8, Foto 9 ja Foto 10. Katuse ja räästa seisukord (autori erakogu)



Foto 11, Foto 12, Foto 13 ja Foto 14. Katuse luugi, sarikate ja roovituse seisukord (autori erakogu)

Katusekate asendada terves osas valtsplekiga, vastavalt arhiivijoonistele ja „Miljööväärtusliku hoonestusala hoonete kaitse- ja kasutamistingimustele“. Kahjustustega sarikad ja roovid asendada uutega või plommida. Paigaldada uued harjaplekid ning korrastada tuulekasti laud, paigaldada korrektne katuseeluk ja käiguteed. Taastada vintskapid vastavalt arhiivijoonistele [8].

### 1.11.2. Vihmaveesüsteem

Vihmaveerennid ja torud on amortiseerunud ning osaliselt puuduvad või on asendatud uutega. Puudulikud on ka mõned vertikaalsed sadevett allajuhtivad vihmaveetorud. Kuna vihmaveesüsteem on olnud aastaid puhastamata, siis kahjustused on tekkinud neisse kogunenud orgaanika tõttu, mis on raskendanud sadevee äravoolu (Foto 15, Foto 16, Foto 17, Foto 18, Foto 19).



Foto 15, Foto 16, Foto 17, Foto 18 ja Foto 19. Vihmaveesüsteemi seisukord (autori erakogu)

Paigaldada uus nõuetekohane ja hoone välisilmega sobiv vihmaveesüsteem ja lumetõke katusele ning juhtida sadevesi hoonest eemale.

### 1.11.3. Korstnad

Korstnate seisukord on hea, kuid korstna ühendus katusega on mõnes kohas ebatihed. Korstnad on regulaarselt puhastatud ning hooldatud, küttematerjalina kasutatakse sega- ja kasepuitu (Foto 20, Foto 21).



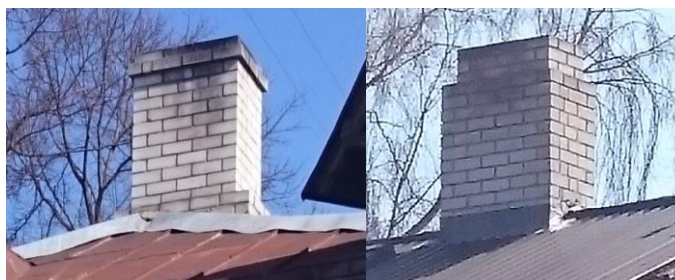


Foto 20 ja Foto 21. Korstnate seisukord (autori erakogu)

Uue katusekatte paigaldamise käigus ehitada tihe isolatsioon katusega. Korstnaotsa võib katta pleki- või betoonkraega ja sellele paigutada veel ka sademekatte, sest sellega kaitstakse korstnapitsi ilmastikutingimuste eest ja hoitakse lõõrid kuivana [9].

#### 1.11.4. Fassaad

Fassaadilaudis, akende iluliistud ja aknapits on mahakoorunud värviga ning osaliselt kahjustunud, mistõttu vajab kahjustatud või puudulike osade välja vahetamist. Laudis on paigaldatud ainult horisontaalselt, kuid algsetel joonistel on ette nähtud ka vertikaalsed mustrid. Oleva erkeri torniosa on kaetud plekiga (Foto 22, Foto 23, Foto 24).

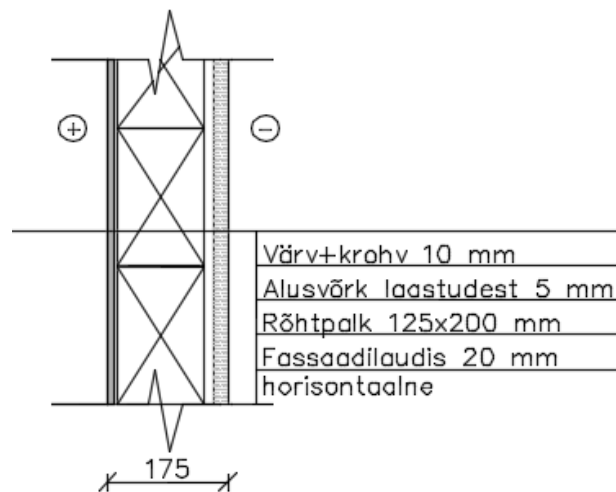


Fotod 22, Foto 23 ja Foto 24. Hoone fassaadi seisukord (autori erakogu)

Olemasolevat fassaadilauda on võimalik renoveerimistööl uuesti kasutada, kui see puhastada vanast värvist, orgaanikast ja mustusest. Taastada tuleb ajalooliste jooniste järgi vertikaallaudiste ribad. Uued voodrilaudise ja piirdeliistude detailid tuleb tellida sarnased olemasolevatele. Akende karniisid ja ilusliistud tellida vastavalt ajaloolistele joonistele. Laudis ja aknapiirdeliistud ning pitsid värvida. Erkeri tornil vahetada katus, laudis ja taastada aknad.

#### 1.11.5. Välisseinte kandekonstruktsioon

Seinte kandekonstruktsioone käesoleva töö raames ei avatud, kuid fassaadilaudise ning veelaudade vahel olevast avast on näha, et paekivist müüritise peal asetsevad rõhtpalkid on saanud kahjustada (Foto 25, Foto 26). Võimalikud on mädanik-kahjustused [10]. Välisseina lõige on toodud Joonisel 2.



Joonis 2. Välisseina lõige (autori joonis)



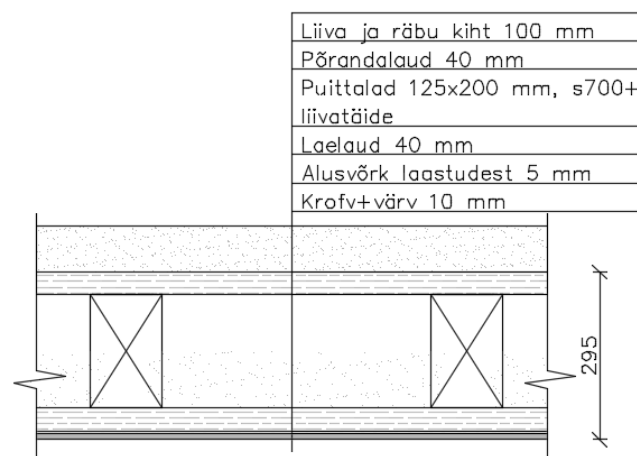
Foto 25 ja Foto 26. Välisseinte seisukord (autori erakogu)

Vundamendil asetsevad kahjustunud palgid ja akende ümbruses olevad palgid tuleb välja vahetada. Sokli ja esimese palgirea vahele tuleb paigaldada hüdroisolatsioon, et välistada edaspidiseid

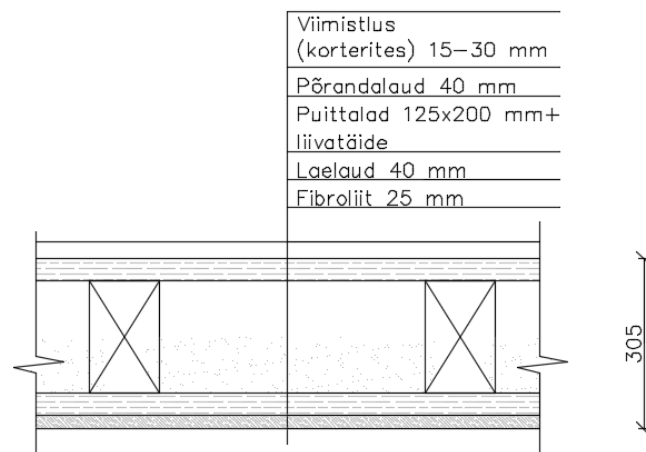
niiskuskahjustusi. Peale kahjustatud palkide asendamist tuleb kõikide seinapalkide vahed tihendada takuga [11].

### 1.11.6. Vahelagede kandekonstruktsioon

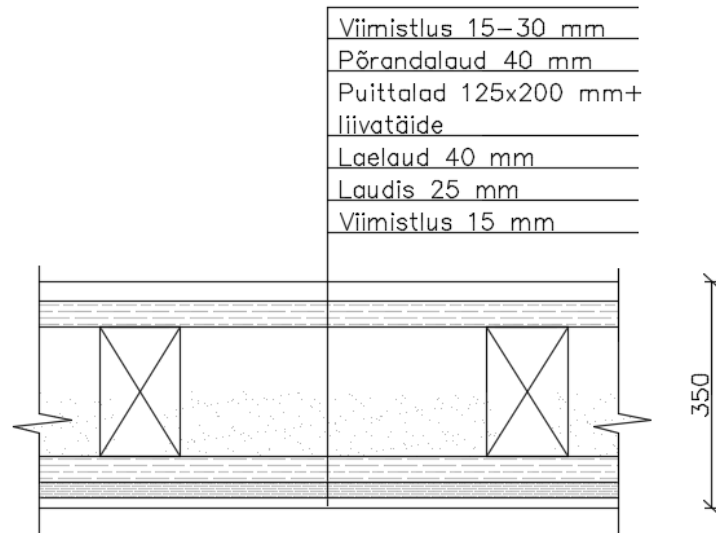
Kirjeldus ja seisukord on saadud objektil elanike küsitluse, visuaalse vaatluse, arhiivijooniste ning fotode alusel. Käesoleva töö raames konstruktsioone ei avatud. Vahelaed on puittaladel, mille vahed on täidetud liivaga, ning ülalt ja altpoolt kaetud punnlaudisega. Keldri vahelae laudisel esines kohati biokahjustusi, visuaalse vaatluse järgi valgemädanik ning puukoi. Vahelagede lõiked on toodud Joonisel 3, Joonisel 4 ja Joonisel 5.



Joonis 3. Pööningu vahelagi (autori joonis)



Joonis 4. Keldri vahelagi (autori joonis)



Joonis 5. Korterihelagi (autori joonis)

### 1.11.7. Välisüksed

Hoone peasissekäigu uks ja varikatuse kate on amortiseerunud. Peauks ei ole ehitusaegne ning seega ei vasta ajaloolistele joonistele. Hoone hoovipoolne välisüks on samuti amortiseerunud ning veekahjustustega. Kuna ukse kohal paiknev katus ei ulatu piisavalt üle seina ning sadevesi satub otse uksele. Samuti on ust kahjustanud kivitrepilt ülespritsinud sadevesi. Keldri ukсед on pealtnäha heas korras, kuid ei ole soojapidavad (Foto 27, Foto 28, Foto 29).



Foto 27, Foto 28 ja Foto 29. Välisuste ja varikatuse seisukord (autori erakogu)

Vahetada vanad ukсед välja uute puidust uste vastu. Tulenevalt miljööväärtuslikest eritingimustest hoone fassaadile tuleb tellida ja paigaldada uued ehitusaegsed ajaloolised välisüksed.

Peaukse kohal olev varikatus tuleb ehitada uuesti. Koostöös restauraatoritega kaaluda olevate metallist konsoolide restaureerimist, kui see osutub võimatuks, valmistada uued analoogsed konsoolid. Hoone tagumise ukse kohal olev madal katus ehitada laiem, üle seina ulatuva servaga. Keldrite olemasolevad ukсед tihendada või paigaldada uued ukсед, mis hoone teiste ustega kokku sobivad.

### 1.11.8. Aknad

Hoonel olevad ehitusaegsed puitaknad on sademete, päikese ja tuule poolt kahjustatud, osaliselt mädanenud ja pehkinud, kuna aknad on pikka aega hooldamata. Kahe korteri üheraamilised kahe klaasiga puitaknad on paigaldatud korteriomaniku tellimusel kaasajal ning need on heas seisukorras. Kolmele korterile on paigaldatud üheraamilised kahe klaasiga plastikaknad ning ka nende seisukord on hea. Akende vahetamisel on jälgitud ühtset visuaalset stiili, kuid konstruktiivne ehitus on uuematel akendel erinev (Foto 30, Foto 31, Foto 32, Foto 33).

Kõik keldriaknad/luugid on amortiseerunud nii ilmastiku kui ka inimtegevuse tulemusena (Foto 34, Foto 35, Foto 36).



Foto 30, Foto 31, Foto 32 ja Foto 33. Akende seisukord (autori erakogu)



Foto 34, Foto 35 ja Foto 36. Keldriakende seisukord (autori erakogu)

Olemasolevad ehitusaegsed puitaknad võimalusel renoveerida või tellida uued aknad vastavalt ajaloolistele vaadetele. Väliste aknapalede paigaldamisel jälgida, et aknaplekkide ääred jääksid palede alla, et vihmavesi ei pääseks seinu vahele. Pöörata tähelepanu, et aknaplekkide kalle oleks aknast eemale.

Keldriaknad tellida uued (puit) vastavalt ajaloolistele joonistele.

#### **1.11.9. Sokkel**

Sokkel on laotud paekividest ja on katmata. Kohati esineb müüritises pragusid, kuid need on parandatud mördiga. Sokliseinad on kohati niiskuskahjustustega, sest puidust veelaud on ilmastiku toimele lagunenu, ka puudub hüdroisolatsioon müüritise ning seinapalkide vahel (Foto 37, Foto 38, Foto 39). Hoovi poolses osas puudub sillutisriba. Fotodel on näha, et mõnes kohas on paigaldatud veeplekk. Samuti on olemasolev vihmaveesüsteem amortiseerunud ning kohati puudub.

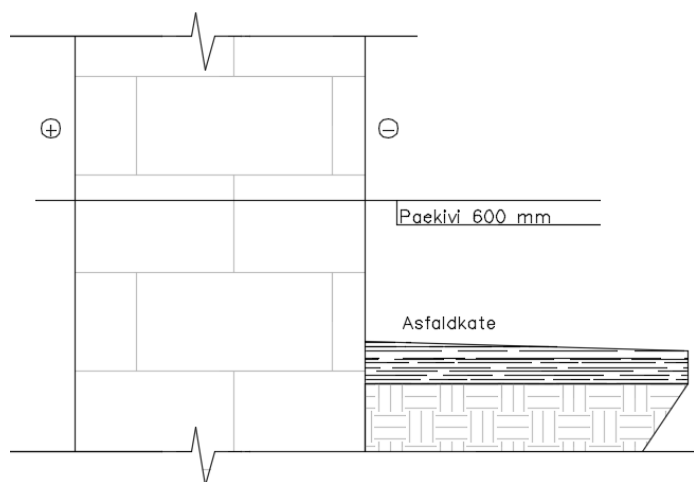


Foto 37, Foto 38 ja Foto 39. Sokli seisukord (autori erakogu)

Paigaldada uued veelauad ning katta plekiga. Valada või laduda sillutisriba hoone hoovipoolsete seinte äärtesse, mis tuleb paigaldada kaldega hoonest eemale. Renoveerida vihmaveesüsteem ja juhtida sadevesi hoonest eemale.

#### **1.11.10. Vundament ja kelder**

Vundament on laotud paekividest ning on soojustamata, heas seisukorras, mõnedes kohtades on müüritist siduv mört pudenenud. Keldri põrandaks on pinnas, mis on osaliselt kaetud erinevate kiviplaadidega, üldiselt on pinnaspõrand niiske. Kuna varasemalt on ühte keldri osa kasutatud saunana, kuid on sel ajal jäetud tagamata piisav ventilatsioon, siis suurenenud niiskusesisalduse tõttu on saanud kahjustada keldri vahelae lauad ja suure tõenäosusega ka talad (Foto 40, Foto 41) [10]. Sokli ja vundamendi lõige on toodud Joonisel 6.



Joonis 6. Sokkel ja vundament (autori joonis)



Foto 40 ja Foto 41. Vundamendi ja keldri seisukord (autori erakogu)

Murenenud vundamendikivide vahed täita tsemendiseguga. Kuna keldri aknad ja ukсед on ebatihedad, siis praegune niiskuslik olukord on rahuldav. Uute õhutihedate akende ja uste paigaldamise järgselt tuleb tagada keldri ruumides piisav õhuvahetus, mille saab lahendada ventilatsiooni projekti koostamise käigus. Teostada tuleb ka biokahjustustega kandetalade uuringud.

#### 1.11.11. Elekrisüsteem

Hoone elektrisüsteemi on viimastel aastatel uuendatud. Elektrikilp on vana, kuid kaablid ning arvestid on kaasaegsed. Paljud vanad, kasutusel mitteolevad, elektrikaablid on jäetud eemaldamata (Foto 42, Foto 43, Foto 44, Foto 45, Foto 46). Valdavalt on korterite elektrisüsteemid kaasajastatud, kuid mõne korteri seisukorra kohta info puudub.



Foto 42 ja Foto 43. Elektrisüsteemi seisukord (autori erakogu)

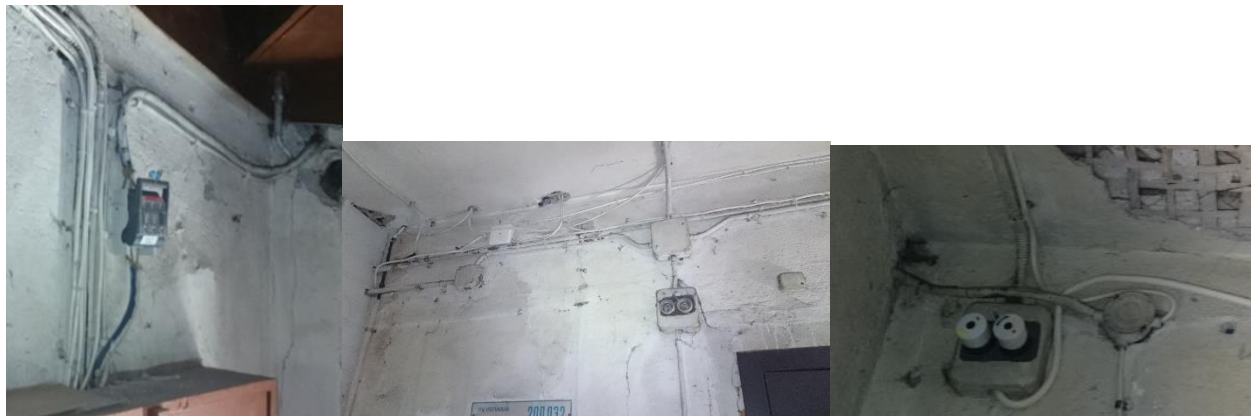


Foto 44, Foto 45 ja Foto 46. Elektrisüsteemi seisukord (autori erakogu)

Eemaldada vanad ning kasutusel mitteolevad kaablid, korkkaitsmed ja ühenduskarbikud. Kogu elektrisüsteem rekonstrueerida elektriohutusnõuetele vastavaks.

#### **1.11.12. Vee- ja kanalisatsioonisüsteem**

Algselt olid hoonesse ette nähtud kaks tualettruumi, mis asetsesid kohakuti esimesel ja teisel korrusel trepikojas. Praegu on osad korteriomanikud ehitanud oma korteritesse tualettruumid koos pesuruumidega ning ühendanud kanalisatsiooni üldisesse süsteemi. Kanalisatsioonitorustik on kaasajastatud ning ühendatud linnavõrku.



Hoone veetorustik on varustatud veemõõtjatega, nii üldine kui ka korteritel eraldi. Hoonesse tuleb sisse külm vesi linna veevõrgust. Sooja tarbevett saadakse lokaalselt korterites asuvatest elektrilistest veesoojenditest. Veetorustik on osaliselt kaetud isolatsiooniga, mis on kohati ebakorrektselt paigaldatud, samuti on torud fikseeritud puudulikult (Foto 47, Foto 48, Foto 49, Foto 50).



Foto 47, Foto 48, Foto 49 ja Foto 50. Vee- ja kanalisatsioonisüsteemi seisukord (autori erakogu)

Olemasolevat kanalisatsiooni- ja veesüsteemi pole tarvis renoveerida. Vajadusel paigaldada veetorustikule klaasvillast alumiiniumkatttega isolatsioon, ühenduskohad ja kõverdetailid ühendada alumiiniumteibi abil. Torud kinnitada seinale ja lakke korrektselt.

### **1.11.13. Küttesüsteem**

Hoone kõiki kortereid köetakse kas ahju või kaminaga, visuaalsel hinnangul puudusi ei täheldanud (Foto 51, Foto 52). Kapitaalremondi läbinud korteritesse on paigaldatud ka elektriradiaatorid. Ahjude, kaminade, korstna ja ühenduslõõri puhastamise teenust korstnapühkimisteenust pakkuva ettevõtte poolt kasutatakse regulaarselt igal aastal.



Foto 51 ja Foto 52. Ahjude ja kaminade seisukord (autori erakogu)

Paari korteri kütteallikate kohta info puudub. Seetõttu tuleb pääseda ka nendesse korteritesse, et fikseerida sealne seisukord. Tellida vastavat kutsetunnistust omav pottsepp hindmaks kogu küttesüsteemi seisukorda ning vajadusel korrastada või laduda uued küttesüsteemi osad.

#### **1.11.14. Ventilatsioonisüsteem**

Hoones on loomulik ventilatsioon ilma loomuliku tõmbe lõõrideta. Renoveeritud korteritesse on paigaldatud sundventilatsioon pesuruumidesse ning köögiosas on kohtäratõmme kahes korteris, mis on suunatud üldisesse ventilatsioonilõõri (Foto 53). Pesuruumide sundventilatsiooni kasutatakse ainult ruumi kasutamise ajal.



Foto 53. Ventilatsiooni seisukord (autori erakogu)

Tavapärased nõudmised sisekliima kvaliteedile, mida tuleks rakendada nii uute kui ka renoveeritavate hoonete eluruumidele on kirjeldatud teises sisekliima klassis. Ruumi siseõhu suhteline niiskuse peab

jääma talvel vahemikku 25%- 45% ning suvel 30%- 70%. Siseõhu suhteline niiskus sõltub niiskustootlusest ruumides, ventilatsiooni toimimisest ja õhuvahetusest ning välisõhu veeaurisisaldusest. Ruumitemperatuur kütteperioodil peaks olema vahemikus 20-25°C ja suveperioodil maksimaalselt 27°C. Süsihappegaasi maksimaalne kontsentratsioon ruumi õhus on 1250 ppm.

Kahes korteris ja pööningul on teostatud ajavahemikul 18.aprill kell 20.10 kuni 23.aprill kell 19.30 temperatuuri, suhtelise õhuniiskuse ja CO<sub>2</sub> sisalduse mõõtmised. Tulemused on toodud diagrammidel, millelt on näha, et hommikuks on korteris number 7 süsihappegaasi sisaldus õhus märgatavalt tõusnud, kohati üle 1600 ppm. Seitsmendas korteris elab kaks inimest. Korteri number 3, kus elab üks inimene, CO<sub>2</sub> osas ööpäevaringsed muutused väga suured ei ole. Temperatuuri ja suhtelise niiskuse väärtused jäävad eluruumides üldiselt lubatud vahemikesse. Pööningu suhtelise niiskuse tase on pidevalt üle 53% ja kohati ületab 63%, mis viitab piirete kondensaadi tekke ohule. Kuna kortereid köetakse ahjudega, siis suuremad temperatuuri kõikumised korteris 3 on tõenäoliselt seotud ahju kütmise rütmiga. Mõõdetud korterites alakütmist ei esine, kuid ruumides on kohati oluliselt kõrgemaid temperatuure, mis on elanike enda valik. Mõõtmistulemused on esitatud Diagramm 1 ja Diagramm 2. Elanike soojusliku mugavuse ja hoone seisukohalt on tarvis suurendada õhuvahetust korterites, selleks tuleb välja ehitada mehhaaniline ventilatsioonisüsteem. Nõuetekohase ventilatsiooni saamiseks ehitada välja mehaanilise sissepuhke ja väljatõmbega ventilatsioonisüsteem kas korteripõhine või tsentraalne.

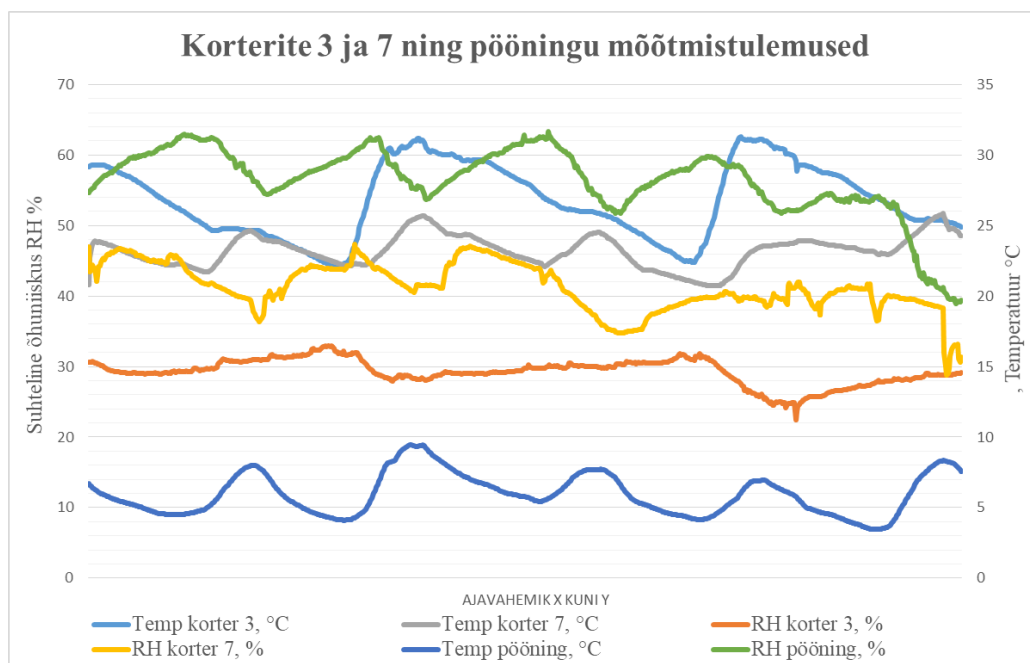


Diagramm 1. Suhtelise niiskuse ja temperatuuri mõõtmistulemused

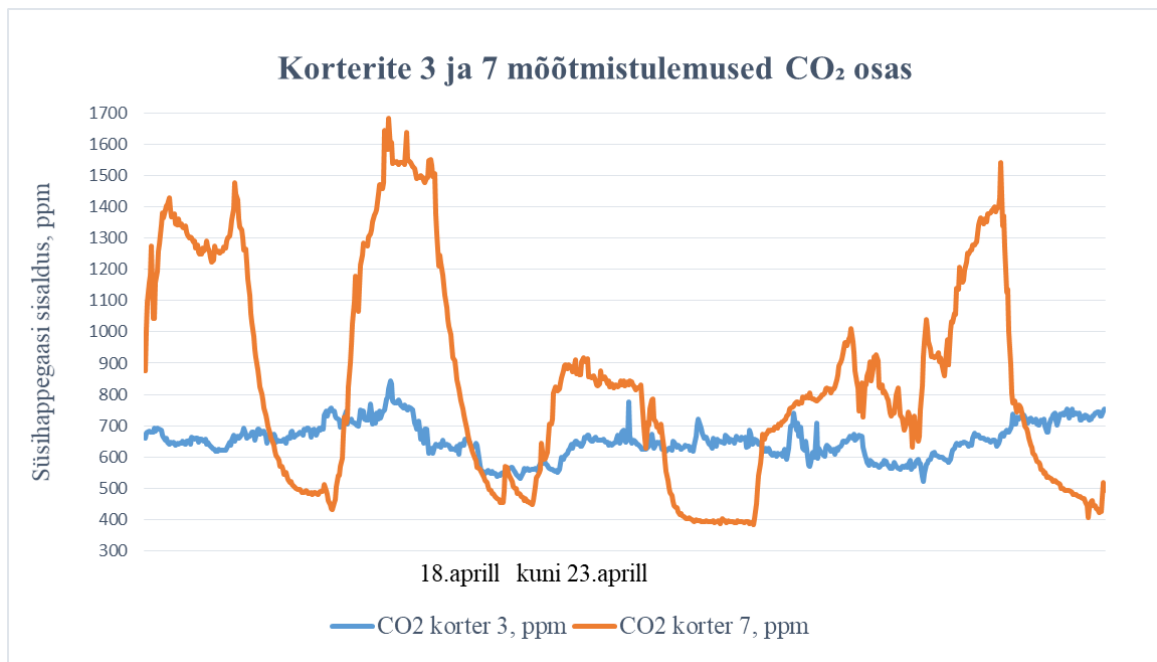


Diagramm 2. Süsihappegaasi mõõtmistulemused

## 2. REKONSTRUEERIMISE MEETMED, KÜTTEENERGIAKULU JA MAKSUMUS

### 2.1. Olemasolev olukord

Käesolevas peatükis on arvatud hoone lihtsustatud kütteenergiavajadus kraadpäevade meetodil, soojuserikaod läbi piirdetarindite, külmasildade ning infiltratsiooni. Välispiirete soojusjuhtivuste arvutused on toodud lisas (Lisa 6). Erisoojuskadude arvutuste tulemused on esitatud tabelina lisas (Lisa 7). Ventilatsioon ja infiltratsioon on arvestatud kordarvu alusel, tuginedes „Korterelamute enargiaauditite koostamise juhendile“, kus on soovitatud loomuliku ventilatsiooniga ruumide puhul kasutada väärtust 0,4 1/h ehk 0,3 l/s m<sup>2</sup> [8]. Olemasolev olukord on toodud tabelis (Tabel 2).

Tabel 2

Olemasolev olukord

Piirdetarindi nimetus	Pindala, m <sup>2</sup>	Soojusjuhtivus U, W/K	Soojuskaod läbi piirdetarindi W/K
Välissein 1	214,4	0,81	173,6
Välissein 2	28,5	0,39	11,1
Vahelagi (pööning)	138,8	0,92	127,7
Vahelagi (kelder)	134,2	0,59	79,2
Aknad (keskmine)	46,5	2,7 ja 1,6	95,9
Välisuks (puit)	3,9	2,0	7,8
		Kokku:	495,3
	Külmasilla pikkus, m	Joonkülmasilla juhtivus, W/K	Soojuskaod läbi külmasildade, W/K
Välissein-välissein	28,7	0,05	1,4
Välissein-pööningulagi	47,6	0,15	7,1
Keldri lagi-välissein	48,8	0,18	8,5

Aken seinakinnitus	155	0,01	1,6
Ukse seinakinnitus	11,8	0,01	0,1
		Kokku:	18,8
Välispiirde summaarne soojuserikadu köetava pinna kohta 1,88 W/(m <sup>2</sup> K)			
Kütteenergiakulu 225 kWh/m <sup>2</sup> a			
Aastane küttenegiakulu 61415 kWh/a			

Renoveerimata hoone tasakaalutemperatuuri 19,4 °C juures on hoone küttenegiakulu 225 kWh/(m<sup>2</sup>a) ehk 61415 kWh/a.

## 2.2. Pakett 0

Esimene ehk 0-pakett sisaldab hoonetes „igal juhul vajaminevate tööde tegemist“, mis tagab hoone edasise püsivuse ning sellega EVS-EN 15251 standardi alusel II sisekliima klassi. Nende tööde eesmärk on saavutada eelkõige hoone elamisväärsena säilimine. See pakett on ka järgnevate rekonstrueerimispakettide koostamise aluseks, kuna selles sisalduvad tööd tuleb hoone edasise säilimise ja hea sisekliima tagamiseks kindlasti ära teha. Kõnealune rekonstrueerimispakett on energiasäästupakettide tasuvusarvutuste aluseks [8].

### 2.2.1. Rekonstrueerimistööde meetmed

Antud pakettis on lahendustena ette nähtud käesolevas peatükis kirjeldatud tööd. Eemaldada sokli kohal olev fassaadilaudis ühe kuni kolme laua ulatuses ning fikseerida palkide kahjustuse ulatus. Soklil asetsevad kahjustunud palgid tuleb välja vahetada, proteesida või plommida. Sokli ja esimese palgirea vahele tuleb paigaldada hüdroisolatsioon, et välistada edaspidiseid niiskuskahjustusi. Peale kahjustatud palkide asendamist tuleb välispiirde palkide vahed tihendada takuga.

Eemaldada keldri vahelise laudise biokahjustustega lauad. Fikseerida kandetalade olukord, vajadusel teostada uuringud kandevõimele ning biokahjustuse liigile. Sõltuvalt uuringute tulemustest kahjustatud kandetalad kas asendada, plommida või jätta samad. Asendada kahjustatud keldrilae lauad. Keldris olevad mittevajalikud esemed ning jäätmed utiliseerida.

Utiliseerida pööningul olevad mittevajalikud esemed. Eemaldada olev katusekate ja vihmaveesüsteemi osad. Hinnata sarikate ja roovituse olukorda. Kahjustustega sarikad ja roovid asendada uutega, proteesida või plommida, sõltuvalt kahjustuse ulatusest. Paigaldada katusele ja vintskapile aluskate ja uus valtsplekist katusekate, vastavalt arhiivijoonistele ja „Miljöövärtningsliku

hoonestusala hoonete kaitse- ja kasutamistingimustele“. Hoovipool paikneva tuulekoja katus ehitada laiem, et eenduv serv kaitseks ust ülalt tuleva sadevee eest. Paigaldada uued harjaplekid ning korrastada tuulekasti lauad, paigaldada korrektne katuseeluuk, lumetökked ja käiguteed. Ehitada korstende ja tuulutuspüstakute läbiviikude tihe isolatsioon katusekattega. Korstnaotsad katta pleki- või betoonkraega ning paigutada peale sademekate ehk korstna müts, et kaitsta korstnapitsi ilmastikutingimuste eest ja hoida lõõrid kuivana.

Demonteerida vanad ukсед ning paigaldada uued ukсед. Uute uste tellimisel tuleb arvestada miljöövärtuslike eritingimustega hoone fassaadile, mistõttu peavad uued välisüksed olema projekteeritud analoogselt ehitusaegsetega. Olemasolevad ehitusaegsed puitaknad võimalusel renoveerida. Kui aknakonstruktsiooni kahjustused ei võimalda renoveerimist, siis tellida uued aknad vastavalt ajaloolistele vaadetele. Akende ümbruses olevad kahjustatud palgid tuleb välja vahetada. Väliste aknapalede paigaldamisel jälgida, et aknaplekkide ääred jääksid palede alla, et vihmavesi ei pääseks seina vahele. Pöörata tähelepanu, et aknaplekkide kalle oleks aknast eemale. Kõik olevad keldriaknad demonteerida ning tellida ja paigaldada uued puitraamid olevad aknad vastavalt ajaloolistele joonistele. Keldrite olemasolevad ukсед tihendada või paigaldada uued ukсед, mis hoone teiste välisustega kokku sobivad.

Olemasolev fassaadilaudis puhastada vanast värvist, orgaanikast ja mustusest. Lammutada varikatus, eemaldada oleva erkeri ülemiselt osalt plekist kate. Koos erkeri laudise ja katuse taastamisega, taastada ka hoone fassaadi vertikaallaudisega muster, vastavalt ehitusaegsetele joonistele. Uued voodrilaudise ja piirdeliistude detailid tuleb tellida ja paigaldada analoogsetena olemasolevatele, akende karniisid aga vastavalt ajaloolistele vaadetele. Paigaldada uued veelauad sokli kohale ning katta plekiga. Voodrilaudis, piirdeliistud, akna karniisid ning servapitsid tuleb värvida. Värvitoonid küsida piirkonna miljööala spetsialistilt, kes koostab sobiva värvikaardi.

Ehitada uuesti peaukse kohal olev varikatus. Koostöös restauraatoritega kaaluda olevate metallist konsoolide restaureerimist, kui see osutub võimatuks, valmistada uued analoogsed konsoolid ning paigaldada.

Kaevata vundamendi ümbrus lahti ja paigaldada hüdroisolatsioon, rajada drenaaž ning juhtida veed linna sadeveevõrku. Valada või laduda sillutisriba hoone hoovipoolsete seinte äärtesse, mis tuleb paigaldada kaldega hoonest eemale.

Paigaldada uus nõuetekohane ja hoone välisilmega sobiv vihmaveesüsteem ning juhtida sadevesi hoonest eemale.

Tellida vastavat kutsetunnistust omav pottsepp hindmaks hoone kogu küttesüsteemi seisukorda ning vajadusel korrastada või laduda uued küttesüsteemi osad.

Vastavalt siseõhu kvaliteedi mõõtmise tulemustele paigaldada reguleeritavad mürasummutiga tuulutusavad igasse eluruumi. Pesuruumide ja köökide ventilatsioon lahendada kohtäratõmbega ning suunata ventilatsioonikanalisse. Keldrisse ja pööningule rajada tuulutusavad.

## 2.2.2. Kütteenergia kulu

Meie poolt koostatud rekonstrueerimispakett 0 korral on lihtsustatud kütteenergiakulude arvutamisel aluseks võetud tasakaalutemperatuur 19,6 °C. Järgnevalt esitatud tabelist näeme, et renoveerimise pakett 0 puhul pigem kütteenergiakulu suureneb, kuna selle paketi raames tagatakse värskõhuklappidega õhuvahetus. Renoveerimise pakett 0 andmed on toodud tabelis (Tabel 3).

Tabel 3

Renoveerimise pakett 0

Piirdetarindi nimetus	Pindala, m <sup>2</sup>	Soojajuhtivus U, W/K	Soojuskaod läbi piirdetarindi W/K
Välissein 1	214,4	0,81	173,6
Välissein 2	28,5	0,39	11,1
Vahelagi (pööning)	138,8	0,92	131,9
Vahelagi (kelder)	134,2	0,59	127,7
Aknad (keskmine)	46,5	2,7 ja 1,6	95,9
Välisuks (puit)	3,9	0,8	3,1
		Kokku:	490,6
	Külmasilla pikkus, m	Joonkülmasilla juhtivus, W/K	Soojuskaod läbi külmasildade, W/K
Välissein-välissein	28,7	0,05	1,4
Välissein-pööningulagi	47,6	0,15	7,1
Keldri lagi-välissein	48,8	0,18	8,5
Aken seinakinnitus	155	0,01	1,6
Ukse seinakinnitus	11,8	0,01	0,1
		Kokku:	18,8



	Õhulekkearv		Soojuskaod läbi õhulekke, W/K
	6		47,4
Välispiirde summaarne soojuserikadu köetava pinna kohta 2,04 W/(m <sup>2</sup> K)			
Kütteenergiakulu 255,2 kWh/m <sup>2</sup> a			
Aastane kütteenergiakulu 69659 kWh/a			

### 2.2.3. Maksumus

Järgnevalt on antud orienteeruv ülevaade vajaminevate tööde maksumuse kohta tabelis (Tabel 4). Kalkulatsioonis on arvestatud, et renoveerimistöid teostab kuueliikmeline üldehitustöid valdav meeskond. Lisatud on materjalide, tarvikute kulu ja maksumus. Hinnad ei sisalda objekti insenertehnilisi palgakulusid, ettevõtte peakontori juhtimiskulusid, kasumit ega käibemaksu. Ajakulu, tööjõu vajadus ning tööde orienteeruv maksumus on saadud konsulteerides OÜ esindajaga, kes on varasemalt teostanud töid sarnastel objektidel.

Tabel 4

#### Renoveerimise pakett 0

Hoone osa	Parendusmeede	Maksumus eurodes
Seinad	Seinapalkide asendamine, plommimine, fassaadilaudise ja liistude puhastamine, värvimine.	6 190
Vundament, sokkel	Drenaaž, hüdroisolatsioon, sillutisriba, veeplekk	4 657
Katus	Valtsplekk, aurutõke, lumetõke, varikatus vihmaveesüsteem, korstnakate	9 993
Avatäited	Akende renoveerimine ja uued välisüksed	6 495
Ahjud	Olevate rekonstrueerimine/uute ehitamine,	3 000
Ventilatsioon	Värskeõhuklapid	298
Vesi ja kanalisatsioon	Vee ja kanalisatsioonisüsteemi torustiku isoleerimine	455
Muud kulud	Kõik lisa ja toetavad tööd	3 718
Kokku		34 807

## **2.3. Pakett 1**

Sellesse paketti jäävad kõik 0-paketi tööd, kuid lisanduvad välisseinade soojustamine 50 mm tuuletõkkeplaadiga, uue fassaadilaudise paigaldamine, pööningu vahelae soojustamine 100 mm mineraalvillaga, keldri vahelae soojustamine 100 mm mineraalvillaga ning korteripõhise soojustagastusega ventilatsiooni paigaldamine.

### **2.3.1. Rekonstrueerimistööde meetmed**

Eemaldada fassaadilaudis ning fikseerida palkide kahjustuse ulatus. Soklil asetsevad kahjustunud palgid tuleb välja vahetada. Sokli ja esimese palgirea vahele tuleb paigaldada hüdroisolatsioon, et välistada edaspidiseid niiskuskahjustusi. Peale kahjustatud palkide asendamist tuleb kogu välisseina palkide vahed tihendada takuga.

Eemaldada fibroliit ning keldri vahelae laudise biokahjustustega lauad. Fikseerida kandetalade olukord, vajadusel teostada uuringud kandevõimele ning biokahjustuse liigile. Sõltuvalt uuringute tulemustest kahjustatud kandetalad kas asendada, plommida või jätta samad. Asendada kahjustatud keldrilae lauad. Paigaldada mineraalvill 100 mm. Keldris olevad mittevajalikud esemed ning jäätmed utiliseerida.

Eemaldada olev katusekate ja vihmaveesüsteemi osad. Hinnata sarikate ja roovituse olukorda. Kahjustustega sarikad ja roovid asendada uutega või plommida, sõltuvalt kahjustuse ulatusest. Paigaldada katusele ja vintskapile aluskate ja uus valtsplekist katusekate, vastavalt arhiivijoonistele ja „Miljööväärtusliku hoonestusala hoonete kaitse- ja kasutamistingimustele“. Hoovipool paikneva tuulekoja katus ehitada laiem, et eenduv serv kaitseks ust ülalt tuleva sadevee eest. Paigaldada uued harjaplekid ning korrastada tuulekasti lauad, paigaldada korrektne katuseluuk, lumetõkked ja käiguteed. Ehitada korstende ja tuulutuspüstakute läbiviikude tihe isolatsioon katusekattega. Korstnaotsad katta pleki- või betoonkraega ning paigutada peale sademekate ehk korstna müts, et kaitsta korstnapitsi ilmastikutingimuste eest ja hoida lõõrid kuivana.

Pööningu vahelael olev liiv ja räbu kiht utiliseerida ning asendada see mineraalvillaga 100 mm. Ehitada käiguteed.

Demonteerida vanad ukсед ning paigaldada uued ukсед. Uute uste tellimisel tuleb arvestada miljööväärtuslike eritingimustega hoone fassaadile, mistõttu peavad uued välisukсед olema projekteeritud analoogselt ehitusaegsetega. Olemasolevad ehitusaegsed puitaknad võimalusel

renoveerida. Kui aknakonstruksiooni kahjustused ei võimalda renoveerimist, siis tellida uued aknad vastavalt ajaloolistele vaadetele. Akende ümbruses olevad kahjustatud palgid tuleb välja vahetada. Kõik olevad keldriaknad demonteerida ning tellida ja paigaldada uued puitraamid, mis on vastavalt ajaloolistele joonistele. Keldrite olemasolevad ukseid tihendada või paigaldada uued ukseid, mis hoone teiste ustega kokku sobivad.

Lammutada varikatus, eemaldada oleva erkeri ülemiselt osalt plekist kate. Paigaldada välisseinte soojustamiseks 50 mm soojustus-tuuletõkkeplaat. Tuuletõkkeplaadile kinnitada vertikaalne roovitus, mis toimib ühtlasi õhuvahena. Paigaldada kogu hoonele uus fassaadilaudis, mis on analoogne olemasolevaga. Taastada hoone fassaadi vertikaallaudisega muster, vastavalt ehitusaegsetele joonistele. Uued piirdeliistude detailid tuleb tellida ja paigaldada analoogsetena olemasolevatele, akende karniisid aga vastavalt ajaloolistele vaadetele. Välise aknapalede paigaldamisel jälgida, et aknaplekkide ääred jääksid palede alla, et vihmavesi ei pääseks seina vahele. Pöörata tähelepanu, et aknaplekkide kalle oleks aknast eemale. Paigaldada uued veelauad sokli kohale ning katta plekiga, jätta 10 mm vahe tuulutuseks. Voodrilaudis, piirdeliistud, akna karniisid ning servapitsid tuleb värvida. Värvitoonid küsida piirkonna miljööala spetsialistilt, kes koostab sobiva värvikaardi.

Ehitada uuesti peaukse kohal olev varikatus. Koostöös restauraatoritega kaaluda olevate metallist konsoolide restaureerimist, kui see osutub võimatuks, valmistada uued analoogsed konsoolid ning paigaldada.

Kaevata vundamendi ümbrus lahti ja paigaldada hüdroisolatsioon, rajada drenaaž ning juhtida veed linna sadeveevõrku [12]. Valada või laduda sillutisriba hoone hoovipoolsete seinte äärtesse, mis tuleb paigaldada kaldega hoonest eemale.

Paigaldada uus nõuetekohane ja hoone välisilmega sobiv vihmavesüsteem ning juhtida sadevesi hoonest eemale.

Tellida vastavat kutsetunnistust omav pottsepp hindmaks hoone kogu küttesüsteemi seisukorda ning vajadusel korrastada või laduda uued küttesüsteemi osad.

Vastavalt siseõhu kvaliteedi mõõtmise tulemustele paigaldada korteripõhised soojustagastusega ventilatsioonisüsteemid, mis võimaldavad sissepuhkeõhku soojendada. Pesuruumide ja köökide ventilatsioon lahendada kohtäratõmbega. Keldrisse rajada tuulutavad. Torustiku avad teha välisseinte ehitustöödega samal ajal.

### 2.3.2. Kütteenergia kulu

Renoveerimise pakett 1 korral välispiirete soojusjuhtivused ning soojuskaod läbi piirdetarindite ning külmasildade on esitatud tabelis (Tabel 5). Tulemustest on näha, et soojustuse lisamine välispiiretele vähendab märgatavalt hoone soojakadusid ning kütteenergiavajadust [11].

Tabel 5

Renoveerimise pakett 1

Piirdetarindi nimetus	Pindala, m <sup>2</sup>	Soojusjuhtivus, W/K	Soojuskaod läbi piirdetarindi W/K
Välissein 1	214,4	0,37	79,3
Välissein 2	28,5	0,24	6,8
Vahelagi (pööning)	138,8	0,25	34,7
Vahelagi (kelder)	134,2	0,21	28,2
Aknad (keskmine)	46,5	2,7 ja 1,6	95,9
Välisuks (puit)	3,9	0,8	3,1
		Kokku:	248,0
	Külmasilla pikkus, m	Joonkülmasilla juhtivus, W/K	Soojuskaod läbi külmasildade, W/K
Välissein-välissein	28,7	0,05	1,4
Välissein-pööningulagi	47,6	0,15	7,1
Keldri lagi-välissein	48,8	0,18	8,5
Aken seinakinnitus	155	0,01	1,6
Ukse seinakinnitus	11,8	0,01	0,1
		Kokku:	18,8
	Õhulekkearv		Soojuskaod läbi õhulekke, W/K
	3,0		23,7
Välispiirde summaarne soojuserikadu köetava pinna kohta 1,06 W/(m <sup>2</sup> K)			
Kütteenergiakulu 112,0 kWh/m <sup>2</sup> a			
Aastane kütteenergiakulu 30 563 kWh/a			

### 2.3.3. Maksumus

Järgnevalt on antud orienteeruv ülevaade vajaminevate tööde maksumuse kohta (Tabel 6). Kalkulatsioonis on arvestatud, et renoveerimistöid teostab enamasti kuueliikmeline üldehitustöid valdav meeskond. Lisatud on materjalide, tarvikute kulu ja maksumus. Hinnad ei sisalda objekti insenertehnilisi palgakulusid, ettevõtte peakontori juhtimiskulusid, kasumit ega käibemaksu. Ajakulu, tööjõu vajadus ning tööde orienteeruv maksumus on saadud konsulteerides OÜ esindajaga, kes on varasemalt teostanud töid sarnastel objektidel.

Tabel 6

#### Renoveerimise pakett 1

Hoone osa	Parendusmeede	Maksumus eurodes
Seinad	Seinapalkide asendamine/ plommimine, tihendamine takuga, soojustamine 50 mm tuuletõkkega, uue fassaadilaudise paigaldamine ja värvimine	14 687
Vahelaed	Pööningu vahelaed soojustus 100 mm, keldri vahelaed soojustus 100 mm	4 519
Vundament, sokkel	Drenaaž, hüdroisolatsioon, sillutisriba, veeplekk	4 657
Katus	Valtsplekk, aurutõke, lumetõke, varikatus vihmaveesüsteem, korstnakatte paigaldamine	9 993
Avatäited	Akende renoveerimine ja uued välisüksed	6 495
Ahjud	Olevate rekonstrueerimine/uute ehitamine	3 000
Ventilatsioon	Soojustagastusega ventilatsiooni ehitamine	18 000
Vesi ja kanalisatsioon	Vee ja kanalisatsioonisüsteemi torustiku isoleerimine	455
Muud kulud	Kõik lisa ja toetavad tööd	4 351
Kokku		66 157

### 2.4. Pakett 2

See pakett näeb ette, et teostatakse enamasti 1-paketi töid. Erisusena lisandub uue küttesüsteemi väljaehitamine, nimelt õhk-vesi soojuspumba ja madalatemperatuurilise radiaatorkütte süsteemile, millele lisandub vee soojendamise. Kaalutlusel oli päikesepaneelide paigaldamine hoone katusele.

Seda varianti lõputöös ei kasutatud, kuna katusele ei lubata installeerida päikesepaneele ning maapinnale ei ole tellija nõus neid paigaldama eemaldatavate puude arvelt. Maasoojuspumba paigaldamist ei võimalda hoovialal kasvavad õunapuud, mille juured saaksid tööde käigus kahjustatud, seetõttu pole krundil piisavalt pinda. Olevad ahjud jäävad korteritesse alles, et soovi korral saaks neid kasutada. Ventilatsioon lahendatakse paketi 2 hoone üldise soojustagastusega süsteemiga, et ka kasutusel mitteolevates korterites oleks tagatud stabiilne sisekliima, mis peab vastama klassile II [8]. Paketi 2 andmed on esitatud tabelis (Tabel 7).

#### 2.4.1. Rekonstrueerimistööde meetmed

Rekonstrueerimistööde järjekord on sarnane paketi 1 kirjeldatule. Korrastada hoone keldri ruum selliselt, et sinna saab rajada tehnoruumi soojuspumba sisemooduli tarvis. Paigaldada elamu sisehoovi õhk-vesi soojuspumba välimoodul. Ehitada välja radiaatorite ja torustiku süsteem ning ühendada soojuspumbaga. Seejärel teostada seadistused. Töö näeb ette ehituse käigus kahjustada saanud siseviimistluse taastamise.

#### 2.4.2. Kütteenergia kulu

Renoveerimise paketi 2 korral välispiirete soojusjuhtivused, soojuskaod läbi piirdetarindite ning külmasildade on esitatud tabelis (Tabel 7).

Tabel 7

Renoveerimise pakett 2

Piirdetarindi nimetus	Pindala, m <sup>2</sup>	Soojajuhtivus, W/K	Soojuskaod läbi piirdetarindi W/K
Välissein 1	214,4	0,37	79,3
Välissein 2	28,5	0,24	6,8
Vahelagi (pööning)	138,8	0,25	34,7
Vahelagi (kelder)	134,2	0,21	28,2
Aknad (keskmise)	46,5	2,02	95,9
Välisuks (puit)	3,9	0,8	3,1
		Kokku:	248,0
	Külmasilla pikkus, m	Joonkülmasilla juhtivus, W/K	Soojuskaod läbi külmasildade, W/K
Välissein-välissein	28,7	0,05	1,4

Välissein-pööningulagi	47,6	0,15	7,1
Keldri lagi-välissein	48,8	0,18	8,5
Aken seinakinnitus	155	0,01	1,6
Ukse seinakinnitus	11,8	0,01	0,1
		Kokku:	18,8
	Õhulekkearv		Soojuskaod läbi õhulekke, W/K
	3,0		23,7
Välispiirde summaarne soojuserikadu köetava pinna kohta 1,06 W/(m <sup>2</sup> K)			
Kütteenergiakulu 112,0 kWh/m <sup>2</sup> a			
Aastane kütteenergiakulu 30563 kWh/a			

### 2.4.3. Maksumus

Järgnevalt on antud orienteeruv ülevaade vajaminevate tööde maksumuse kohta (Tabel 8). Kalkulatsioonis on arvestatud, et renoveerimistöid teostab enamasti kuueliikmeline üldehitustöid valdav meeskond. Lisatud on materjalide, tarvikute kulu ja maksumus. Hinnad ei sisalda objekti insenertehnilisi palgakulusid, ettevõtte peakontori juhtimiskulusid, kasumit ega käibemaksu. Ajakulu, tööjõu vajadus ning tööde orienteeruv maksumus on saadud konsulteerides OÜ esindajaga, kes on varasemalt teostanud töid sarnastel objektidel.

Tabel 8

#### Renoveerimise pakett 2

Hoone osa	Parendusmeede	Maksumus eurodes
Seinad	Seinapalkide asendamine/ plommimine, tihendamine takuga, soojustamine 50 mm tuuletõkkega, uue fassaadilaudise paigaldamine ja värvimine	14 687
Vahelaed	Pööningu vahelaed soojustus 100 mm, keldri vahelaed soojustus 100 mm	4 519
Vundament, sokkel	Drenaaž, hüdroisolatsioon, sillutisriba, veeplekk	4 657

Hoone osa	Parendusmeede	Maksumus eurodes
Katus	Valtsplekk, aurutõke, lumetõke, varikatus vihmaveesüsteem, korstnakatte paigaldamine	9 993
Avatäited	Akende renoveerimine ja uued välisüksed	6 495
Ahjud	Olevate rekonstrueerimine/uute ehitamine	3 000
Küttesüsteem	Õhk-vesi soojuspumba ja madalatemperatuurilise radiaatorkütte süsteemi väljaehitamine koos vee soojendamisega	8 863
Ventilatsioon	Soojustagastusega tsentraalse ventilatsiooni väljaehitamine	7 884
Vesi ja kanalisatsioon	Vee ja kanalisatsioonisüsteemi torustiku isoleerimine	455
Muud kulud	Kõik lisa ja toetavad tööd	10 684
Kokku		71 237

## 2.5. Rekonstrueerimispakettide tasuvus

Kuna majas on ahjud ja küttena kasutatakse puitu, siis puidukütte puhul arvestatakse 1 kWh=3,5 senti (ehk 0.035 eurot). Aastas vajaminev orienteeruv kütteenergiavajadus on säästupaketi ehk „Pakett 0“ korral 69 659 kWh/a, mille korral on kulu küttepuudele 2194 eurot aastas, moodustades 90% ning elektrile 2090 eurot aastas, mis moodustab 10% kogu tarbitud energiast. Saadud kulu küttele võetakse aluseks järgmiste renoveerimispakettide tasuvusaja arvutamisel. Arvutustes arvestame intressi 4% aastas. Arvutustel on kasutatud diskonteeritud tasuvusaja meetodit, millega arvestatakse raha väärtuse muutumist ajas.

„Pakett 1“ korral on aastane küttevajadus 30 563 kwh/a. Puiduküttega (90%) saadakse, et aastas kulub küttele 963 eurot ning elektriküttega (10%) 917 eurot, võrreldes „Pakett 0“ küttele kuluva summaga, säästetakse selle variandi korral 2404 eurot aastas. Investeering renoveerimistöodele oleks 66 157 eurot. Tasuvusaja arvutamiseks on investeeringuna arvestatud neid töid, mille teostamise järgselt väheneb hoone kütteenergiavajadus. Pakett 1 korral on selliseks investeeringuks 32 252 eurot, seega tuleb lihttasuvusajaks 13,4 aastat ja diskonteeritud tasuvausajaks 19,6 aastat.



Pakett 2 korral on aastane küttevajadus 30 563 kwh/a. Puiduküttega (50%) saame, et aastas kulub küttele 891 eurot ning õhk-vesi soojuspumbaga (50%) 873 eurot, võrreldes „Pakett 1“ küttele kuluva summaga, säästame selle variandi korral 2519 eurot aastas. Investeering renoveerimistöödele oleks 71 237 eurot. Energiasäästu andvate tööde maksumus on 30 999 eurot, lihttasuvusajaks tuleb 12,3 aastat. Diskonteeritud tasuvusajaks tuleb 17,3 aastat. Tasuvusaja arvutused on toodud lisas (Lisa 8).

## **2.6. Ehitustööde organiseerimine paketi 1 näitel**

Järgnevas peatükis on antud ülevaade ehitustööde organiseerimisest, läbiviimisest, ohutusnõuetest, kui rekonstrueerimiseks valitakse pakett 1. Valitud paketi on kirjeldatud tööd, mis suure tõenäosusega ka töösse lähevad. Hoone lähteandmed ning kirjeldus on antud eelnevates peatükkides, kus on ühtlasi ka kirjeldatud hoonel esinevaid puudusi ja kahjustusi. Enne ehitustöödega alustamist tuleb hoonele koostada ehitusprojekt ning hankida kooskõlastused võrguvaldajatelt ning kinnitada ehitusteatis omavalitsuses [13] [14]. Seejärel leida ja sõlmida lepingud ehitaja ning omaniku järelevalvega. Kõik ehitustööd valitud paketi korral on soovitatav teostada ühes etapis. Vajadusel võib sisetöid teostada hiljem, kuid sel juhul pikeneb ka ehitusprotsess ning kasutusteatis esitamise aeg.

Ehitustööde käigus tuleb kinni pidada Eesti Vabariigi territooriumil asjasse puutuvatest seadustest, määrustest, eeskirjadest ja selleks volitatud ametiisikute ettekirjutustest:

- Vabariigi Valitsuse 01.07.2009. a määrust nr 377 Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded ehituses;
- ehitustööd teha Hea Ehitustava (ET-1 0207-0068) kohaselt;
- ehitustööde kvaliteet peab üldjuhul vastama RYL-iga määratud 2. kvaliteediklassi nõuetele;
- MaaRYL 2010 - Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Hoone ehituse pinnasetööd;
- TarindiRYL 2010 - Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Hoone kande- ja piirdetarandid;
- ViimistlusRYL 2000 - Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Viimistlustööd ja sisetarandid;
- MaalritöödeRYL 2001 - Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Maalritööd ja viimistlus-kombinatsioonid;
- Hoone tehnosüsteemide RYL 2002 osa I ja II - Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded;
- InfraRYL 2006 osa I ja II;
- EVS 843:2003 Linnatänavad;
- EVS 812-7:2008 Ehitiste tuleohutus. Osa 7: Ehitistele esitatavad põhinõuded, tuleohutusnõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus;
- kõikide paigaldatavate materjalide paigaldus- ja hooldusjuhendid.

Tööohutuse tagamisel jälgida kindlasti, et kõikidel töötajatel oleks kasutusel isikukaitsevahendid nagu kiiver, prillid, turvasaapad, mask ja kindad. Töötsoon varustada piirdega ja märgistada. Esmaabi ning tulekustutusvahendid paigaldada ehitussoojakusse. Soojakute ja ladustusala asukohad on näidatud ehitusplatsi plaanil (Lisa 9).

### **2.6.1. Ehitusplatsi kirjeldus ja vajaminevad seadmed**

Olemasolev aed eemalda vajalikus mahus ning rajada ehitusaegne ajutine piirdeaed, et oleks võimalik transportida objektile soojak, välikäimla ning ehitusmaterjalid. Ehitusmaterjalide kinni katmiseks kasutada presentii või rajada ajutine varikatus. Objekt varustada infotahvliga teostatavate tööde, kestvuse ning läbiviijate kontaktidega. Kuna hoone külgnab kõnniteede ning tänavatega, siis tuleb paigaldada ka ajutised liiklusemärgid, millega suunata jalakäijad ning autod eemale. Prügikonteiner paigutada hoone olemasolevale sissesõidu teele, mis asub kirde küljel. Ajutiselt võib konteiner paikneda kõnniteel. Kõik objektile olevad puud tuleb kaitsta, tõmmates nõõriga puudele tollised lauad ümber või mõnel teisel viisil. Objekti ehitusel vajaminev vesi ja elekter saadakse hoonest, kus tehakse ajutised ühendused maja üldiste süsteemidega. Kui töid teostatakse pimedal ajal, siis tuleb ehitusplatsi valgustamiseks kasutada prožektoreid. Prožektoreid läheb tarvis veel ka keldrilae rekonstrueerimisel ning soojustamisel, samuti ka katusetöödel ning põõningulae soojustamisel. Hoone ümber püstitatakse ehituse ajaks tellingud fassaadi ja katusetööde tegemiseks. Kuna hoovipoolne pinnas on pehme, siis kasutada alustugesid selliselt, et välistada tellingute libisemine. Tellingud varustada ka kaitsepiiretega ohutuse tagamiseks. Kuna ehitusala on kitsas, siis vajaminevad materjalid ja masinad tarnida platsile vastavalt vajadusele. Peamised töövahendid on käsi-, elektri- ja akutööriistad ning viimistlusvahendid. Pinnase kaevamiseks on vaja miniekskavaatorit ja hiljem tihendamiseks vibroplaati.

### **2.6.2. Tööde teostamise järjekord**

Kui ehitusobjekt on töödeks ettevalmistatud, siis võib alustada ehitustöid tellingute nõuetekohase paigaldamisega. Seejärel eemaldada vihmaveetorud, varikatus peaukse kohalt, erkeri katteks olev plekk ja fassaadilaudis kogu hoonelt ning fikseerida seinapalkide kahjustuse ulatus. Teostada kahjustunud palkide välja vahetamine, proteesimine või plommimine, sokli kohal ja akende ümbruses. Sokli ja esimese palgirea vahele paigaldada hüdroisolatsioon. Järgmisena tihendada kõik välisseina palkide vahed takuga.

Samal ajal võib teostada töid keldris, kus eemaldada fibroliid ning kõik keldri vahelae laudise biokahjustustega lauad. Fikseerida kandetalade olukord ning vajadusel teostada uuringud

kandevõimele ning biokahjustuse liigile. Sõltuvalt uuringute tulemustest või visuaalsest hinnangust, kahjustatud kandetalad kas asendada, plommida või jätta samad. Asendada kõik kahjustatud keldrilae lauad. Paigaldada mineraalvill. Keldris olevad mittevajalikud esemed ning ehitusjätmed utiliseerida.

Enne katusetöödega alustamist tühjendada ja utiliseerida pööningul olevad esemed. Eemaldada olev katusekate, milleks on eterniit. Väga oluline on jälgida sealjuures ohutusnõudeid, mis on kehtestatud töödele asbesti sisaldavate materjalidega. Peale sarikate ja roovide olukorra hindamist tuleb kahjustustega sarikad ja roovid asendada uutega või plommida, sõltuvalt kahjustuse ulatusest. Paigaldada katusele ja vintskapile aluskate ja valtsplekist katusekate. Ehitada hoovipool paikneva tuulekoja katusele laiem karkass ning paigaldada samuti katusekate. Paigaldada harjaplekid, korrektne katuseeluuk, lumetõkked ja käiguteed. Katusekatte paigaldamisel teostada korstende ja tuulutuspüstakute läbiviikude tihe isolatsioon katusekattega. Korstnaotsad katta vastavalt projektile kas pleki- või betoonkraega ning paigutada peale sademekate.

Pööningu vahelael olev liiva ja räbu kiht eemaldada ning utiliseerida. Seejärel paigaldada mineraalvill. Ehitada käiguteed hilisema hoolduse ja kasutamise tarvis.

Demonteerida vanad ukсед ning paigaldada uued ukсед puhastatud avadesse. Olemasolevatel ehitusaegsetel puitakendel eemaldada mustus ja vana värv. Vajadusel tihendada klaasid aknakitiga ning katta raamid uue värvikihiga. Kõik olevad keldriaknad demonteerida ja paigaldada korrastatud avadesse uued puitraamid, mis on aknad. Keldrite olemasolevad ukсед tihendada või paigaldada uued ukсед, vastavalt projektile.

Enne soojustuse paigaldamist teha välisseintesse avad ventilatsiooni tarvis. Paigaldada välisseintele soojustus-tuuletõkkeplaat alusseibide ja naeltega või kruvidega. Tuuletõkkeplaadile kinnitada vertikaalne roovitus distantspuksidega, mis toimib ühtlasi õhuvahena [15]. Paigaldada kogu hoonele uus fassaadilaudis nii horisontaalne kui ka vertikaalne, vastavalt projektile. Paigaldada piirdeliistud, akende karniisid ning tuulekasti lauad. Väliste aknapaalede paigaldamisel jälgida, et aknaplekkide ääred jääksid palede alla, et vihmavesi ei pääseks seina vahele. Pöörata tähelepanu, et aknaplekkide kalle oleks aknast eemale. Paigaldada uued veelauad sokli kohale, kaldega seinast eemale ning katta plekiga. Jätta 10 mm vahe veelaua ja fassaadilaua vahele fassaadi tuulutuseks. Voodrilaudis, piirdeliistud, akna karniisid ning servapitsid tuleb värvida.

Ehitada uuesti peaukse kohal olev varikatus, millele paigaldada katusekate ning restaureeritud konsoolid.

Paigaldada vihmaveesüsteem, sealjuures jälgida, et renni välisserv ei jääks lume langemise teele ette. Seetõttu paigaldada renni välisserv kõrgeimas punktis 15..20 mm katuskatte mõttelisest pikendusest allapoole. Katusekate peab paiknema renni kohal nii, et 2/3 rennist jääb avatuks. Kindlasti tagada, et kalded oleks piisavad kogumistoru suunas. Renni kinnituste samm olgu soovituslikult 600..700mm. Liitekohtades teha ülekatted õiget pidi ja veetihedad. Kasutada tuleb tooteid, mis tagavad vähima arvu erinevaid liitekohti [16]. Allajuhtivate kogumistorude veesülitid paigaldada maapinnast umbes 20 cm kõrgusele, et juhtida sadevesi hoonest eemale nii, et ei teki pritsmeid. Maapinnale paigaldada betoonist vihmaveerenni päised ja edasijuhtivad rennid.

Kaevata vundamendi ümbrus lahti kogu hoone perimeetril. Nende tööde käigus tuleb jälgida tehnovõrkude paiknemist, vajadusel teha kaevad käsitsi tehnovõrguvaldajate juuresolekul ja/või nõusolekul. Seejärel paigaldada hüdroisolatsioon, rajada drenaaz ning ühendada drenaazitorustik linna sadeveevõrguga. Teostada süvendi tagasitäide killustiku ning kruusaga ning tihendada kihtide kaupa. Valada või laduda sillutisriba hoone hoovipoolsete seinte äärtesse, mis tuleb teostada kaldega hoonest eemale. Tänaval taastada asfaltkate, kaldega hoonest eemale.

Fassaadile paigaldada tänavasildid ja lipualus. Nende tööde lõppemisel saab tellingud eemaldada.

Paigaldada korteripõhine soojustagastusega ventilatsioonisüsteem. Korrastada ehitusplats, eemaldada soojak ja välikäimla, taastada haljastus, paigaldada tagasi puidust piirdeaed.

Tööde teostamise ja tööjõuvajaduse graafik on toodud lisas (Lisa 10).

### 3. KELDRI VAHELAE TALA TUGEVUSARVUTUSED

Hoone keldri vahelae talale on teostatud kontrollarvutused peamistele sisejõududele ja kontrollitud kande ja kasutuspiirseisundis. Arvutused on teostatud standardi „EVS-EN 1995-1-12005+NA2007+A12008+NA2009 Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1 Üldist“ järgi [17]. Arvutuste eesmärk on kontrollida, kas tala vastab esitatud nõuetele.

#### 3.1. Lähteandmed

Sildeava:  $L= 4$  m

Ristlõike laius:  $b= 125$  mm

Ristlõike kõrgus:  $h= 200$  mm

Talade samm:  $s= 700$  mm

Toepikkus:  $l= 100$  mm

Tugevusklass: C24

Tala paiknemine: horisontaalne

Keldri vahelaele mõjuvad normatiivsed koormused:

Omakaalukoormus  $g_k= 1,861$  kN/m

Kasuskoormus A klass:  $q_k= 2,0$  kN/m<sup>2</sup> => 1,4 kN/m

Kasuskoormus A klass:  $Q_k= 2,0$  kN

Tala materjali normatiivsed omadused:

Paindetugevus:  $f_{m,g,k}= 24$  N/mm<sup>2</sup>

Nihketugevus:  $f_{v,g,k}= 4,0$  N/mm<sup>2</sup>

Muljumistugevus ehk survetugevus ristikiudu:  $f_{c,90,g,k}= 2,5$  N/mm<sup>2</sup>

Keskmine elastsusmoodul pikikiudu:  $E_{0,g,mean}= 11000$  N/mm<sup>2</sup>

Elastsusmooduli 5% väärtus pikikiudu:  $E_{0,g,05}= 7400$  N/mm<sup>2</sup>

Koormuse kestvusklass: alaline

Kasutusklass: 2

Materjali osavarutegur saepuidul:  $\gamma_M= 1,3$

Modifikatsioonitegur:  $k_{mod}= 0,6$

Ristlõiketegur:  $k_h = 1,0$

Süsteemi tugevustegur:  $k_{sys} = 1,1$

Deformatsioonitegur kasutusklass 2 korral:  $k_{def} = 0,80$

### 3.2. Arvutuste tulemused

Järgnevalt on antud arvutuste tulemustest ülevaade tabelis (Tabel 9), millest saab järeldada, et talale esitatud tugevus-, stabiilsus- ja jäikusnõuded on tagatud. Tala on arvutatud ühesildelise lihttalana, mis on kaetud laudise ja fibroliidiga ning paikneb kütmata ruumis. Vahelae skeem on toodud joonisel (Joonis 4).

Tabel 9

Arvutustulemuste koondtabel

Materjali arvutuslikud omadused	
Paindetugevus $f_{m,g,d}$	12,19 N/mm <sup>2</sup>
Lõiketugevus $f_{v,g,d}$	2,03 N/mm <sup>2</sup>
Muljumistugevus $f_{c,90,g,d}$	1,27/mm <sup>2</sup>
Talale mõjuvad koormused	
Omakaalukoormus ja kasuskoormus joonkoormusena $p_d$	4,33 kN/m
Omakaalukoormus ja kasuskoormus punktkoormusena $Q_d$	2,23 kN/m 3,0 kN
Arvutuslikud maksimaalsed sisejõud (kandepiirseisund)	
Paindemoment $M_{d,1}$	8,67 kNm
Paindemoment $M_{d,2}$	7,47 kNm
Põikjõud $V_{d1}$	8,66 kN
Põikjõud $V_{d2}$	7,5 kN
Tugevustingimuste kontrollimine	
Ristlõike vastupanumoment $w$	833333 mm <sup>3</sup>
Arvutuslik paindepinge $\delta_{m,d}$	10,4 N/mm <sup>2</sup>
Ristlõike pindala $A$	25000 mm <sup>2</sup>
Arvutuslik nihkepinge $\tau_d$	0,52 N/mm <sup>2</sup> MPa
Efektiivne muljumispindala $A_{ef}$	12500 mm <sup>2</sup>

Arvutuslik muljumispinge $\sigma_{c,90,d}$	0,69/mm <sup>2</sup>
Kriitiline paindepinge $\sigma_{m,crit}$	112,7 N/mm <sup>2</sup>
Suhteline saledus paindel $\lambda_{rel,m}$	0,46
Kiivetegur $k_{crit}$	1 ( $\lambda_{rel,m} \leq 0,75$ )
Paigutised (kasutuspiirseisund)	
Hetkeline paigutis omakaalukoormusest $w_{inst}$	6,77 mm
Hetkeline paigutis lubatud $w_{inst,lim}$	10 mm
Lõplik paigutis omakaalukoormusest $w_{fin}$	12,18 mm
Lõplik paigutis lubatud $w_{net,fin,lim}$	13,33 mm

## KOKKUVÕTE

Käesolevas töös on käsitletud kortermaja olemasolevat olukorda. Hoone osade lähemal uurimisel selgus, et peamised rekonstrueerimist vajavad osad on katus, vihmaveesüsteem, avatäited, fassaad ja ebapiisav ventilatsioon. Katuse põhiprobleem oli ebatihedus, mille lahenduseks pakuti katusekatte vahetamist. Vihmaveesüsteem on roostetanud ning osaliselt puudulik ning tuleb terviklikult asendada. Fassaad ja avatäited on bioloogiliste kahjustustega, töö autor soovib avatäited puhastada ja värvida ning fassaadilaudis asendada uuega. Korterites läbi viidud temperatuuri ja suhtelise õhuniiskuse mõõtmiste tulemusel on saadud ülevaade, et need jäävad eluruumidele esitatud nõuete lubatud piiridesse. Süsinikdioksiidi mõõtmisel selgub, et öösiti tõuseb selle tase üle eluruumidele kehtestatud nõuete lubatud piiri, kui ruumis viibib mitu inimest. Seetõttu on õhuvahetuse tagamine mehhaanilise ventilatsiooniga vajalik. Ülejäänud tehnosüsteemide olulisi puudusi visuaalsel vaatlusel ei täheldanud. Nende puuduste kõrvaldamisel pikeneb maja eluiga. Kuna hoone paikneb miljöövärtuslikus piirkonnas, siis fassaadi korrastamise tulemusel sulandub hoone ümbruskonnaga ning täiendab miljööala terviklikkust. Kandetalade kontrollarvutused näitasid, et talale esitatud tugevus-, stabiilsus- ja jäikusnõuded on tagatud.

Hoonele on koostatud kolm rekonstrueerimise paketti, arvatud nende maksumused ning teostatud tasuvusarvutused. Kõikides pakettides välja toodud vajalike tööde ja materjalide ning masinate kulu kohta on tehtud orienteeruvad maksumuste kalkulatsioonid. Tasuvusarvutuste tegemiseks on koostatud lihtsustatud kütteenergiakulu arvutused nii olemasoleva seisukorra alusel kui ka erinevate välja pakutud rekonstrueerimise pakettide kohta. Pakutud lahenduste võrdlusel saab hinnata, et minimaalsete vajalike tööde teostamisel paraneb hoone sisekliima, kuid suureneb kütteenergia vajadus paketi 0. Paketi 1 väljapakutud minimaalne soojustuse lisamine välisseintele ning keldri ja pööningu vahelagedele ning soojustagastusega ventilatsiooni väljaehitamine vähendab kütteenergiatarvet. Välja pakutud rekonstrueerimise pakettides on lähtutud eelkõige hoone eripärast, sest hoones olevad ühetoalised korterid, on peamiselt üürikorteritena kasutusel, samuti on arvestatud miljööala piirangutega. Seetõttu on kõige ratsionaalsem pakett 1, mis on koostatud selliselt, et sisaldab nii hädavajalikke töid kui ka soojusmugavust tõstvaid töid ning on maksumuselt soodsam.



Nimetatud paketi kohta on koostatud ehitustööde organiseerimise kava orienteeruva kestvusega kolm kuud. Pikema ehitustegevuse kestuse võivad tingida piirdekonstruktsioonide avamisel ilmnevad ettenägematud asjaolud, ilmastikuolud, ehitusmeeskonna suurus, või üldine tööde sujuvus.

## SUMMARY

*An Analysis of the Situation at the  
Work*

*Apartment Building and Proposals for Renovation*

This paper deals with the present state of the building at                      A closer look at the building components revealed that a renovation is needed most urgently for the roof, the rainwater drainage system, cavity barriers and the façade in order to fix the insufficient ventilation.

The main problem with the roof was insufficient proofing for which the proposed solution was to replace the roof covering. The rainwater drainage system is not only corroded but also incomplete and must be completely replaced. The façade and the cavity barriers are biodamaged, therefore the author recommends cleaning and painting the cavity barriers and replacing the wood cladding. The temperature and average humidity measurements carried out in the flats were within limits set for dwellings. Measuring carbon dioxide showed that when several occupants are in the flat during night the levels of CO<sub>2</sub> exceed current standards for dwellings. That necessitates using mechanical ventilation to guarantee air exchange.

With other technical building systems no major shortcomings were evident during a visual inspection. Addressing the identified shortcomings will prolong the design life of the building. Since the building is located in an architectural landmark district, the façade works will also serve to give the building an appearance that fits the neighbourhood and complements the surroundings. Design verification calculations for girders proved that the strength requirements, stability requirements and rigidity requirements are met.

Three renovation packages have been drawn up, along with the corresponding cost, and profitability calculations. Every proposed package includes indicative cost calculations, incl. cost estimations for all necessary works, materials and equipment. In order to get inputs for profitability calculations the simplified thermal energy cost was calculated on the basis of proposed renovation packages.

By comparing proposed solutions it can be concluded that completing the essential works will improve the building indoor climate, but package 0 will also increase the need for heating energy. The installed essential insulation on the external walls and inserted ceilings at cellar and attic level plus finishing the heat recovery ventilation – as proposed under package 1 – reduces heating energy consumption.

Proposed renovation packages reflect in particular the specific nature of the building, i.e most flats in the building being single room rental flats. In addition the restrictions applicable in an architectural landmark district were taken into account. Based on afore mentioned conclusion the most practical solution is work package 1 that is designed to include both essential works and works to improve thermal comfort at optimaal value. For package 1 an organizational Schedule with an estimated duration of 3 months has been drawn up. Possible factors that might cause a delay are unforeseen problems with the envelope elements, weather conditions, size of the construction crew and general problems at the building site.

## VIIDATUD ALLIKAD

- [1] „<http://www.onsetcomp.com>,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/u12-013>. [Kasutatud 25 aprill 2018].
- [2] „Maa-ameti geoportaal,“ [Võrgumaterjal]. Available: [http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app\\_id=UU204&user\\_id=at&bbox=540620.163414633,6589446.14634146,540665.02195122,6589468.94634146&setlegend=UUS204\\_2\\_kpo=1&LANG=1](http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU204&user_id=at&bbox=540620.163414633,6589446.14634146,540665.02195122,6589468.94634146&setlegend=UUS204_2_kpo=1&LANG=1). [Kasutatud 12 aprill 2018].
- [3] „Ehitusregister,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.tallinn.ee/Teenus-Ehitusluba,-ehitusteatis>. [Kasutatud 12 aprill 2018].
- [4] „Ehitisregister,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.ehr.ee/app/w/page?3>. [Kasutatud 12. aprill, 2018].
- [5] „Miljööväärtslikud piirkonnad Tallinnas,“ 2005. [Võrgumaterjal]. Available: [https://www.tallinn.ee/est/ehitus/pelgulinn\\_2015.pdf](https://www.tallinn.ee/est/ehitus/pelgulinn_2015.pdf). [Kasutatud 12. aprill, 2018].
- [6] Tallinna Linnaplaneerimise Amet, „Põhja-Tallinna linnaosa üldplaneering,“ 2017. [Võrgumaterjal]. Available: [https://www.tallinn.ee/est/ehitus/pohjatallinnaupseletuskiri\\_juuni\\_2017](https://www.tallinn.ee/est/ehitus/pohjatallinnaupseletuskiri_juuni_2017). [Kasutatud 12. aprill, 2018].
- [7] „Miljööväärtsliku hoonestusala hoonete kaitse- ja kasutamistingimused,“ 2012. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.tallinn.ee/est/ehitus/Uldised-tingimused-hoonete-rekonstrueerimiseks-2>. [Kasutatud 12. aprill, 2018].
- [8] „Korterelamute energiaauditite koostamise juhend,“ 2015. [Võrgumaterjal]. Available: [http://kredex.ee/public/Energiatohusus/Korterelamute\\_energiaauditite\\_koostamise\\_juhend.pdf](http://kredex.ee/public/Energiatohusus/Korterelamute_energiaauditite_koostamise_juhend.pdf). [Kasutatud 13. aprill, 2018].
- [9] „Wienerberger.ee,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://wienerberger.ee/toodetest/tellistest-korstna-ehitamine>. [Kasutatud 13. aprill, 2018].

- [10] S. Käärid, Hoonete remont ja rekonstrueerimine, Tallinna Tehnikakõrgkool, 2004.
- [11] „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded,“ 2018. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/105062015015>. [Kasutatud 29 aprill 2018].
- [12] „Maaelamute sisekliima, ehitusfüüsika ja energiasääst I,“ Kredex, [Võrgumaterjal]. Available: [http://www.kredex.ee/public/Uuringud/TTY\\_maaelamu.pdf](http://www.kredex.ee/public/Uuringud/TTY_maaelamu.pdf). [Kasutatud 2018 aprill 2018].
- [13] „Ehitusseadustik,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/103032017002>. [Kasutatud 30. aprill, 2018].
- [14] „Majandus- ja taristuministri määrus nr 97 "Nõuded ehitusprojektile",“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/118072015007>. [Kasutatud 26. aprill, 2018].
- [15] Tooted „<https://www.isover.ee>,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.isover.ee/tooted/isover-rkl-31>. [Kasutatud 30 aprill 2018].
- [16] Vihmaveesüsteemid „<https://www.toode.ee>,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.toode.ee/juhendid/paigaldusjuhised/vihmaveesusteem/>. [Kasutatud 29 aprill 2018].
- [17] Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1 Üldist, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2009.
- [18] EVS, 908-1:2016\_Hoone piirdetarindi soojuslähivuse arvutusjuhend. Osa 1, Eesti Standardikeskus: Tallinn, 2016.
- [19] „EVS 908-1:2010 Hoone piirdetarindi soojusjuhtivuse arvutusjuhend,“ [Võrgumaterjal]. Available: [www.evs.ee](http://www.evs.ee). [Kasutatud 30 aprill, 2018].
- [20] „Hoonete energiatõhususe arvutamise meetodika,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/118102012001>. [Kasutatud 26 aprill 2018].
- [21] EVS EN ISO 13370:2008, Hoonete soojuslik toimivus. Soojuslevi pinnases. Arvutusmeetodid, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2008.
- [22] Tiit Masso, Ehituskonstruktori käsiraamat, Tallinn: Ehitame kirjastus, 2010.
- [23] S. Ilomets, „Impact of linear thermal bridges on thermal transmittance of renovated apartment buildings,“ Journal of Civil Engineering and Management , pp. 96-104, 13 06 2016.

## **LISAD**

**Lisa 1. Hoone ajaloolised plaanid**

**Lisa 2. Hoone ajaloolised lõiked ja vaated**

**Lisa 3. Hoone eksplikatsioon**

**Lisa 4. Miljööväärtusliku hoonestusala hoonete kaitse- ja kasutamistingimused**

**Lisa 5. Tehnorajatiste kaitsevööndid**

**Lisa 6. Kütteenergia kulu arvutused**

**Lisa 7. Energiaarvutuste lähteandmete esitamine**

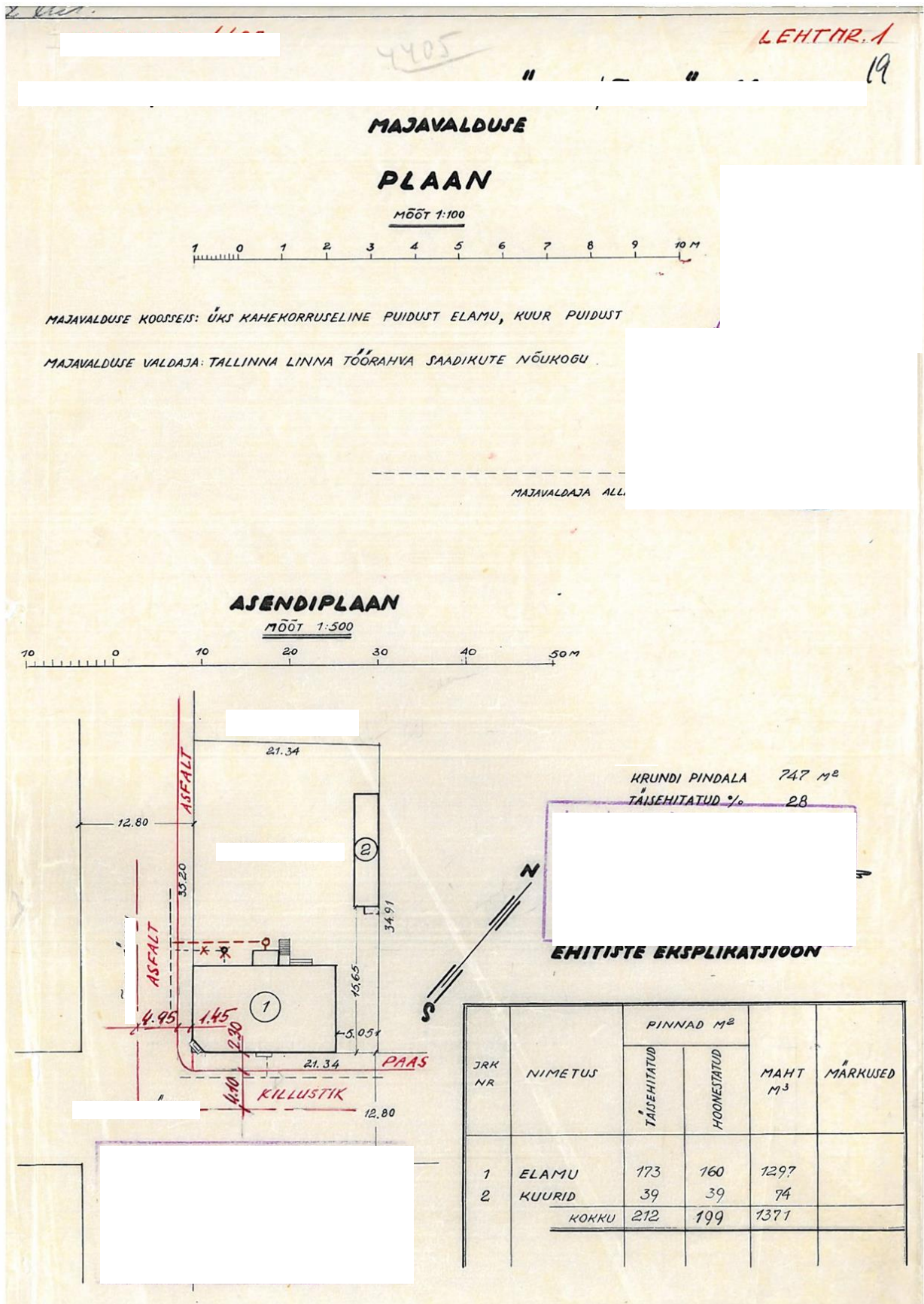
**Lisa 8. Diskonteeritud tasuvusarvutused**

**Lisa 9. Ehitusplatsi plaan**

**Lisa 10. Tööjõuvajaduse graafik**

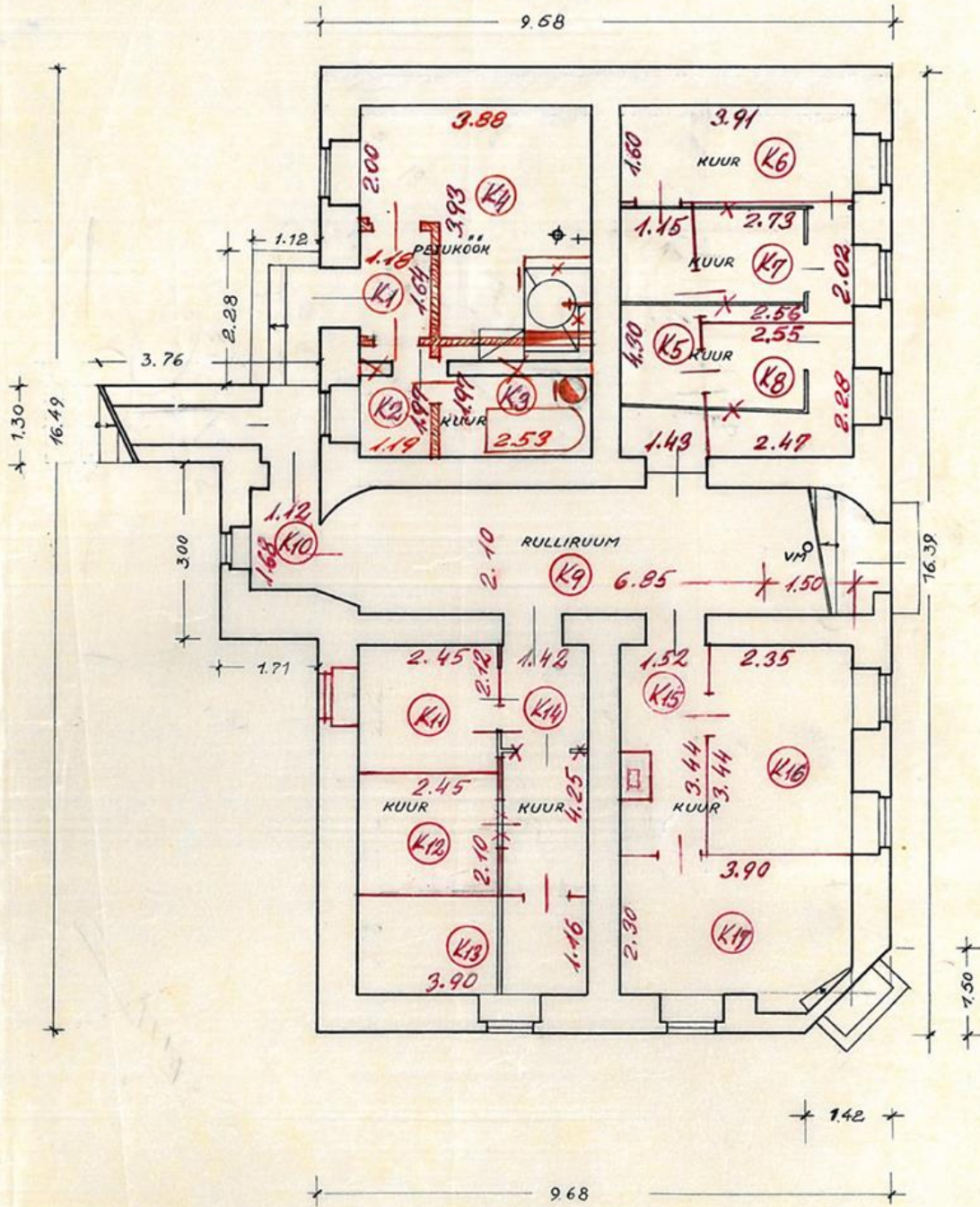
**Lisa 11. Sõlmed Pakett 1**

# Lisa 1. Hoone ajaloolised plaanid



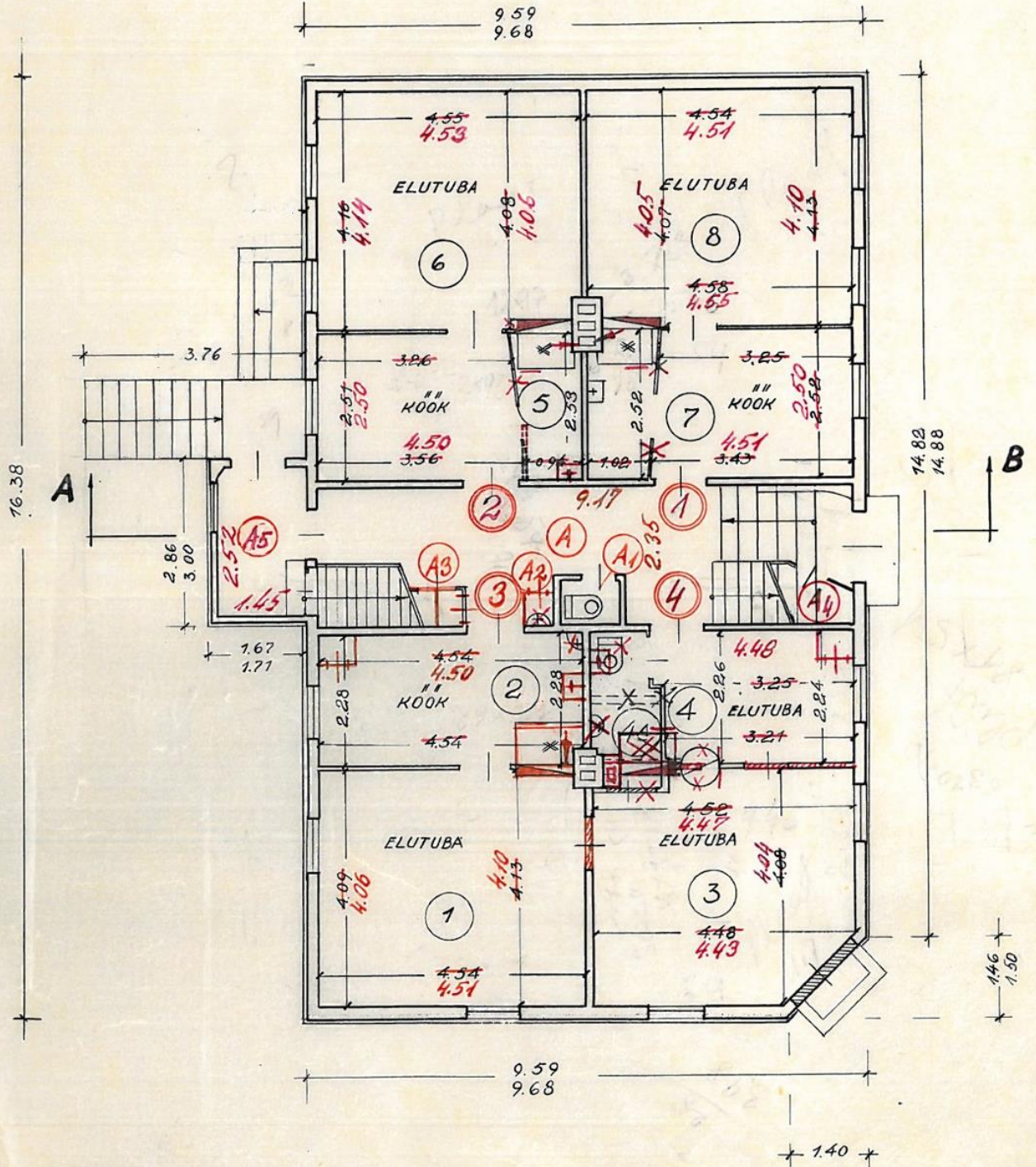
# ELAMU 1.

## KELDRIKORRUS

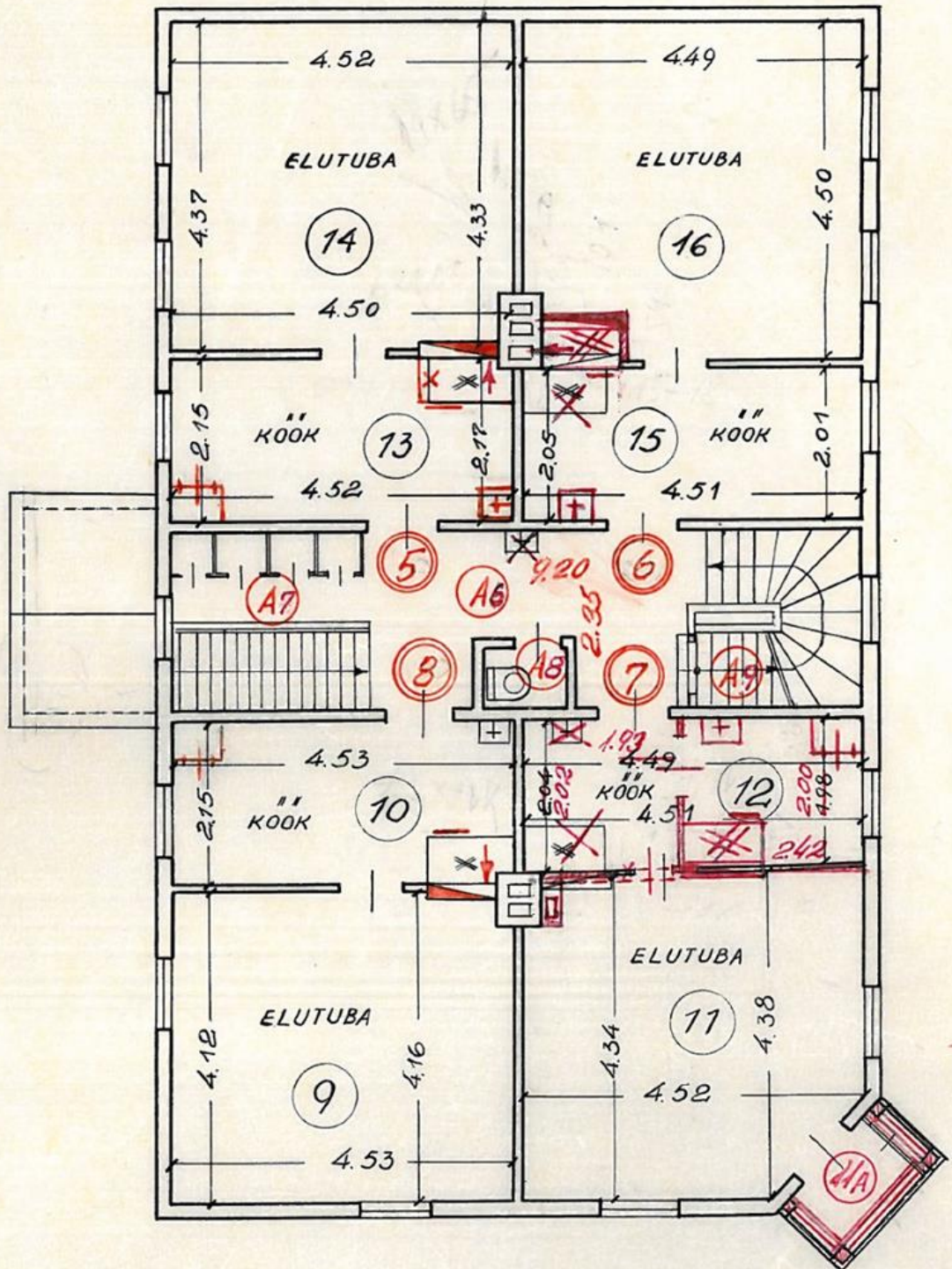




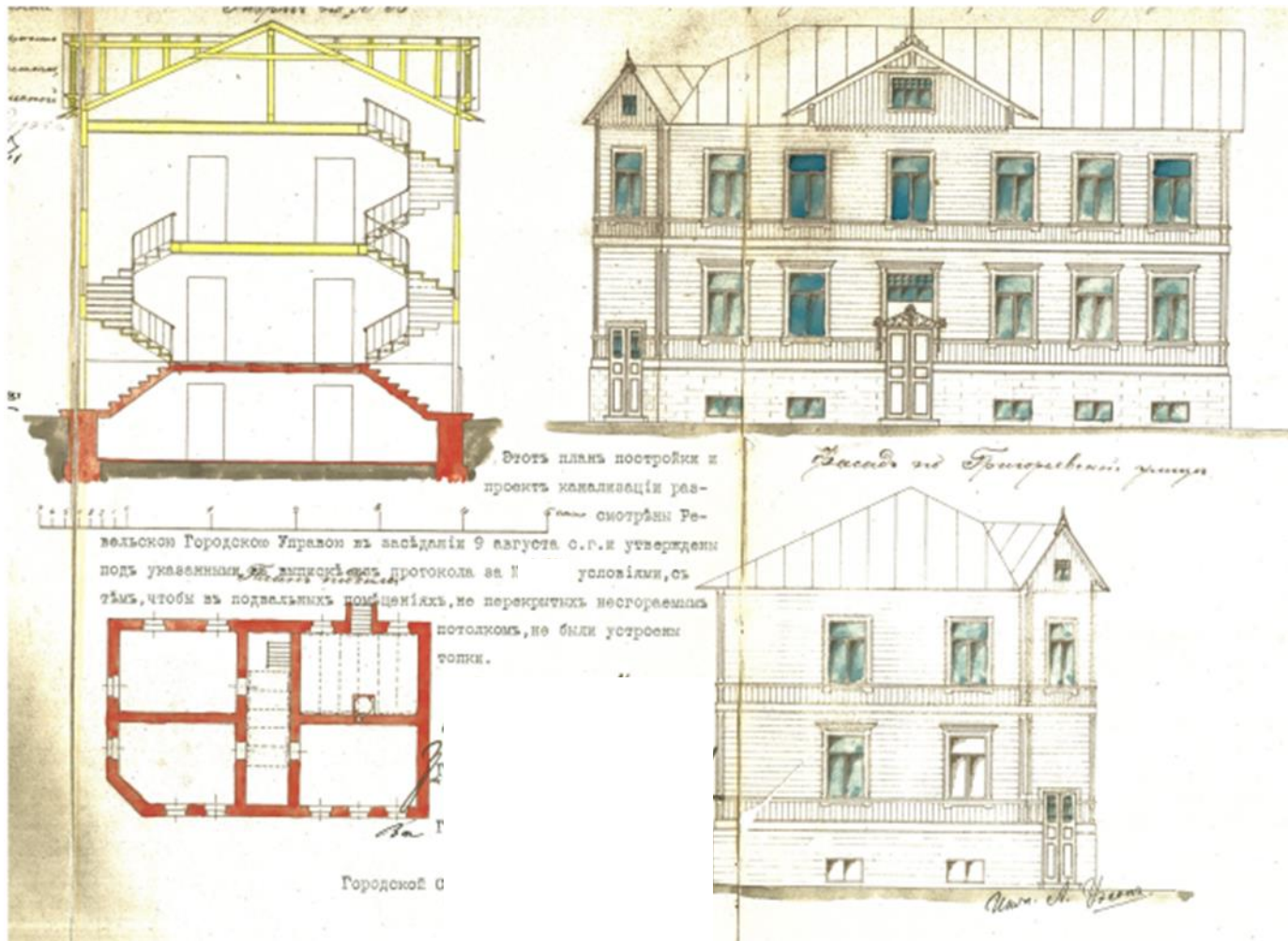
# I KORRUS



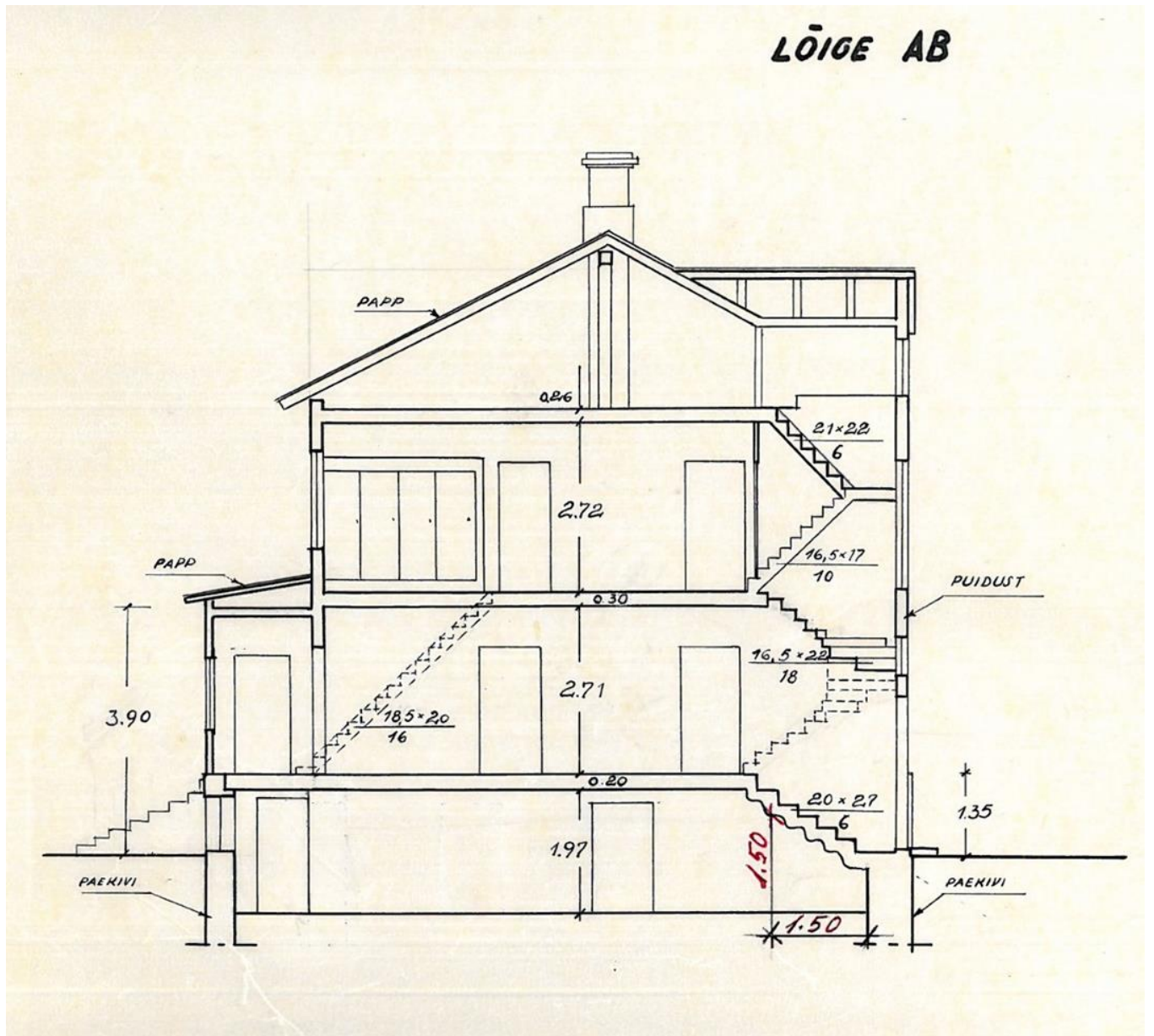
# II KORRUS



## Lisa 2. Hoone ajaloolised lõiked ja vaated



# LÕIGE AB



Lisa 3. Hoone eksplikatsioon

20  
2/8

## RUUMIDE EKSPLIKATSIOON

KORTERI NR.	RUUMI NR.	RUUMI NIMETUS	PINNA ARVUTAMISE AVALDIS	HOONE ÜLDPIND M <sup>2</sup>						MÄRKUSED
				KOKKUU	SELLEST					
					ELURUUMIDE OLOKASULIK	FLAAMIS	MITTE- ELAAMIS	KASULIK	TEEINDA	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
-	K1	TUULEKODA	1.18x1.64-0.13x0.13	1.9					1.9	
-	K2	VAHERUUM	1.19x1.97	2.3					2.3	
-	K3	VAHITUBA	2.53x1.97-πx0.40 <sup>2</sup> :4	4.9				4.9	4.9	
-	K4	PESUKÖÖK	3.88x3.93-1.31x1.90-1.17x1.44-0.13x0.13	11.1					11.1	
-	K5	VAHEKÄIK	(1.15+1.43):2x4.30	5.5					5.5	
-	K6	KUUR	1.60x3.91	6.3					6.3	
-	K7	-"-	(2.73+2.56):2x2.02	5.4					5.4	
-	K8	-"-	(2.55+2.47):2x2.28	5.9					5.9	
-	K9	RULLIRUUM	6.85x2.10	14.4					14.4	
-	K10	TUULEKODA	1.12x1.68	1.9					1.9	
-	K11	KUUR	2.45x2.12	5.2					5.2	
-	K12	-"-	2.45x2.10	5.1					5.1	
-	K13	-"-	3.90x1.16	4.5					4.5	
-	K14	VAHEKÄIK	1.42x4.25	6.0					6.0	
-	K15	-"-	1.52x3.44-0.76x0.48	4.9					4.9	
-	K16	KUUR	2.35x3.44	8.1					8.1	
-	K17	-"-	3.90x2.30+(1.40+0.80):2x0.30-0.40x0.40:2	9.2					9.2	
			<b>KELDRIKORRUS</b>	102.6				4.9	102.6	
3	1	TUBA	(4.06+4.10):2x4.51-0.02x1.18-0.16x0.34	18.3	18.3	18.3			18.3	
	2	KÖÖK	2.25x4.50-1.18x0.62-1.05x0.02	9.5	9.5				9.5	9.5
			<b>KRT.3</b>	27.8	27.8	18.3			27.8	9.5
4	3	TUBA	(4.47+4.43):2x4.04-1.20x1.24:2-0.59x x0.31-0.04x0.97	17.0	17.0	17.0			17.0	
	4	KÖÖK	(2.24+2.26):2x4.48-0.51x0.85-0.63x0.28- -0.38x0.10	9.4	9.4				9.4	9.4
			<b>KRT.4</b>	26.4	26.4	17.0			26.4	9.4
2	5	KÖÖK	2.50x4.50-0.52x1.19+0.13x0.20-1.04x0.02	10.6	10.6				10.6	10.6
	6	TUBA	(4.14+4.06):2x4.53-0.12x0.97-0.36x0.19	18.4	18.4	18.4			18.4	
			<b>KRT.2</b>	29.0	29.0	18.4			29.0	10.6
1	7	KÖÖK	2.50x4.51-1.17x0.54+0.12x0.19	10.6	10.6				10.6	10.6
	8	TUBA	(4.05+4.10):2x(4.51+4.55):2-0.95x0.06- -0.41x0.23	18.3	18.3	18.3			18.3	
			<b>KRT.1</b>	28.9	28.9	18.3			28.9	10.6
-	A	TREPIKODA	9.17x2.35-1.26x0.88-0.59x0.50-2.52x x0.62-2.40x1.10	15.9					15.9	
-	A1	WC	1.00x0.80	0.8					0.8	
-	A2	KAPP	0.59x0.50-1.07x0.02	0.3					0.3	
-	A3	KAPID	0.62x1.00-0.20x0.02	0.6					0.6	
-	A4	PATIPAİK	(0.54+1.08):2x1.00	0.8					0.8	
-	A5	TUULEKODA	1.45x2.52	3.7					3.7	
			<b>1. KORRUS</b>	194.0	194.0	172.0			194.0	62.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	9	TUBA	$(4.12+4.16):2 \times 4.53 - 0.10 \times 1.18$	18.6	18.6	18.6		18.6		
	10	KOOK	$2.15 \times 4.53 - 1.17 \times 0.57 - 1.08 \times 0.02$	9.1	9.1			9.1	9.1	
			KRT. 8	27.7	27.7	18.6		27.7	9.1	
7	11	TUBA	$4.52 \times (4.38+4.34):2 - 1.22 \times 1.26:2 - 1.05 \times$ $\times 0.03 - 0.59 \times 0.59$	18.6	18.6	18.6		18.6		
	11A	VERANDA	$1.46 \times 1.00$	1.5	1.5			1.5	1.5	
	12	KOOK	$2.00 \times 2.42 - 1.07 \times 0.52 - 1.08 \times 0.02$	4.3	4.3			4.3	4.3	
	12A	ESIK	$2.02 \times 1.93$	3.9	3.9			3.9	3.9	
			KRT. 7	28.3	28.3	18.6		28.3	9.1	
5	13	KOOK	$2.15 \times 4.53 - 1.25 \times 0.52 - 1.08 \times 0.02$	9.0	9.0			9.0	9.0	
	14	TUBA	$(4.52+4.50):2 \times (4.37+4.33):2 - 1.06 \times 0.06 -$ $- 0.71 \times 0.19$	19.4	19.4	19.4		19.4		
			KRT. 5	28.4	28.4	19.4		28.4	9.0	
6	15	KOOK	$(2.01+2.05) \times 4.51$	9.2	9.2			9.2	9.2	
	16	TUBA	$4.49 \times 4.50 - 0.59 \times 1.04 - 0.88 \times 0.19$	19.4	19.4	19.4		19.4		
			KRT. 6	28.6	28.6	19.4		28.6	9.2	
-	A6	TREPIKODA	$9.20 \times 2.35 - 1.36 \times 0.94 - 2.56 \times 0.54$	1.9				1.9		
-	A7	KAPID	$2.56 \times 0.54 - 4.64 \times 0.02$	1.3				1.3		
-	A8	K/C	$1.10 \times 0.88$	1.0				1.0		
-	A9	POOHINGU TREPP	$1.00 \times (2.20 + 1.90 + 0.95)$	4.5				4.5		
			<b>IKORRUS</b>	138.8	130.7	6.0		130.7	62.8	
			<b>KOKKU ELAMUS</b>	375.6	325.1	148.0		230.0	227.6	

TALLINNA TEHNILISE INVENTARISEERIMISE BÜROO

JOONIS:

**EKSPLIKATSIOONI TABEL**

## Lisa 4. Miljööväärtusliku hoonestusala hoonete kaitse- ja kasutamistingimused

Miljööväärtusliku hoonestusala hoonete kaitse- ja kasutamistingimused.

Olemasolevate ajalooliste hoonete rekonstrueerimisel kvaliteetse lõpptulemuse saavutamiseks on oluline säilitada maksimaalselt algupärast substantsi, taastada hävinud tarindeid ja detaile ning kasutada traditsioonilisi ehitus- ja viimistlusmaterjale. Selleks antakse üldised tingimused hoonete rekonstrueerimiseks.

- Arvestada, et Tallinna Linnavolikogu 06.09.2012 määrusega nr 21 kehtestatud „Tallinna linna ehitusmääruse“ kohaselt peab ehitisi: 1) vastama ehitusseadustiku §-s 11 ja ehitusseadustiku alusel kehtestatud õigusaktides kindlaks määratud nõuetele ning 2) lahenduselt arvestama Tallinnas välja kujunenud arhitektuuri- ja ehitustavasid ning välisilmelt vastama piirkonna või lähiümbruskonna eripäradele ja kujundusstiilile.
- Projekteeritav lahendus ei tohi moonutada ajaloolise hoone välisilmet ega olla miljööväärtuslikule hoonestusalale sobimatu.
- Hoonete sisemist plaanilahendust võib muuta, kui see ei mõjuta konstruktsioonide kandevõimet ja stabiilsust ning ei moonuta hoone välisilmet.
- Säilitada või taastada hoonete algupärane arhitektuurne välisilme lähtudes säilinud algupärastest detailidest, arhiivandmetest, sama arhitekti ning ajastu analoogidest. Tuleb säilitada, vajadusel taastada fassaadi algne voodrilaud või krohvituüp, räästalahendus, fassaadi dekoratiivsed detailid, algupärased välisüksed, varikatused, akende profileeritud piirdelauad jms detailid. Uuendamise vajaduse korral tuleb vastavad detailid teha samast materjalist, samade mõõtude ja profiilidega. Puuduvad detailid taastada sobivate algupäraste analoogide eeskujul koopiana.
- Säilitada hoonete mahud, fassaadijaotus ja olemasoleval kõrgusel räästajoon. Katusekorruse (pööningu) võib välja ehitada olemasolevas mahus. Erandkorras on lubatud katuseharja tõstmine, mille võimalikkuse ja ulatuse üle otsustatakse hoone arhitektuursest lahendusest, olemasolevast katusekaldest ja kõrvalseisvatest hoonetest lähtuvalt. Katuseakende või vintskappide väljaehitamise võimalus otsustatakse igal konkreetsel juhul eraldi, arhitektuurselt sobivate vintskappide lisamine on üldjuhul lubatav ainult hoovi poole (katuseharjast, välisseinast, hoone külgedelt, neeludest tagasiastega, läbiva räästaga, ühepoolse pult/kelpkatusega), mis arvestavad hoone üldiste proportsioonide ning naaberhoonetega. Katuseaknaid saab paigaldada ühes reas ning plokistamata.

- Katusekorruse osas ja vintskappidel üldjuhul säilitada või kavandada põhikorruse akendest väiksemad aknad ja akende tihedam raamijaotus.
- Avatäited on lubatud puidust, hoonega sobiva suuruse, kujunduse, jaotuse, profiilide, avanemissuundadega. Algupärased avatäited on soovitav võimalusel restaureerida. Olemasolevad sobimatust materjalist (plastik, metall) ning sobimatu välisilmega aknad ja välisüksed tuleb üldjuhul kavandada projektis asendatavaks arhitektuurselt sobivate puidust avatäidete vastu. Säilitada avatäidete hoonele iseloomulik kaugus fassaadipinnast. Puitvoodriga hoonete aknad tuleb paigaldada fassaadipinnaga tasa, et hoonele ei moodustuks arhitektuurselt sobimatuid välimisi aknapõski.
- Hoonete väljast soojustamisel peab säilima sokli, tulemüüride, kivitrepikoja, räästakarniisi ja teiste arhitektuursete detailide iseloomulik eenduvus. Soojustamisel kasutada konstruktsioonile sobivaid soojustusmaterjale. Säilitada avatäidete iseloomulik kaugus fassaadipinnast, puithoonete aknad tuleb tõsta fassaadipinnaga tasa. Sokli soojustamine kavandada terviklahendusena vajadusel koos maa-aluse osaga ja vundamendi hüdroisoleerimisega. Dekoreeritud fassaadide väljastpoolt soojustamine ei ole lubatud. Soojustamise võimalikkuse üle otsustatakse igal konkreetsel juhul eraldi sõltuvalt hoone arhitektuursest lahendusest ja väärtusest.
- Kivikonstruktsioonis välispiirete (sh sokli) seestpoolt soojustamine ei ole ehitusfüüsikalistel põhjustel lubatud. Soklikorruse niisked ruumid kavandada niiskuskahjustuste vältimiseks nõ eraldi karbina, välisseintest eemale. Soojapidavuse tõstmiseks kavandada horisontaalpindade sh keldri lae soojustamine. Soklikorral tagada konstruktsioonide kuivatamiseks ja niiskuskahjustuste vältimiseks võimalus ruumide tuulutamiseks ja ventileerimiseks. Sokkel kavandada kogu hoone perimeetril siledaks krohvitud ja värvitud. Siledaks lõigatud, lihvitud ja klombitud paekivisokkel säilitada eksponeeritud kujul, vuukida lubimördiga.
- Hoonete (sh abihoonete) katusekattematerjalina on lubatud vastavalt hoone arhitektuursele lahendusele kas valtsplekk (või analoog), keraamilised katusekivid, sindel- või laastukatus, asbestivaba laineline ja väikesemõõduline eterniitplaat ning lamekatuste puhul rullmaterjal. Korstnapitsid kavandada ajaloolisele hoonele sobiva kuju ja viimistlusega.
- Kavandada ajaloolistele hoonele sobiv värvilahendus. Hoonete värvimiseks kasutada traditsioonilisi värvitüüpe ja värvitoone. Puitvooderduse ja -detailide välisvärvimiseks kasutada katvat õlipõhist värvitüüpi. Krohvimisel kasutada lubi- või vähese tsemendisisaldusega lubikrohvi, krohvipindade välisvärvimisel kasutada lubi- või silikaatvärvi.



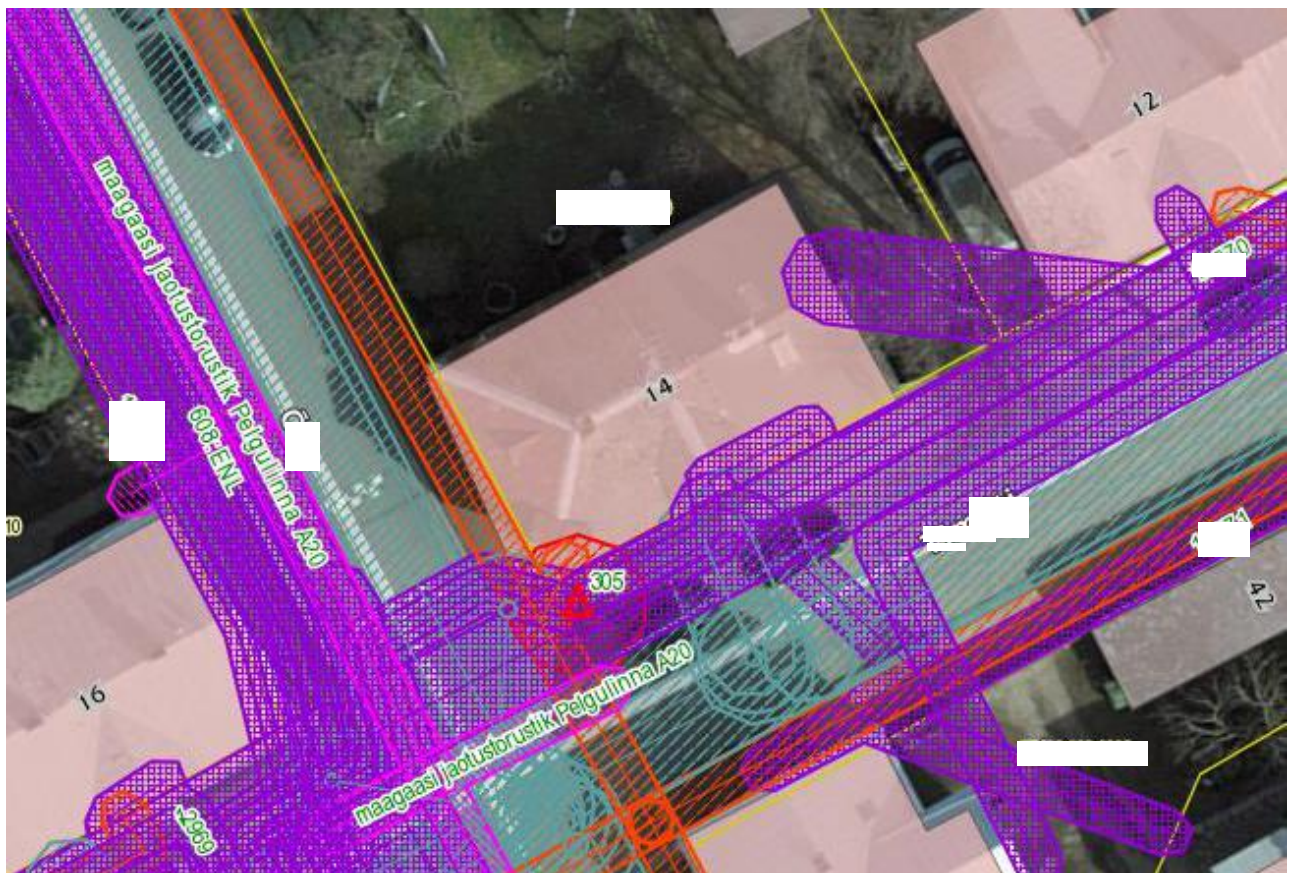
- Kasutada miljöö ja hoone arhitektuuriga sobivaid väikevorme: sepiskonsoolidega varikatuseid, lipuvardahoidjaid, rippsilte, numbri- ja tänavavalgusteid.
- Miljööväärtuslikel hoonestusaladel on hoonete välisviimistluses keelatud kasutada ajaloolistele hoonetele ebatüüpilisi ja traditsioonilisi ehitus- ja viimistlusmaterjale imiteerivaid materjale, plekist ja plastikust välisvoodrit, fassaadikatteplaate, tsementkiudplaate, plastaknaid, metalluksi, katusekiviimitatsiooniga ja profileeritud plekki (trapetsprofiil) jne.
- Hoonete fassaadidele ei ole üldjuhul lubatud paigaldada kütte- ja ventilatsiooniseadmeid, satelliiditaldrikuid, turbotorusid jms seadmeid. Õhksoojuspumba seadmeid võib kavandada tänavalt mittevaadeldavasse asukohta maapinnal paiknevale alusele, hoonesse või soklile varjatud kujul (kaetud puidust restiga, sokliga/seinapinnaga sama värvitooni), ühendustorud viia hoonesse läbi sokli. Välisseinte ventilatsiooniavad kavandada sümmeetrilise paigutusega; avade väliskatted tasapinnalised, väikesemõõtmelised, neljakandilised ventilatsioonirestid, värvitud seinapinnaga sama tooni. Fassaadil paiknevatele olemasolevatele gaasiseadmete torudele, mida ei ole võimalik eemaldada või ümber paigaldada tuleb kavandada arhitektuurselt sobivad katted ja välisviimistlus.
- Individuaalseid kütte-, jahutus- ja ventilatsiooniseadmeid ei ole lubatud hoonele paigaldada (näiteks kaugküttepiirkond).
- Prügikonteinerite asukoht kavandada kinnistul varjatud kujul. Tuleohutuse tagamiseks mitte kavandada prügikonteinereid puithoonete välisseinte ja eluruumide akende lähedusse.
- Piirdeaia ja väravate uuendamisel või uute piirete kavandamisel järgida, et kavandatav lahendus on kinnistul, hoonet ja piirkonda arvestav. Piirdeaed ja väravad peavad olema ajaloolisesse asumisse sobiva paigutuse, kõrguse, materjali ja kujundusega. Piirdeaia ja väravate kavandamisel soovitame lähtuda algse projekti piirdeaia lahendusest. Tänavapoolsed piirdeaiaid peavad üldjuhul paiknema ühel joonel, piirdeaeda ja väravaid mitte kavandada kõrgemaks naaberkinnistute õigusliku alusega püstitatud piiretest. Sissesõiduvärv võib vajadusel paikneda väikese tagasiastega kinnistul tänavapoolsest piirist. Üldjuhul võib kinnistutevahelised piirded kavandada kuni 1,5 m kõrged lihtsad puitlipp-piirded. Olenevalt kinnistul paikneva põhihoone arhitektuuri stiilist võivad kinnistul olla kas osaliselt (ainult tänavapool) või tervikuna metallvarb piirded. Kinnistut ümbritseva piirdeaia ja väravate värvitoon kavandada põhihoonega kokkusobiv ja piirkonda sobituv. Puitpindade välisvärvimisel kasutada katvat õlipõhist värvitüüpi. Kivipinnad krohvida siledaks. Krohvipindade viimistlemisel kasutada lubi-tsement või tsementkrohvi ja silikaatvärvi.

- Eesaedadega piirkondades kuuluvad eesaiad või hoone esised haljasalad säilitamisele, nende piiramisel või piiramata jätmisel tuleb järgida kogu tänava lõikes ühtset printsiipi. Eesaia piirded ja väravad on üldjuhul madalad, kõrgusega kuni 1.20 meetrit maapinnast, ažuursed, kivipostidel ja kivisokliga ning hoone arhitektuuristilist oleneva materjalikasutuse ja kujundusega.
- Võrkpiirded (sh keevispaneelpiirded) ei ole ajalooliste hoonetega kinnistutele algselt iseloomulikud ja seetõttu ei ole nende säilitamine ning kavandamine miljöölale sobiv. Erandkorras võib võrkpiirde kasutamist kaaluda tingimusel, et tegemist on kinnistute vahelise piirdega (piire ei tohi paikneda tänavapool), lahendus on piirkonda ning sealse hoonestusega arhitektuurselt sobiv ja piire kavandatakse ainult väheses ulatuses ning see on kombineeritud istutatava tiheda heki (igihalja/okaspuu) või ronitaimestikuga, mis võrkpiirde täielikult varjab. Võrkpiirde kasutamine ja selle võimalik ulatus otsustatakse igal üksikjuhul eraldi.
- Miljöölal kuulub ajalooline kinnistustruktuur säilitamisele, seetõttu mitte kavandada ega säilitada sekundaarseid ajaloolist kinnistut jagavaid kinnistu siseseid piirdeaedu ja väravaid. Vajadusel võib kinnistustisest ala piirata madala kui 1,2 m kõrge tiheda hekiga.
- Keelatud on neonreklaamid ja –valgustid. Reklaamsildid, nimelauad, pealkirjad ja valgustusreklaam ei tohi oma kuju, värvi ja asetusega rikkuda tänava, avaliku platsi või hoone ilmet, ennekõike ei tohi nad katta või lõigata hoone arhitektuurilisi osi. Väikevormide sh reklaamikandjate kujundus ja asukohad kooskõlastada eelnevalt Tallinna Linnaplaneerimise Ameti linnakujunduse spetsialistiga.
- Vähemväärtuslikud või tehniliselt halvas seisukorras hooned võib lammutada ja asendada uue, miljöösse sobiva hoonega, sobivuse otsustamiseks tuleb Tallinna Linnaplaneerimise Ametile esitada koos ajaloolise õiendiga uusehitise eskiis. Hoone tehnilise seisukorra hindamiseks tuleb koostada ehitustehniline ekspertiis. Tallinna Linnaplaneerimise Ametil on õigus tellida vajadusel täiendav tehniline ekspertiis.
- Väga väärtusliku, väärtusliku ja miljööväärtusliku või enne 1940. a. ehitatud hoone lammutusprojektile eelnevalt tuleb lammutatava hoone kohta koostada arhitektuuriajalooline õiend, mis antakse Tallinna Kultuuriväärtuste Ametile arhiveerimiseks. Arhitektuuriajalooline õiend peab sisaldama tekstilist osa hoone(te) kujunemis- ja ehitusloost, fotofikseeringuid, väljavõtteid arhiivijoonistest ja inventariseerimisjoonistest, väärtuslike detailide mõõdistusi ning vajadusel ka ülesmõõtmisjooniseid ning ettepanekud materjali taaskasutamisse suunamiseks. Õiendi koostamine on vajalik selleks, et hoonete lammutamise järel jääks sellest ning nende hetkeseisukorrast

dokumenteeritud mäрге. Ehitusmaterjalide ja detailide taaskasutamise nõue tuleneb säästva arengu põhimõttest. Lisaks on vanadel ehitusmaterjalidel ja detailidel kultuuri- ja arhitektuuriajalooline väärtus. Vanu materjale ja detaile kasutatakse teiste ajalooliste hoonte restaureerimisel.

- Eskiisprojekti koosseisus esitada: seletuskiri, kus lühidalt kajastatakse kõik kavandatavad ehitustööd ja muudatused, hoone vaated (tulemüüriga seotud hoonete korral koos naaberhoonega), lõiked, korrusteplaanid (joonistel eristada olemasolevad / säilitatavad, lammutatavad ja kavandatavad mahud, konstruktsioonid, kõrgused), asendiplaaniline lahendus, olemasoleva olukorra fotod hoone kõikidest fassaadidest (tulemüüriga seotud hoonete korral koos naaberhoonega), inventeerimisjoonised Tallinna Linnaarhiivist (Tolli tn 6), fotod ja vaated Riigiarhiivi (Madara tn 24) säilikust.
- Eelprojekti koosseisus esitada lisaks oluliste sõlmede ja detailide joonised M 1:20: räästa sõlmed (põhimaht, vintskapp), soklisõlmed (soojustamise korral koos maalause osaga), lõige akna paiknemise kohta välisseinas (põhimaht, vintskapp), lõige kivitrepikoja-sokli-välisseina ühinemiskohast, taastamisele kuuluvad vooderdusdetailid ja profiilid; lisanduvate detailide joonised; uute akende joonised, uute välisuste joonised koos värvilahendusega jms. Seadmete ja ventilatsiooniavade asukohad joonistel tähistada. Hoone värvilahendusele lisada värvitoonide näidised värvikaardist.

## Lisa 5. Tehnorajatiste kaitsevööndid



### Kitsendused

- Veekaitselised piirangud
- Keskkonnakaitselised piirangud
- Tehnorajatistest tulenevad piirangud
- elektripaigaldise kaitsevöönd
- gaasipaigaldise kaitsevöönd
- lennuvälja lähiümbrus
- liinirajatise kaitsevöönd
- raudtee kaitsevöönd
- surveadme kaitsevöönd
- talumiskohustusega ala
- tee kaitsevöönd
- vee- ja kanal. kaitsevöönd
- Muud maakasutuspiirangud
- geod.märgi kaitsevöönd
- geoloogilised piirangud
- muinsuskaitse kitsendused
- planeeringuala
- riigikaitselised kitsendused

## Lisa 6. Kütteenergia kulu arvutused

### Välispiirete soojuslähivused olemasoleval hoonel

Välisseinade soojusjuhtivuse arvutamiseks kasutatakse homogeensete kihtidega piirdetarindi soojusjuhtivuse arvutamise valemeid.

Piirde kogusoojustakistus leitakse valemiga (1) [18]:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}, \quad (1)$$

Kus  $R_T$  - piirde kogusoojustakistus  $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ;  
 $R_{si}$  - piirde sisepinna soojustakistus  $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ;  
 $R_1 = R_n$  - soojustakistus materjalide kaupa  $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ;  
 $R_{se}$  - piirde välispinna soojustakistus  $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ .

Soojustakistused materjalide kaupa leitakse valemiga (2) [18]:

$$R = d / \lambda d, \quad (2)$$

kus  $R$  - materjali soojustakistus  $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ;  
 $d$  - vastava materjalikihi paksus m;  
 $\lambda d$  - vastava materjali soojusjuhtivus  $\text{W}/\text{mK}$ .

Piirdetarindi soojusjuhtivuse arvutamiseks kasutatakse valemit (3) [18]:

$$U = 1 / R_T, \quad (3)$$

kus  $U$  - seinä soojusjuhtivus  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ;  
 $R_T$  - piirde kogusoojustakistus  $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ .

Välisseina soojustakistused on arvutatud valemi (1) ja (2) järgi [18]:

Tabel 10

Välisseina materjalikihtide parameetrid

Nimetus	Paksus	Ühik	Soojusjuhtivus $\lambda$	Ühik
Sisepind			0,13	
Lubikrohv	15	mm	0,8	W/mK

Nimetus	Paksus	Ühik	Soojusjuhtivus $\lambda$	Ühik
Rõhtpalk	125	mm	0,14	W/mK
Fassaadilaudis	20	mm	0,14	W/mK
Välispind			0,04	

$$R_T = 0,13 + \frac{0,015}{0,8} + \frac{0,125}{0,14} + \frac{0,020}{0,14} + 0,04 = 1,24 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Välisseina soojusjuhtivus on arvatud valemiga (3):

$$U = \frac{1}{1,24} = 0,81 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Pööningu vahelae soojajuhtivustegur  $U$  leitakse järgnevalt. Mittehomogeensete kihtidega piirdetarindi kogusoojustakistuse ülemine piirväärtus  $R_T^{\prime}$  ( $m^2 \times K$ ) $W$ ) arvutatakse piirdetarindi pinnasega risti olevate sektsioonide soojusjuhtivuste summa abil vastavalt valemile (4) [19]:

$$R_T^{\prime} = \frac{A_a + A_b + \dots + A_n}{\frac{A_a}{R_{Ta}} + \frac{A_b}{R_{Tb}} + \dots + \frac{A_n}{R_{Tn}}} \quad (4)$$

kus  $A_a \dots A_n$  - mittehomogeense piirde üksikute sektsioonide osapindala  $m^2$ ;  
 $R_{Ta} \dots R_{Tn}$  -mittehomogeense piirde üksikute sektsioonide soojustakistus  $m^2 \times K/W$ .

Kogusoojustakistuse alumine piirväärtus  $R_T^{\prime\prime}$  arvutatakse piirdetarindi pinnaga paralleelselt olevate kihtide ühemõõtmeliste soojusvoogude summana vastavalt valemile (1). [18]

Ühe paralleelselt oleva kihi soojustakistus  $R_x$  ( $m^2 \times K$ ) $W$  leitakse valemist (5) [19]:

$$R_x = \frac{A_{xa} + A_{xb} + \dots + A_{xn}}{\frac{A_{xa}}{R_{xa}} + \frac{A_{xb}}{R_{xb}} + \dots + \frac{A_{xn}}{R_{xn}}} \quad (5)$$

Mittehomogeensete kihtide piirdetarindite kogusoojustakistus  $R_{Tsum}$  leitakse valemiga(6) [20]:

$$R_{Tsum} = \frac{R_T^{\prime} + R_T^{\prime\prime}}{2} \quad (6)$$

kus  $R_T^{\prime}$  - mittehomogeensete kihtidega piirdetarindi kogusoojustakistuse ülemine piirväärtus;  
 $R_T^{\prime\prime}$  - mittehomogeensete kihtidega piirdetarindi kogusoojustakistuse alumine piirväärtus.

Piirdetarindi soojusjuhtivus  $U$  leitakse valemiga (3) [18].

Pööningu vahelae soojustakistus on arvatud valemi (1) järgi [18]:

Tabel 11

Pööningu vahelae materjalikihtide parameetrid

Nimetus	Paksus	Ühik	$\lambda$	Ühik
Sisepind			0,1	
Lubikrohv	15	mm	0,8	W/mK
Laudis	40	mm	0,14	W/mK
Liiv	200	mm	2,0	W/mK
Laudis	40	mm	0,14	W/mK
Liiv, räbu	100	mm	2,0	W/mK
Välispind (pööning)			0,2	

$$R_{\text{soojustuse sektsioon}} = 0,10 + \frac{0,015}{0,8} + \frac{0,040}{0,14} + \frac{200}{2,0} + \frac{0,040}{0,14} + \frac{0,100}{2,0} + 0,2 = 1,04 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

$$R_{\text{sõrestiku sektsioon}} = 0,10 + \frac{0,015}{0,8} + \frac{0,040}{0,14} + \frac{0,150/200}{0,14} + \frac{0,040}{0,14} + \frac{0,100}{2,0} + 0,2 = 2,37 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Kogusoojustakistuse ülemine piirväärtus on arvatud valemi (4) järgi, talade sammuks on võetud 700 mm [19]:

$$R_T = \frac{575+125}{\frac{575}{1,04} + \frac{125}{2,37}} = 1,16 \frac{m^2 K}{W}$$

Mittehomogeensete materjalikihtide soojustakistus on arvatud valemi (5) järgi [19]:

$$R_{200 \text{ mm soojustus/sõrestik}} = \frac{575+125}{\frac{575}{\frac{0,200}{2,0}} + \frac{125}{\frac{0,200}{0,14}}} = 0,12 \frac{m^2 K}{W}$$

Kogusoojustakistuse alumine piirväärtus on arvatud valemi (5) järgi [19]:

$$R_T = 0,10 + \frac{0,015}{0,8} + \frac{0,040}{0,14} + 0,08 + \frac{0,040}{0,14} + \frac{0,100}{2,0} + 0,2 = 1,02 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Piirdetarindi kogusoojustakistus on arvatud valemi (6) järgi [19]:

$$R_{Tsum} = \frac{1,16+1,02}{2} = 1,09 \frac{m^2 K}{W}$$

Pööningulae soojusjuhtivus on arvatud valemi (3) järgi [18]:

$$U = \frac{1}{R_T} \rightarrow \frac{1}{1,09} = 0,92 \frac{W}{m^2 K}$$

Keldri vahelae soojustakistus on arvatud valemi (1) ja (2) järgi [18]:

Tabel 12

Keldri vahelae materjalikihtide parameetrid

Nimetus	Paksus	Ühik	$\lambda$	Ühik
Sisepind			0,17	
Laudis	40	mm	0,14	W/mK
Liiv	200	mm	2,0	W/mK
Laudis	40	mm	0,14	W/mK
Fibroliid	25	mm	0,13	W/mK
Välispind (kelder)			0,17	

Ehitise sisetarindite, nagu vaheseinad, vahelaed või sisekeskkonna ja kütmata ruumi vahelise tarindi kogusoojustakistuse arvutamisel võetakse piirde mõlema pinna soojustakistuseks  $R_{si}$  [18].

$$R_{soojustuse\ seksioon} = 0,17 + \frac{0,040}{0,14} + \frac{0,200}{2,0} + \frac{0,040}{0,14} + \frac{0,025}{0,13} + 0,17 = 1,15 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

$$R_{sõrestiku\ seksioon} = 0,17 + \frac{0,040}{0,14} + \frac{0,200}{0,14} + \frac{0,040}{0,14} + \frac{0,025}{0,13} + 0,17 = 2,53 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Kogusoojustakistuse ülemine piirväärtus on arvatud valemi (4) järgi [19]:

$$R_T = \frac{575+125}{\frac{575}{1,15} + \frac{125}{2,53}} = 1,27 \frac{m^2 K}{W}$$

Mittemoogeensete materjalikihtide soojustakistus on arvatud valemi (5) järgi [19]:

$$R_{150\ mm\ soojustus/sõrestik} = \frac{575+125}{\frac{575}{\frac{0,200}{2,0} + \frac{0,200}{0,14}} + \frac{125}{0,14}} = 0,1 \frac{m^2 K}{W}$$

Kogusoojatakistuse alumine piirväärtus on arvatud valemi (5) järgi [19]:

$$R_T = 0,17 + \frac{0,040}{0,14} + 0,08 + \frac{0,040}{0,14} + \frac{0,025}{0,13} + 0,17 = 1,18 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Piirdetarindi kogusoojustakistus on arvatud valemi (6) järgi [19]:

$$R_{Tsum} = \frac{1,27+1,18}{2} = 1,23 \frac{m^2 K}{W}$$



Keldri vahelae soojusjuhtivus on arvatud valemi (3) järgi [18]:

$$U = U_f = \frac{1}{R_T} \rightarrow \frac{1}{1,23} = 0,8 \frac{W}{m^2K}$$

Põranda soojajuhtivus on arvatud kasutades valemeid (7), (8) ja (9) [21].

Põranda tunnusmõõde  $B'$  valemiga arvutatakse (7) [21]:

$$B' = A / 0,5 P; \quad (7)$$

- kus  $B'$  - põranda tunnusmõõde;  
 $A$  - põranda pindala  $m^2$ ;  
 $P$  - põranda välisperimeeter  $m$ .

Võrdväärne kogupaksuse  $dt$  arvutatakse, kasutades valemit (8) [21]:

$$dt = w + \lambda ( R_{si} + R_f + R_{se} ), \quad (8)$$

- kus  $dt$  - põranda võrdväärne kogupaksus  $m$ ;  
 $w$  - välisseinte kogupaksus  $m$ ;  
 $\lambda$  - pinnase soojuseri juhtivus savi  $1,5 \text{ W/mK}$ ;  
 $R_{si}$  - piirde sisepinna soojustakistus  $0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ ;  
 $R_f$  - põrandaplaadi soojustakistus  $\text{m}^2\text{K/W}$ ;  
 $R_{se}$  - piirde välispinna soojustakistus  $0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Põranda tunnusmõõde on leitud valemi (7) järgi [21]:

$$B' = 134,2 / 0,5 * 51,18 = 5,3 \text{ m}$$

Keldri vahelae võrdväärne kogupaksus ehk ekvivalent on leitud valemi (8) järgi [21]:

$$dt = 0,175 + 1,5 * 1,08 = 1,8 \text{ m}$$

Esimese korruse põranda arvutamiseks kasutatakse kütmata keldri kohal asuva põranda soojajuhtivuse arvutamise valemit (9), mis tuleneb standardist EVS-EN ISO 13370:2008 [21]

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{A}{(A*U_{bf})+(z*P*U_{bw})+(h*P*U_w)+(0,33*nV)}, \quad (9)$$

- kus  $U_f$  - sisekeskkonna ja külma keldri vahelise põranda soojajuhtivus  $\text{W/m}^2\text{K}$ ;

- $U_w$  - maapealse keldriseina soojajuhtivus  $W/m^2K$ ;  
 $V$  – Keldri ruumala  $m^3$ ;  
 $n$  – keldri õhuvahetuskordus tunnis 1/h, loomuliku ventilatsiooniga 0,3 l/h;  
 $A$  – kogu põranda pindala  $m^2$ ;  
 $U_{bf}$  – keldri põranda soojusjuhtivus  $W/m^2K$ ;  
 $Z$  - keldri põranda sügavus maapinnast allapoole m;  
 $P$  – kogu keldri perimeeter  
 $U_{bw}$  – Keldriseina soojajuhtivus  $W/m^2K$ ;  
 $h$  – põranda pealispinna kõrgus maapinnast m;

Keldriseina soojusjuhtivus allpool maapinda arvutamine valemiga (10) [21]:

$$U_{bw} = \frac{2\lambda}{\pi z} \left( 1 + \frac{0,5*d_t}{d_t+z} \right) \ln\left(\frac{z}{d_w} + 1\right), \quad (10)$$

- kus  $\lambda$  – pinnase soojuserijuhtivus  $W/mK$ ;  
 $d_t$  – põranda ekvivalent;  
 $d_w$  – seina ekvivalent;

Keldri põranda soojusjuhtivus on leitud valemiga (8) [21]:

$$d_t = w + \lambda ( R_{si} + R_f + R_{se} ), \quad (8)$$

- kus  $R_f$  – pinnase soojuserijuhtivus  $m^2K/W$ ;  
 $w$  – keldri seina paksus;

Vundamendi seina soojusjuhtivus on leitud valemiga (11) [21]:

$$d_w = \lambda(R_{si} + R_w + R_{se}), \quad (11)$$

- kus  $R_w$  – keldriseina kihtide soojuserijuhtivus  $m^2K/W$ ;

Keldri põranda soojusjuhtivus leitakse valemiga (12) [21]:

$$U_{bf} = \left( \frac{2\lambda}{\pi B + d_t + 0,5z} \right) \ln\left(\frac{\pi B}{d_t + 0,5z} + 1\right), \quad (12)$$

Maapealse keldriseina  $U_w$  soojajuhtivus.

Tabel 13

Keldriseina materjalikihtide parameetrid

Nimetus	Paksus	Ühik	$\lambda$	Ühik
Sisepind			0,13	
Paekivi	600	mm	1,7	W/mK
Välispind			0,04	

Piirde kogusoojustakistus leitakse valemiga (1)

$$R_T = 0,13 + \frac{0,6}{1,7} + 0,04 = 0,52 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Keldri välisseina soojusjuhtivus on arvutatud valemist (3):

$$U_w = \frac{1}{0,52} = 1,92 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Leiame seina ruumala  $V$ , kasutades valemit (13):

$$V = A \cdot h, \tag{13}$$

$$V = (51,18 \cdot 0,6) \cdot 1,97 = 60,5 \text{ m}^3$$

Vundamendi seina ekvivalent ehk keldriseinte võrdväärse paksuse koguväärtus (12):

$$d_w = 1,5 \cdot 0,52 = 0,78$$

Keldri põranda soojusjuhtivus on leitud valemiga (13):

$$U_{bf} = \left( \frac{2 \cdot 1,5}{3,14 \cdot 5,3 + 1,8 + 0,5 \cdot 0,8} \right) \ln \left( \frac{3,14 \cdot 5,3}{1,8 + 0,5 \cdot 0,8} + 1 \right) = 0,34 \frac{W}{m^2 K}$$

Keldriseina soojusjuhtivus allpool maapinda on leitud valemiga (10):

$$U_{bw} = \frac{2 \cdot 1,5}{3,14 \cdot 0,8} \left( 1 + \frac{0,5 \cdot 0,78}{0,78 + 0,8} \right) \ln \left( \frac{0,8}{0,78} + 1 \right) = 1,05 \frac{W}{m^2 K}$$

Kui  $d_w < d_t$ , tuleb valemis  $d_t$  asendada  $d_w$ -ga.

Kütmata keldrilae soojustakistus on leitud valemiga (9):

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{0,8} + \frac{128}{(128*0,35)+(0,8*51,18*1,05)+(1,97*51,18*1,92)+(0,33*0,3*60,5)} = 1,7 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Kütmata keldrilae soojusjuhtivuse leiame valemiga (1):

$$U = \frac{1}{1,7} = 0,59 \frac{W}{m^2 K}$$

Avatäited

Avatäidete soojajuhtivusarvud on võetud Ehituskonstruktori käsiraamatust, mille alusel on vanade kahekordse klaasiga ja puidust lahusraamidega akende soojajuhtivuseks on kasutatud arvutustes  $2,7 \frac{W}{m^2 K}$  [22].

Klaaspakettakende, nii puit kui PVC kahekordne pakett, ühe selektiivklaasi ja argoontäitega soojajuhtivuseks on arvutustesse võetud  $1,6 \frac{W}{m^2 K}$  [22].

Külmasildade soojusläbivus

Antud töö arvutustes arvestan ainult joonkülmasildu. Soojusläbivused on saadud vastavalt „Hoonete energiatõhususe arvutamise metoodika“ järgi [20].

Välisseina ja akna liitekoha joonkülmasilla puhul arvestan, et aken on paigaldatud konstruktsiooni kihti ning soojustamata seinaga, seega joonkülmasilla soojusläbivuse arvutuses kasutan  $\Psi=0,01$  (W/mK) [23].

Joonkülmasildade erisoojuskadude  $\Delta\Psi$  arvutamiseks on kasutatud valemit (14) [20]:

$$\Delta\Psi = \Sigma \Psi_j * l_j, \tag{14}$$

- kus  $\Delta\Psi$  – joonkülmasilla erisoojuskadu W/K;  
 $\Psi_j$  – joonkülmasilla soojusläbivus W/mK;  
 $l_j$  – joonkülmasilla pikkus m.

Vastavalt arvutustele on saadud, et erisoojuskadu külmasildadest on 18,8 W/K.

Hoone õhulekkearv ning õhuvahetus

Infiltratsiooni õhuvooluhulga määramine on leitud vastavalt valemile (15) [20]:

$$q_i = \frac{q_{50}}{3,6 * x} * A, \quad (15)$$

- Kus  $q_i$  - infiltratsiooni õhuvooluhulk l/s;  
 $q_{50}$  - hoone õhulekkearvu baasväärtus välispiirete ruutmeetri kohta  $m^3/(h * m^2)$ ;  
 $A$  - hoone välispiirete (sealhulgas põrandate) pindala  $m^2$ ;  
 $x$  - tegur, mis arvestab hoone korruselisust, kahekorruselistel hoonetel 24;  
3,6 - tegur, mis teisendab õhuvooluhulga  $m^3/h$  ühikust l/s ühikuks.

Infiltratsiooni õhuvooluhulk on leitud valemi (15) järgi [20]:

$$q_i = \frac{10}{3,6 * 24} * 566,3 = 65,5 \text{ (l/s)}$$

Erisoojuskao määramine infiltratsioonist  $H_{inf}$  toimub valemiga (16) [20]:

$$H_{inf} = \frac{q_i}{1000 * C_{\delta hk} * \rho_{\delta hk}}, \quad (16)$$

- kus  $H_{inf}$  - erisoojuskadu infiltratsioonist (W/K);  
 $q_i$  - infiltratsiooni õhuvooluhulk (l/s);  
 $C_{\delta hk}$  - õhu erisoojus (1005 J/kg\*K);

Hoone erisoojuskao määramine infiltratsioonist on leitud valemiga (16) [20]:

$$H_{inf} = \frac{65,5}{1000 * 1005 * 1,2} = 5,43 \text{ W/K}$$

# Lisa 7. Energiaarvutuste lähteandmete esitamine

Olemasolev hoone

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine									
<b>Energiaarvutuse lähteandmed</b>									
Arvutustsoonide arv	1								
Küttesüsteemi tüüp									
-soojuse tootmine ja kütus	Ahiküte ja elektriküte								
-soojuse jaotamine	ahi								
Ventilatsioonisüsteemi tüüp	loomulik								
Jahutussüsteem (on/ei ole)	ei ole								
<b>Soojuskaod läbi piirdetarindite</b>					<b>Soojuskaod läbi külmasildade</b>				
Piirdetarind	$g$	$U_{i_i}$	$A_{i_i}$	$H_{juhtivus}$	Külmasild	$\Psi_{i_i}$	$l_{i_i}$	$H_{külmasild}$	
	-	W/(m <sup>2</sup> ·K)	m <sup>2</sup>	W/K		W/(m·K)	m	W/K	
Välissein 1		0,81	214,4	173,6	Välissein-välissein (palk)	0,05	28,7	1,4	
Välissein 2 (korter 7)		0,39	28,5	11,1	Pööningu lagi-välissein (puit)	0,15	47,6	7,1	
Pööningu vahelagi		0,92	138,8	127,7					
Põrand (külm kelder)		0,59	134,2	79,2	keldri lagi-välissein (paas-puit)	0,18	48,8	8,5	
Välisuks		2,00	3,9	7,8	Akna seinakinnitus (loeng)	0,01	155,0	1,6	
Aken (edel), vana	0,60	2,70	1,5	4,1	Ukse seinakinnitus	0,01	11,8	0,1	
Aken (edel), uus	0,60	1,60	7,5	12,0					
Aken (loe), vana	0,60	2,70	9,0	24,3	Sisesein-välissein	0,00	0,0	0,0	
Aken (loe), uus	0,60	1,60	7,5	12,0	...	0,00	0,0	0,0	
Aken (kagu), vana	0,60	2,70	9,0	24,3	...	0,00	0,0	0,0	
Aken (kagu), uus	0,60	1,60	12,0	19,2	...	0,00	0,0	0,0	
					...	0,00	0,0	0,0	
Kokku:		$H_{juhtivus}$ , W/K			495,3	$H_{külmasild}$ , W/K			18,8
Välispiirete summaarne soojuserikadu					$\sum H$ , W/K	514,0			
Välispiirete keskmine soojusläbivus					$\sum H / A_{sp}$	0,9			
Hoone köetav pind					$A_{kõetav}$ , m <sup>2</sup>	273,0			
Välispiirete summaarne soojuserikadu köetava pinna kohta					$\sum H / A_{kõetav}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,88			

## Pakett 0

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine										
<b>Energiaarvutuse lähteandmed</b>										
Arvutussoonide arv	1									
Küttesüsteemi tüüp										
-soojuse tootmine ja kütus	Ahiküte ja elektriküte									
-soojuse jaotamine	ahi									
Ventilatsioonisüsteemi tüüp	tuulutusavad									
Jahutussüsteem (on/ei ole)	ei ole									
<b>Soojuskaod läbi piirdetarindite</b>					<b>Soojuskaod läbi külmasildade</b>				<b>Soojuskaod läbi õhulekkekohtade</b>	
Piirdetarind	<i>g</i>	$U_{it}$	$A_{it}$	$H_{juhtivus}$	Külmasild	$\Psi_{it}$	$l_{it}$	$H_{kylmasild}$	Omadus	Suurus
	-	W/(m <sup>2</sup> ·K)	m <sup>2</sup>	W/K		W/(m·K)	m	W/K		
Välissein 1		0,81	214,4	173,6	Välissein-välissein (palk)	0,05	28,7	1,4	Õhulekke-arv $q_{50}$	6,0
Välissein 2 (korter 7)		0,39	28,5	11,1	Pööningu lagi-välissein (puit)	0,15	47,6	7,1	m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> )	
									$A_{vp}$ (välispiirded), m <sup>2</sup>	566,3
Pööningu vahelagi		0,92	138,8	127,7					Korruste arv (täisarv)	2,0
Põrand (külm kelder)		0,59	134,2	79,2	keldri lagi-välissein (paas-puit)	0,18	48,8	8,5	$V_{inf}$ , m <sup>3</sup> /s	0,04
Välisüks		0,80	3,9	3,1	Akna seinakinnitus (loeng)	0,01	155,0	1,6		
Aken ( <i>edel</i> ), <i>vana</i>	0,60	2,70	1,5	4,1	Ukse seinakinnitus	0,01	11,8	0,1		
Aken ( <i>edel</i> ), <i>uus</i>	0,60	1,60	7,5	12,0	Sisesein-välissein	0,00	0,0	0,0		
Aken ( <i>loe</i> ), <i>vana</i>	0,60	2,70	9,0	24,3	...	0,00	0,0	0,0		
Aken ( <i>loe</i> ), <i>uus</i>	0,60	1,60	7,5	12,0	...	0,00	0,0	0,0		
Aken ( <i>kagu</i> ), <i>vana</i>	0,60	2,70	9,0	24,3	...	0,00	0,0	0,0		
Aken ( <i>kagu</i> ), <i>uus</i>	0,60	1,60	12,0	19,2	...	0,00	0,0	0,0		
<b>Kokku:</b>			$H_{juhtivus}$ , W/K	490,6			$H_{kylmasild}$ , W/K	18,8	$H_{ohuleke}$ , W/K	47,4
Välispiirete summaarne soojuserikadu					$\sum H$ , W/K	556,8				
Välispiirete keskmine soojusläbiivus					$\sum H / A_{kõetav}$	1,0				
Hoone kõetav pind					$A_{kõetav}$ , m <sup>2</sup>	273,0				
Välispiirete summaarne soojuserikadu kõetava pinna kohta					$\sum H / A_{kõetav}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,04				

## Pakett 1

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine										
<b>Energiaarvutuse lähteandmed</b>										
Arvutussoonide arv	1									
Küttesüsteemi tüüp										
-soojuse tootmine ja kütus	Ahiküte ja elektriküte									
-soojuse jaotamine	ahi									
Ventilatsioonisüsteemi tüüp	soojustagastusega									
Jahutussüsteem (on/ei ole)	ei ole									
Soojuskaod läbi piirdetarindite					Soojuskaod läbi külmasildade				Soojuskaod läbi õhulekkekohtade	
Piirdetarind	<i>g</i>	$U_{li}$	$A_{li}$	$H_{jhtivus}$	Külmasild	$\Psi_{li}$	$l_{pi}$	$H_{külmasild}$	Omadus	Suurus
	-	W/(m <sup>2</sup> ·K)	m <sup>2</sup>	W/K		W/(m <sup>2</sup> ·K)	m	W/K		
Välissein 1		0,37	214,4	79,3	Välissein-välissein (palk)	0,05	28,7	1,4	Õhulekke-arv $q_{50}$	3,0
Välissein 2		0,24	28,5	6,8	Pööningu lagi-välissein (puit)	0,15	47,6	7,1	m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> ) $A_{vp}$ (välispiirded), m <sup>2</sup>	566,3
Pööningu vahelagi		0,25	138,8	34,7					Korruste arv (täisarv)	2,0
Pörand (külm kelder)		0,21	134,2	28,2	keldri lagi-välissein (paas-puit)	0,18	48,8	8,5	$\dot{V}_{int}$ , m <sup>3</sup> /s	0,02
Välisuks		0,80	3,9	3,1	Akna seinakinnitus (loeng)	0,01	155,0	1,6		
Aken (edel), vana	0,60	2,70	1,5	4,1	Ukse seinakinnitus	0,01	11,8	0,1		
Aken (edel), uus	0,60	1,60	7,5	12,0	Sisesein-välissein	0,00	0,0	0,0		
Aken (loe), vana	0,60	2,70	9,0	24,3	...	0,00	0,0	0,0		
Aken (loe), uus	0,60	1,60	7,5	12,0	...	0,00	0,0	0,0		
Aken (kagu), vana	0,60	2,70	9,0	24,3	...	0,00	0,0	0,0		
Aken (kagu), uus	0,60	1,60	12,0	19,2	...	0,00	0,0	0,0		
<b>Kokku:</b>				$H_{jhtivus}$ , W/K				$H_{külmasild}$ , W/K	$H_{õhulekke}$ , W/K	
Välispiirete summaarne soojusenikaku					$\Sigma H$ , W/K				290,5	
Välispiirete keskmine soojusläbivus					$\Sigma H / A_{kõetav}$				0,5	
Hoone kõetav pind					$A_{kõetav}$ , m <sup>2</sup>				273,0	
Välispiirete summaarne soojusenikaku kõetava pinna kohta					$\Sigma H / A_{kõetav}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)				1,06	

## Pakett 2

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine										
<b>Energiaarvutuse lähteandmed</b>										
Arvutussoonide arv	1									
Küttesüsteemi tüüp										
-soojuse tootmine ja kütus	Ahiküte ja elektriküte									
-soojuse jaotamine	ahi									
Ventilatsioonisüsteemi tüüp	soojustagastusega									
Jahutussüsteem (on/ei ole)	ei ole									
Soojuskaod läbi piirdetarindite					Soojuskaod läbi külmasildade				Soojuskaod läbi õhulekkekohtade	
Piirdetarind	<i>g</i>	$U_{li}$	$A_{li}$	$H_{jhtivus}$	Külmasild	$\Psi_{li}$	$l_{pi}$	$H_{külmasild}$	Omadus	Suurus
	-	W/(m <sup>2</sup> ·K)	m <sup>2</sup>	W/K		W/(m <sup>2</sup> ·K)	m	W/K		
Välissein 1		0,37	214,4	79,3	Välissein-välissein (palk)	0,05	28,7	1,4	Õhulekke-arv $q_{50}$	3,0
Välissein 2		0,24	28,5	6,8	Pööningu lagi-välissein (puit)	0,15	47,6	7,1	m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> ) $A_{vp}$ (välispiirded), m <sup>2</sup>	566,3
Pööningu vahelagi		0,25	138,8	34,7					Korruste arv (täisarv)	2,0
Pörand (külm kelder)		0,21	134,2	28,2	keldri lagi-välissein (paas-puit)	0,18	48,8	8,5	$\dot{V}_{int}$ , m <sup>3</sup> /s	0,02
Välisuks		0,80	3,9	3,1	Akna seinakinnitus (loeng)	0,01	155,0	1,6		
Aken (edel), vana	0,60	2,70	1,5	4,1	Ukse seinakinnitus	0,01	11,8	0,1		
Aken (edel), uus	0,60	1,60	7,5	12,0						
Aken (loe), vana	0,60	2,70	9,0	24,3						
Aken (loe), uus	0,60	1,60	7,5	12,0						
Aken (kagu), vana	0,60	2,70	9,0	24,3						
Aken (kagu), uus	0,60	1,60	12,0	19,2						
<b>Kokku:</b>				$H_{jhtivus}$ , W/K				$H_{külmasild}$ , W/K	$H_{õhulekke}$ , W/K	
Välispiirete summaarne soojusenikaku					$\Sigma H$ , W/K				290,5	
Välispiirete keskmine soojusläbivus					$\Sigma H / A_{kõetav}$				0,5	
Hoone kõetav pind					$A_{kõetav}$ , m <sup>2</sup>				273,0	
Välispiirete summaarne soojusenikaku kõetava pinna kohta					$\Sigma H / A_{kõetav}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)				1,06	



## Lisa 8. Diskonteeritud tasuvusarvutused

### Diskonteeritud tasuvusarvutused

Pakett 1			Pakett 2		
Aasta	Diskonteeritud rahavoog, €	Kumulatiivne nüüdisväärtus, €	Aasta	Diskonteeritud rahavoog, €	Kumulatiivne nüüdisväärtus, €
1	2 312	-29 940	1	2 422	-28 576
2	2 223	-27 717	2	2 329	-26 247
3	2 138	-25 579	3	2 240	-24 007
4	2 055	-23 524	4	2 154	-21 854
5	1 976	-21 548	5	2 071	-19 783
6	1 900	-19 647	6	1 991	-17 792
7	1 827	-17 820	7	1 915	-15 877
8	1 757	-16 063	8	1 841	-14 036
9	1 689	-14 374	9	1 770	-12 266
10	1 624	-12 750	10	1 702	-10 564
11	1 562	-11 188	11	1 637	-8 928
12	1 502	-9 686	12	1 574	-7 354
13	1 444	-8 242	13	1 513	-5 841
14	1 388	-6 854	14	1 455	-4 386
15	1 335	-5 519	15	1 399	-2 987
16	1 284	-4 235	16	1 345	-1 642
17	1 234	-3 000	17	1 293	-349
18	1 187	-1 814	18	1 244	895
19	1 141	-672			
20	1 097	425			

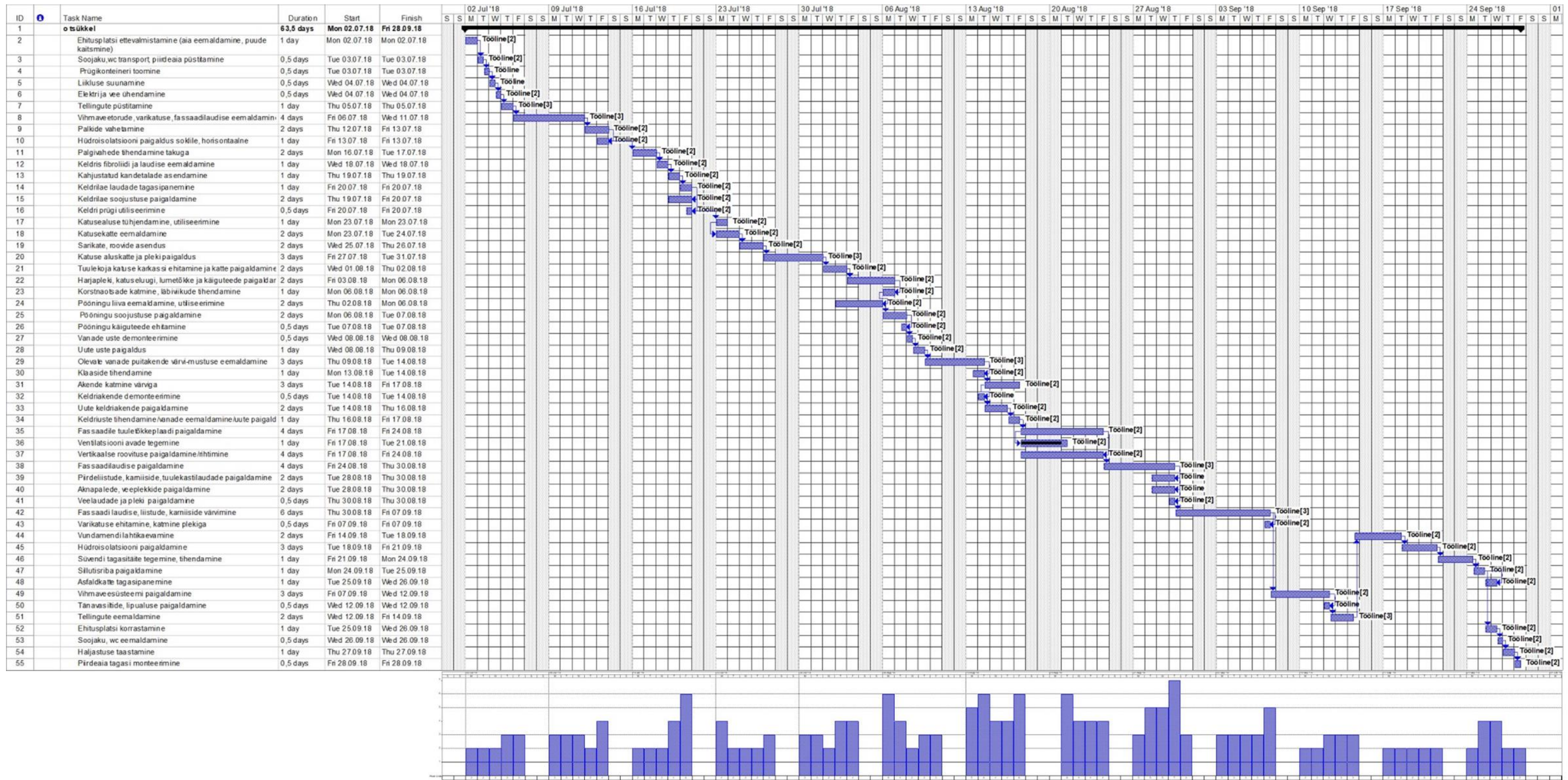
Lisa 9. Ehitusplatsi plaan



TINGMÄRGID

- |  |                          |  |                                     |
|--|--------------------------|--|-------------------------------------|
|  | ELEKTRI SAAMISE VÕIMALUS |  | SUUNAV LIIKLUSMÄRK MÖLEMAL POOL ALA |
|  | VEE SAAMISE VÕIMALUS     |  | PIIRDEAED                           |
|  | OHUTSOON                 |  |                                     |
|  | PÄÄS HOONESSE/PLATSILE   |  |                                     |

# Lisa 10. Tööjõuvajaduse graafik



# Lisa 11. Sõlmed Pakett 1

