

EESTI KUNSTIAKADEEMIA  
Kunstikultuuri teaduskond  
Muinsuskaitse ja konserveerimise osakond

Silver Bachmann

## TALLINNA TÜÜPI PUITMAJA RENOVEERIMISLAHENDUS

Magasini 3a, Tallinn, Harjumaa

2016/2017. õ-a. Arhitektuuri konserveerimise ja restaureerimise täiendkoolituskursuse lõputöö



Tallinn 2017

## Autorideklaratsioon

Kinnitan, et olen koostanud antud lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

„03” mail 2017. a.

.....

(allkiri)

Töö vastab kehtivatele nõuetele ja lubatud kaitsmisele:

„.....” mail 2017. a.

.....

Kaitstud hindele:

.....

„.....” mail 2017. a.

.....

## SISUKORD

1. HOONE LÜHITUTVUSTUS .....	3
1.1. Sissejuhatus .....	3
1.2. Tallinna maja ajalugu .....	5
2. HOONE KAHJUSTUSE.....	7
2.1. Vajalikud uuringud .....	8
2.1.1. Uuringute jaoks vajalikud masinad .....	9
2.2. Kivikonstruktsioonide ja vundamendi analüüs.....	9
2.2.1. Kahjustused .....	9
2.2.2. Vajalikud uuringud.....	10
2.2.3. Renoveerimislahendused.....	10
2.3. Puitkonstruktsioonide analüüs .....	11
2.3.1. Kahjustused .....	11
2.3.2. Vajalikud uuringud.....	12
2.3.3. Renoveerimislahendused.....	12
2.4. Fasaad .....	12
2.4.1. Kahjustused .....	12
2.4.2. Renoveerimislahendused.....	13
2.5. Katus .....	14
2.5.1. Kahjustused .....	14
2.5.2. Renoveerimislahendused.....	15
3. KÜTTE JA VENTILATSIOONISÜSTEEMI ANALÜÜS .....	16
3.1. Renoveerimislahendused .....	16
4. TEHNOSÜSTEEMIDE ANALÜÜS .....	17
4.1. Elekter.....	17
4.2. Vesi ja kanalisatsioon .....	17
4.3. Renoveerimislahendused .....	18
5. HOONE KÜTTEENERGIAKULU .....	19

5.1. Välispiirete.....	19
5.1.1. Välissein .....	19
5.1.2. Pööningu ja keldri vahelagi .....	20
5.2. Külmasildade soojusläbivus .....	21
5.2.1. Akna ühendus välisseinaga .....	21
5.3. Hoone infiltratsiooni hindamine .....	23
5.4. Hoone erisoojuskadu ventilatsioonist.....	24
5.5. Hoone erisoojuskadu välispiiretest.....	25
5.6. Hoone kütteenergiakulu leidmine kraadpäevade alusel .....	25
KOKKUVÕTE.....	27
KASUTATUD ALLIKAD.....	29
LISAD .....	30
Lisa 1 .....	30
Lisa 2 .....	31
Lisa 3 .....	32
Lisa 4 .....	33
Lisa 5 .....	33
Lisa 6 .....	34
Lisa 7 .....	35
Lisa 8 .....	36
Lisa 9 .....	37
Lisa 10.....	38

# 1. HOONE LÜHITUTVUSTUS

## 1.1. Sissejuhatus

Minu lõputöö eesmärgiks on pakun välja renoveerimilahendus Tallinnas, Magasini 3a kinnistul asuva Tallinna tüüpi puitmajale. ( Vaata joonis 1.)



Joonis 1. Hoone asukoht<sup>1</sup>

Kinnistu esimene teadaolev omanik G. Hritoforovits Svarts tegi 1911. aastal taotluse ehitada kinnistule kolm kahekordset puumaja (A, B ja C maja) koos kanalisatsiooniga. 1912 aastal kakatakse ehitama esimest puumaja, milleks oli A maja. A maja asus tänavale kõige lähemal. Samal ajal taotles G. Hritoforovits Svarts luba ehitada B maja asemel ühekordne puukuur. Esialge plaanijärgi kavandatud hoonet G. Hritoforovits Svarts ei ehitagi. <sup>2</sup>

1934. aastal palub Aleksander Inkpööl luba kõdunenud kuurid lammutada ja ehitada kuuride asemele Eugen Habermanni projekteeritud kahekordne puumaja keldriga. Samal aastal taotleb Aleksander Inkpööl luba ehitada Magasini 3a ja Magasini 3 kinnistute vahele tulemüür. 1935. Aastal hakatakse maja ehitama. Eugen Habermann võtab isiklikult vastutuse töid juhtida ehituse

<sup>1</sup>Hoone asukoht. – Maa-ameti geoportaal; <http://geoportaal.maaamet.ee/est/> (vaadatud 18.02.2017)

<sup>2</sup>Tallinna Linnaplaneerimise Ameti arhiiv, Tallinna Linnavalitsuse Ehitusosakonna arhiiv, Ehitusprojektid, Magasini tänav, kinnistu nr 2667, toimik nr 3680

käigus. 1935. Aastal taotleb Aleksander Inkpööl luba ehitada maja keldrikorrusele vanniruumid mille projekteerib ka Eugen Habermanni.<sup>3</sup>

Hoone on kahekordne puitmaja, millele on kütmata pööning ja kütmata kelder. Hoonel on viilkatus, mis on kaetud valtsplekiga. Hoone sokkel ja vundament on ehitatud paekivist. Paekivist sokkel ei ole väljast krohvitud. Keldripõrandaks on muldpõrand. Tugiseinte kandevkonstruktsiooniks on topelt püstplank seinad mis on väljast kaetud horisontaalselt paigaldatud voodrilauaga. Voodrilaudadel on tugevad värvikahjustused, aga on selgelt eristatav, et maja oli värvitud pruunikas punaseks. Trepikoda on laotud silikaattellisest, mis ei ole väljast krohvitud. Originaalsed puitaknad on vahetatud plastikakende vastu. Katusekatteks on valtsplekk. Antud hoone asub miljööväärusliku piirkonna naabruses ja talle ei kehti muinsuskatse piirangud. ( Vaata joonis 2.) Kindluse mõttes peaks Tallinna linnavalitsuselt küsima täiendavaid projekteerimistingimusi.



Joonis 2. Hoone asub miljööväärusliku ala kõrval<sup>4</sup>

<sup>3</sup>Tallinna Linnaarhiiv, Magasini 3a inventariseerimise toimik nr. 2888

<sup>4</sup>TTÜ puitelamute uuring. - Sihtasutus Kredex [http://www.kredex.ee/public/Uuringud/TTY\\_Puitelamute\\_uuring.pdf](http://www.kredex.ee/public/Uuringud/TTY_Puitelamute_uuring.pdf) (vaadatud 02.02.2017)

## 1.2. Tallinna maja ajalugu<sup>5</sup>

„Tallinna maja on ühe keskse kivitrepikojaga 2-3 korruselise paljukorteriline puitelamu. Kivitrepikojaga puitmaju hakati ehitama 20. Sajandi esimesel kümnendil, mil Vene tsaaririigi ehitusseaduse ja tuletõrje normide muutumisega lubati ka Eesti- ja Liivimaa linnadesse ehitada varem levinud kahe puittrepikojaga asemel ühe kivitrepikojaga maju. Ehkki muudatus puudutas kõiki Vene tsaaririigi kubermange, on just Tallinn eriline selliste majade massilise leviku poolest. Sellest ka majatüübi nimi. Hinnanguliselt on 90% 1920. aastate lõpul ja 1930. algul Tallinnasse valminud puitelumaju kivitrepikojaga.“

„Termin Tallinna maja võeti kasutusele 1970.-1980. aastatel, et rõhutada kivitrepikojaga elamutüübi osa linna ehituspärandis. Juba 1968. aastal kirjutas arhitektuuriajaloolane Leo Gens: „Selle hoone plaanilahendus kasvas välja tolle aja inimese tagasihoidlikest, kuid sügavalt läbimõeldud elulisest vajadusest. See elamu annab Tallinna hubasuse, intiimsuse, mida me ei leia paljudes Euroopa suurlinnades.““

Eesti Vabariigi algusaastatel oli Tallinna nõudlus (üüri)korterite järele kasvanud väga suureks, seda just tormiliselt arenevates eeslinnaosades. Kivitrepikojaga puithooneid ehk Tallinna maju leidub kõigis kesklinna ümbrustes linnajagudes. Enim kerkis neid Pelgulinna, Uus-Maailma kanti ja Kalamajja, aga ka Kadriorgu ja Nõmmele. Paljud paiknevad ajalooliste puitlinnaosade kaitseks moodustatud miljööväärtuslikel hoonestusaladel.“

„Peamisteks ehitajateks olid väikeettevõtjad, kel jätkus (laenu)raha ühe üürimaja ehitamiseks. Sedalaadi ettevõtlikkuse tüüpiliseks näiteks on omaaegne majaehitaja Pauline Bessani, kelle rahastamisel on ehitatud mitmed Tallinna tüüpi majad, nagu näiteks Kungla 20 ja Kalevi 40 Kalamajas ning Heina 18 Pelgulinnas. Ettevõtlik proua ise tavatses elada uues majas kuni järgmise valmimiseni. Et Tallinna kesklinn oli ehitusmäärusega määratud kivihoonete piirkonnaks, suundus aktiivsem ehitustegevus Tallinnas stiihiliselt eeslinnaosadesse, kuhu oli lubatud ehitada ka puitmaju.“

„Tallinna majade levikule aitas kaasa ka 1910. aastal Tallinnasse rajatud Eesti ainus silikaattellisetehas, algse nimega „Tallinna silikaat-telliskivi vabrik O. Amberg ja KO“, mis asus praeguse Järve keskuse kohal.“

<sup>5</sup> Tallinna Kultuuriväärtuste Amet, Tallinna maja, hoonetüübi areng ja säästev uuendamine, Tallinn, 2010.

„Kõrg- ja hilisperioodi majad ehitati reeglina keldriga, sest keldriruumidesse üritati üürile saada kauplusi jm väiksemaid ärisid. Paekivist lintvundamendil oli sokli kõrgus keskmiselt 1,5-1,7 m. Sokkel oli krohvitud või dekoratiivsest klombitud paekivist. Kivitreppikoda ehitati kõrg- ja hilisperioodi majadel reeglina silikaattelistest puhasvuukmüüritisena.“

„Katused ehitati prussidest sarikatele ning need olid enamasti tsingitud plekist kattega. Plekk-katus oli värvitus, tavaliselt punaseks. Värv kaitses plekki.“

„Tubade pind jäi vahemikku 12-15 m<sup>2</sup>, seega olid kahetoalistes korterites maksimaalselt 30 m<sup>2</sup> ja kolmetoalistes 45 m<sup>2</sup>.“



## 2. HOONE KAHJUSTUSE



Foto 1. Rekonstrueeritav hoone fasaadid, autori foto.

Hoone esmasel ülevaatusel avastasin järgmised probleemid:

- Katusekonstruktsiooni puidukahjustused – Roovid ja sarikad läbiniiskunud, põhjuseks aurutõkke puudumine, käega katsudes oli plekk niiske.

- Korstnal tõrvakahjustused
- Korstna katusest läbiviik ei ole tihendatud.
- Kanalisatsiooni õhutustoru lõppes pööningul. Peaks olema läbiviik katusele.
- Keldris on veetorstikus lekked ja halvasti isoleeritud.
- Kiviseintele toetatud kandetaladel nähtavad niiskuskahjustused, hüdroisolatsiooni puudumine.
- Kandetala toetusposti ebapiisav toestamine
- Keldriseinas nähtavad niiskuskahjustused.
- Kandetala halb vekseldamislahendus.
- Koridori väliukse pole õhutike, tuulutavad ukse all.
- Silikaattellisest fassaadi niiskuskahjustused.
- Voodrilaua niiskus, uv-kiirguse, värvikahjustused.
- Soklipeal olev veelaud osaliselt hävinenud või siis üldse puudu.
- Alumised palgid arvatavasti niiskuskahjustustega, põhjuseks soklipealse veelaua puudumine,
- Vihmaveesüsteemi puudumine.
- Katuseplekk vana ja korrudeerunud.
- Aknad paigaldatud ebakorrektelt.
- Aknaplekkide puudumine.

## 2.1. Vajalikud uuringud

- Võtta proovikehad kandekonstruktsioonidelt, ehk palkidelt ja sarikatelt. Sellega hinnatakse kandevõimet(survetugevus), niiskustaset, mädaniku-kahjustusi. (laboratooriumis)
- Visuaalsete kahjustuste hindamiseks tuleks avada 1. korruse põrandatalade toetumiskohad paekivimüüritisel.
- Sisekliima uurimine (võimalik vajalike mõõteriistade olemasolul isiklikult mõõta)

Antud töö mahus saan sooritada visuaalsete kahjustuse hindamiseks kandetalade sõlmede avamist, uurida sisekliimat vastavate mõõteseadmetega.

Tellida tuleks puidu niiskumise, mädaniku-kahjustuse ja survetugevuse uuringud. Sellega tegeleb näiteks TTÜ Ehitustootluse Instituudi Ehitusmaterjalide Teadus- ja Katselaboratoorium.

### 2.1.1. Uuringute jaoks vajalikud masinad

- Termo- ja hügromeeter - ülesandeks on temperatuuri ja õhuniiskuse mõõtmine.
- Endoskoop – kasutatakse varjatud konstruktsioonide uurimiseks
- Distomeeter ja mõõdulint – ülesandeks on hoone ülesmõõdistamine
- Termokaamera – ülesandeks on pinnatemperatuuride mõõtmine
- Temperatuuri ja niiskuse mõõtja – salvestab kindla aja tagant ruumis oleva temperatuuri ja niiskuse. Andmeid saab kasutada energiavajaduse arvestamisel.
- Süsiniku sisalduse mõõtur – kasutatakse süsihappegaasi määramiseks õhus või ruumis

## 2.2. Kivikonstruktsioonide ja vundamendi analüüs

### 2.2.1. Kahjustused

Tellismüüritise põhilisteks kahjustuseks on silikaattellise niiskuskahjustused. Kõige suuremad kahjustused esinevad katuse ja seina ühenduskohas ning välisukse ning varikatuse ümbruses. (Vaata foto 2.) Antud kahjustused on põhjustanud vihmavees ärajuhtimissüsteemi puudumisest. Varikatuse kohal on näha efloresentsi, mis tekib, kui sein kuivab ja vee aur tungib seinast välja ning selle abil liiguvad soolad müüri pinnale.



Foto 2. Telliskiviseina kahjustused, autori foto.

Sokli kahjustusteks on paekivimüüritise füüsiline vananemine, kohati ka niiskuskahjustused. Vihma ja tuule mõjul on lubimört vuukidest väljauhtunud. Kuna puudub katuselt tuleva vihmavee ärajuhtimise süsteemi ja veelaua halb seisukord või selle puudumine, siis on tekkinud väiksemas mahus paekivimüüritise kahjustusi sokli ja maapinna lõikejoonele.

Teostades keldris esialgset visuaalset uuringut on tuvastatav pinnases oleva vee ja niiskuse tungimist läbi vundamendi müüri. ( Vaata lisa 4.) Vee tungimise keldrisse põhjustab arvatavasti kõrge pinnasevesi, drenaaži, hüdroisolatsiooni ja panduse puudumine. Sokli visuaalsel uurimisel sisepinnal suuremad praod puudusid.

### **2.2.2. Vajalikud uuringud**

Paekivivundamendile tuleks teostada laboratoorne uuring survetugevuse määramiseks. Selleks lõigatakse müüritisest välja 5 proovikeha mõõtmetega 5x10x20 cm ja labori tingimustes need purustatakse ning saadakse teada müüritise survetugevus.

Vundamendi sidemördile tuleb sooritada koostisosade analüüs.

Mõõta tuleb müüritise niiskussisaldust niiskusmõõturiga.

Teha ladestunud soolade analüüs.

Määrata tuleb veekoormusliik.

Lisaks tuleb teostada konstruktoriga müüritiste põhjalik visuaalne uuring tuvastamiseks võimalikke lisa kahjustusi.

### **2.2.3. Renoveerimislahendused**

Telliskivimüüri renoveerimiseks tuleb katuseservas ja varikatuse kohal olevate kahjustunud kivid asendada uutega. Sooladest kahjustunud kohtadel tuleks takistada soolade edasine levik kasutades elektrolüüsi ja elektrofreesi meetodeid. Kui antud lahendustega ei saavutata soovitud tulemust tuleb spetsialistidega konsulteerida ja kaaluda inekteerimise. Kivide asendamiseks tuleb müüritist ajutiselt toetada metallsillustega.

Vundamendi kõrvalt tuleb pinnas eemaldada ja müüritisele kanda vööp- või rullhüdroisolatsioon. Kuna esimese korruse elanikel on soov keldrikorrus kasutusele võtta eluruumina, on soovitatav vundament ning sokli osa katta soojustusega ja sokkel krohvida. Kõrge pinnasevee olemasolul tuleb

rajada drenaazi süsteem ja vajadusel inekteerida. Müüritise vahel olev lahtine mört 3-5 cm ulatuses eemaldada ja asendada uuega.

Tulevikus sarnase olukorra ärahoidmiseks tuleb rajada toimiv vihmaveesüsteem, millega juhitakse vesi maja vundamendist kaugemale. Vihmaveetorud tuleb paigaldada seinast vähemalt 12 cm kaugusele, et vältida seina märgumist. Lisaks tuleb anda maapinnale majast eemale olev kalle, et maja ümbruses olev vesi voolaks majast eemale. Vesi ei tohi valguda maja poole ega imbuda pinnasesse vundamendi läheduses.

## **2.3. Puitkonstruktsioonide analüüs**

### **2.3.1. Kahjustused**

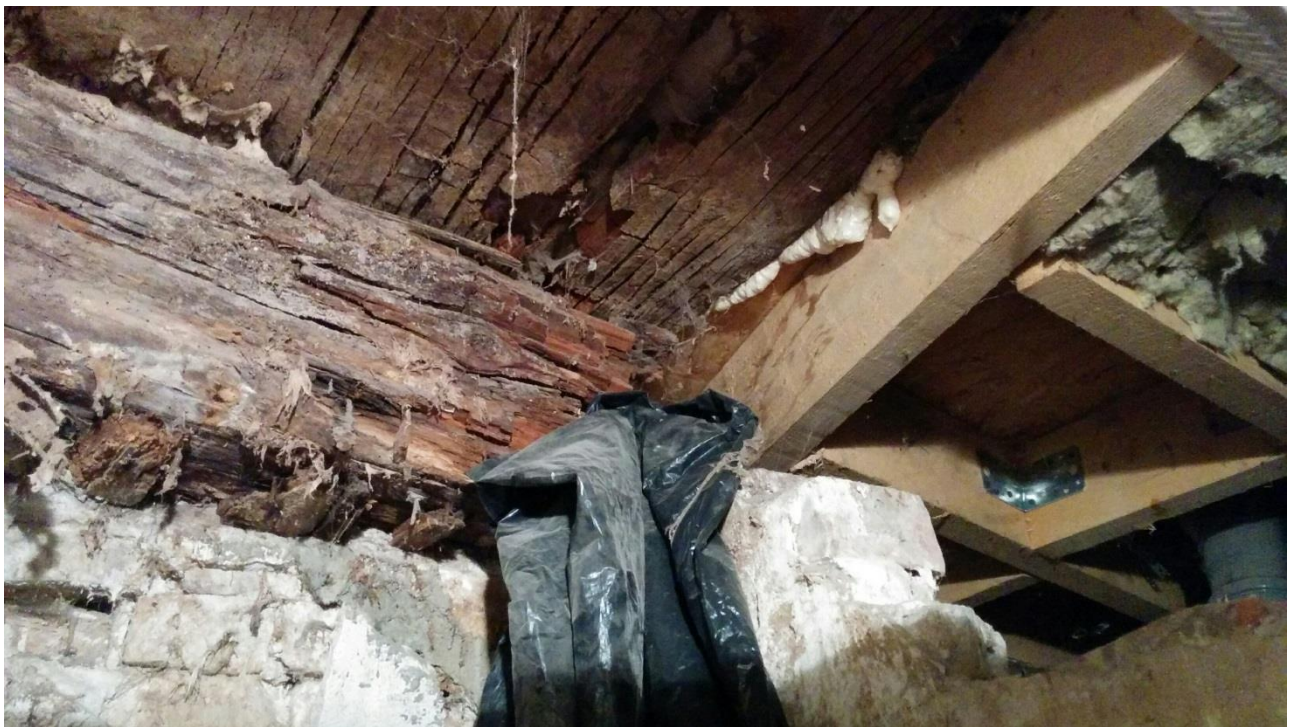


Foto 3. Puittala kahjustused, autori foto.

Hoones esineb seene, bakteri või putukate kahjustusi, eriti keldri ja pööningupiirkonnas, sest antud piirkondades on väga niiske ja see on seente arenemiseks väga soodne. ( Vaata foto 3)

Katuse sarikate ja roovide kahjustusi on põhjustanud katuse ebapiisav tihendamine, soojustuse ja aurutõkke puudumine. Lisaks on läbiviigud tehtud ebatihedad, mille tõttu läbiviikude läheduses asuvatel sarikatel on kergesti eristatavad veekahjustused. (Vaata lisa 10.)

Keldris asuvate kandvate talade otsad on kokkupuutes vundamendi müüritisega, millel puudub hüdroisolatsioon ja selle tulemusena tungib niiskus talasse. ( Vaata lisa 5) Sokli peal asetsevad seinapalgid on otseses kokkupuutes vihmaveega kuna veenina on ära mädanenud ja puitkonstruktsioonid ei ole eraldatud kivikonstruktsioonidest. Lisaks on teostatud ajutised ja ohtlikud kandvate konstruktsioonide parandused ja toetuse lahendused. ( Vaata lisa 7)

### **2.3.2. Vajalikud uuringud**

Esimese asjana tuleb teostada konstruktoriga lisa visuaalne vaatlus. Lisaks tuleb koputamisega tuvastada kohad, kus on mädanik- ja putukkahjustused. Mõõta tuleb ka konstruktsiooni niiskussisaldus, mis annab aimu kui soodne keskkond on bioloogiliste kahustuste tekkimiseks.

Puitkonstruktsioonide seisukorra hindamiseks tuleb võtta proovikehad mida saab laboris testida. Kui purustav uurimismeetod ei ole võimalik tuleb teostada kohapealsed mittepurustavad mõõtmised, konstruktsioonide seisukorra tuvastamiseks.

### **2.3.3. Renoveerimislahendused**

Renoveerimist tuleks alustada kandvate talade ja seinaelementide kahjustatud osade välja vahetamisega ja proteesimisega. Kui võimalik, siis piirduda ainult kohtparandustega, et säilitada võimalikult palju originaal konstruktsioone. Keldris asendada ajutised kandevkonstruktsioonide paranduslahendused.

Sokli peal asetsevad seinapalgid eraldada kivikonstruktsioonidest kasetohuga või tõrvapapiga.

Katuse sarikate ja roovide olukorda tuleb väga kriitiliselt hinnata ja kahjustunud osad välja vahetada. Vajadusel kõik sarikad vahetada ja kaitsta vee ja niiskuse sattumist sarikatele.

## **2.4. Fasaad**

### **2.4.1. Kahjustused**

Voodrilaua esinevad niiskuse-, uv-kiirguse- ja värvikahjustused. (Vaata lisa 6.)

Fassaadi kahjustused on tingitud voodrilaudade ebapiisavast hooldusest ja vihmaveesüsteemi puudumisest. Väga halvas seisus on ka tilgalaud. Tilgalaud on läbimädanenud või kohati lausa puudub.

#### **2.4.2. Renoveerimislahendused**

Fassaadi voodrilaua kahjustused on liiga intensiivsed, et renoveerida voodrilauad. Voodrilaua asendamine võimaldab näha kõikide välisseinte palkide olukorda. Voodrilaua asendamisel tuleb tellida uus tolele ajastule kohane voodrilaud mille tüüpiline laius jäi vahemikku 120-150mm.<sup>6</sup> Voodrilaua täpne profiil tuleb kooskõlastada Muinsuskaitseametiga. Voodrilaud peab olema hõõveldatud. Voodrilaud värvida võimalikult ligilähedase tooniga mis ta praegu on ehk rauapruuni värvi. Täpse värvitooni koodi määrab arhitekt.

Voodrilauda vahetades, tuleb paigaldada uus soklipealne veelaud. Veelaud peab ulatuma vähemalt 3-5 cm soklist ettepoole. Veelaud katta pelikga tagamaks tema pikajaline kestmine.

Fassaadi renoveerides tuleb asendada olemasolevad plastikaknad kahekordsete puitakende vastu, et taastada võimalikult originaalne välisilme. Puitaknad paigaldada soojuskihti, et elimineerida külmasillad.

Antud hetkel on tervel hoonel vahetatud originaalsed puitakanad ühesuguse klaasijaotusega plastikakende vastu. Kuna ühteski ajaloolises allikas ei kajasta, millise klaasijaotusega on esialgsed aknad olnud, siis uued puitaknad teha olemasolevate plastikakende klaasijaotuse järgi. (Vaata lisa 9.) Akende uute puitakende klaasijaotus tuleb kooskõlastada Muinsuskaitseametiga.

Uute akende paigaldamisel tuleb paigaldada ka aknaplekid, mis praegusel hetkel puuduvad. (Vaata lisa 9.) Aknaplekide paigaldamine juhib vee fasaadist eemale ja tagab fassaadi pikema eluea.

---

<sup>6</sup>Tallinna Kultuuriväärtuste Amet, Tallinna maja, hoonetüübi areng ja säästev uuendamine, Tallinn, 2010.

## 2.5. Katus

### 2.5.1. Kahjustused

Antud hoonel on viilkatus. Katusekatteks on valtsplekk mis on korrodeerunud ja millel puuduvad ülespöörded. Antud hetkel on kanalisatsiooni õhutustorud viidud vaid katuse alla, kus tuleb lisaniiskus katuse alla ja kahjustab puitkonstruktsioone. (Vaata lisa 8) Lisaks on läbiviigude ümbrused ebatihedad, mille tulemusena on sarikad ja roovid tõsiseid niiskuskahjustusi saanud. (Vaata lisa 10)



Foto 4. Katus, autori foto.



Foto 5. Katusesakrikate ja roovituse kahjustused, autori foto.



## **2.5.2. Renoveerimislahendused**

Vastavalt ilmastikule vajadusel ehitada tööde teostamise ajaks ajutine telk, mis tagaks tööde teostamise ajaks kuiva keskkonna. Rajada kanalisatsiooni õhutustorude läbiviigud katusele. Eemaldada vana katusekatte materjal ja roovitus. Toestada katusekonstruktsiooni ning vahetada välja kahjustatud sarikad. Paigaldada aurutõke, roovitus ning uus plekk-katus ning teostada vajalikud ülespöörded katusekattematerjalist väljaulatuvatele osadele. Erilist tähelepanu tuleb pöörata läbiviikude ümbruste tihendamisele.

Kui katusekorrust ei ehitata välja eluruumideks, siis tuleb põrand soojustada.

Katusekatte vahetamisel tuleb paigaldada katusele käigutee ja katuse räästa äärde lumetõke.

### **3. KÜTTE JA VENTILATSIOONISÜSTEEMI ANALÜÜS**

Hoonel puudub toimiv ventilatsioonisüsteem. Mis on tingitud originaalsete puitakende vahetamisega uute plastikakende vastu mille tõttu on kaotatud vähenegi loomulik ventilatsioon mis töötas tänu puitakende ebatiheduste abil. Ventilatsiooni toimivuse täpsemaks hindamiseks tuleb teotada CO<sub>2</sub> kontsentratsiooni mõõtmised, õhu liikumiskiiruse mõõtmised.

Küttesüsteemina on hoones kasutuses korteripõhised lokaalsed küttekolded. See tähendab , et koridor, pööning ja kelder ei kuulu hetkel kütmisele.

#### **3.1. Renoveerimislahendused**

Ventilatsioon tuleb lahendada korteripõhise soojustagastiga ventilatsioonisüsteemiga. Võimalusel kasutada väljapuhkena korstna lõõri, selleks tuleks tellida ekspertiis, kes kontrolliks korstna seisukorda. Ventilatsiooniagregaat paigaldada võimalikult korstna lähedale.

Küttesüsteem tuleks lahendada tsentraalse gaasikatla süsteemi paigaldamisega, et tagada hoone terviklik säilimine. See tuleks paigaldada keldrisse koos akumulatsioonipaagiga, millele saab vajadusel tulevikus ühendada ka päikesepaneelid. Kütta tuleks ka ühiskoridori. Korteripõhised ahjud jäävad mugavuskütteks.

Küttesüsteemi välja ehitades tuleb kindlasti kontrollida korstende seisukorda ja vajadusel korstnad seest krohvida. Kui katusealune osa ei ehitata välja eluruumideks, siis tuleb korstnajalg üle lubjata. Korstnapits laduda puhta vuugiga silikaattellisest kui antud korstnapitsi ei anna päästa.

## 4. TEHNOSÜSTEEMIDE ANALÜÜS

### 4.1. Elekter



Foto 6. Kaasajastatud elektirikilp, autori foto.

Tugev- ja nõrkvool on hiljuti renoveeritud ja vajab eksperdi visuaalset hinnangut.

### 4.2. Vesi ja kanalisatsioon

Maja ülevaatusel selgus, et osad korterid on mingis osas kanalisatsiooni ja veetorustiku vahetanud. Veetorude isolatsioon puudus või oli halvasti teostatud ning torude ühendused tilkusid. Hoone vee ja kanalisatsioonisüsteem on ühendatud linnatrassidega.



Foto 7. Veemõõdusõlm, autori foto.

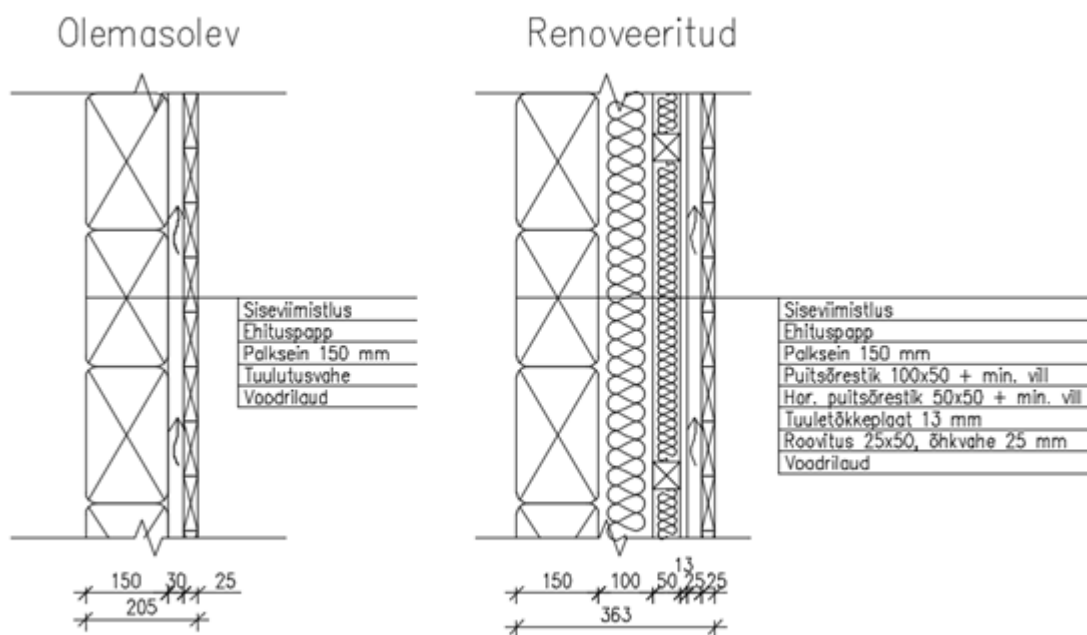
### **4.3. Renoveerimislahendused**

Vee ja kanalisatsioonitorustikule tuleb teha ekspertiis, mis osas saab säilitada olemasolevat torustikku ja mis tuleb välja vahetada, vajadusel olemasolevad torud uuesti isoleerida. Juhul kui küttesüsteem asendatakse tsentraalse gaasikatlaga, tuleks seda kasutada ka tarbevee soojendamiseks.

## 5. HOONE KÜTTEENERGIAKULU <sup>7 8</sup>

### 5.1. Välispiirete

#### 5.1.1. Välissein



Joonis 3. Olemasolev ja renoveeritud väliseina lõiked.

Olemasolev sein soojusjuhtivus on  $0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Pakun välja, et renoveerimise käigus lisada väliseinale 200 mm mineraalvilla, sellisel juhul on välisseina soojusjuhtivuseks  $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Seinte lõiked on näidatud joonisel 3.

Renoveeritud sein lahendus on võimalik juhul kui soklit ja vundamenti soojustada ja krohvida, et välissein ei astuks soklist kaugemale. Kuna on soov keldrikorrus võtta kasutusele eluruumideks, siis

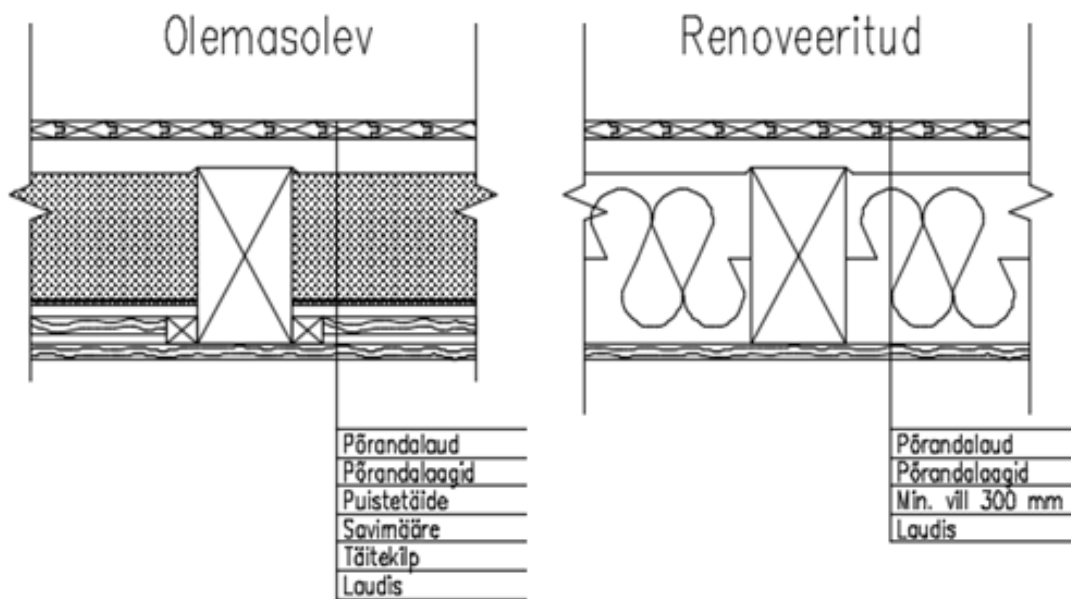
<sup>7</sup>TTÜ puitelamute uuring. - Sihtasutus Kredex [http://www.kredex.ee/public/Uuringud/TTY\\_Puitelamute\\_uuring.pdf](http://www.kredex.ee/public/Uuringud/TTY_Puitelamute_uuring.pdf) (vaadatud 02.02.2017)

<sup>8</sup>Hoone energiatõhususe miinimumnõuded, määrus, 2017, - Riigi Teataja, <https://www.riigiteataja.ee/akt/128022017002> (vaadatud 02.02.2017)

antud lahendus sobib. Antud juhul tuleb lisada 150-200mm soojustust solki osasse, et visuaalne välimus säiliks.

Alternatiivseks lahenduseks seinte soojususele pakun välja seinte katmise tuuletõkkekangaga. Antud lahendust kasutades ei kasvatata välisseina konstruksiooni välja poole ja alupärane visuaalne välimus säilib paremini.

### 5.1.2. Pööningu ja keldri vahelagi



Joonis 4. Vahelagede lõiked.

Olemasoleva pööningu vahelae soojusjuhtivus  $0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Renoveerimise käigus tuleb puistetäide eemaldada, ning kahjustunud kandetalad vahetada uute vastu. Talade vahele soojustada 300 mm paksuselt mineraalvillaga. Renoveeritud lahenduse korral on vahelae soojusjuhtivuseks  $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

## 5.2. Külmasildade soojusläbivus

### 5.2.1. Akna ühendus välisseinaga

Termokaameraga hoonet uurides selgus, et hoonel aknad on väga halvasti paigaldatud, külmasilla tõsisuse hindamiseks tuleb arvutada külmasilla temperatuuriindeks  $f_{Rsi}$ . Selleks kasutan valemit 1.

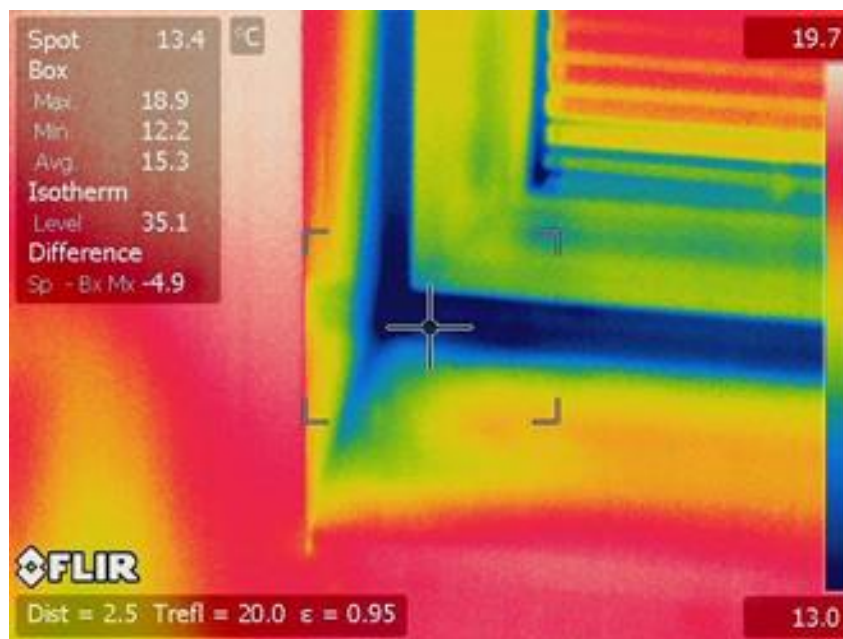


Foto 8. Termokaamera pilt, autori foto

Termokaamera pildilt on näha, et minimaalne temperatuur aknasõlmes on 12,2 °C. Välistemperatuur oli 0 °C ning sisetempertuur 21,5°C.

$$f_{Rsi} = \frac{t_{si} - t_e}{t_i - t_e} \quad (1)$$

kus  $t_{si}$  [°C] - sisepinnatemperatuur

$t_e$  [°C] - välisõhu temperatuur

$t_i$  [°C] - siseõhu temperatuur

$$f_{Rsi} = \frac{12,2 - 0}{21,5 - 0} = 0,58$$

Tegemist on sellise kohaga, kus võib tekkida hallitus niiskuse kondenseerumisest, sest temperatuuriindeks on 0,58, mis on väiksem kui 0,7. Temperatuuriindeks peaks antud hoonel olema üle 0,8, et vältida hallituse teket, sest tegemist on kortermajaga, millel on halb ventilatsioon.

Tabel 1

Hoone külmasilla liigid ning nendest tulenev erisoojuskadu

<b>Külmasilla nimetus</b>	<b>Külmasilla läbivus (W/mK)</b>	<b>Pikkus (m)</b>	<b>Erisoojuskadu (W/K)</b>
Välisseina välisnurk	0,05	25,36	1,27
Välissein lagi	0,15	51,20	7,68
Välissein põrand	0,18	51,20	9,22
Välissein vahelagi	0,1	51,20	5,12
Välissein aken	0,01	119,60	1,20
	<b>Kokku:</b>		24,48



Tabel 2

Rekonstrueeritud hoone külmasilla liigid ning nendest tulenev erisoojuskadu

Külmasilla nimetus	Külmasilla läbivus (W/mK)	Pikkus (m)	Erisoojuskadu (W/K)
Välisseina välisnurk	0,05	25,36	1,27
Välissein lagi	0,13	51,20	6,66
Välissein vahelagi	0	51,20	0,00
Välissein põrand	0,06	51,20	3,07
Välissein aken	0,1	119,60	11,96
<b>Kokku:</b>			22,96

### 5.3. Hoone infiltratsiooni hindamine

Infiltratsiooni õhuvooluhulk  $q_i$  (l/s) arvutatakse valemiga (2)

$$q_i = \frac{q_{50}}{3,6 * x} * A \quad (2)$$

kus:  $q_{50}$  [ $\text{m}^3/(\text{h} * \text{m}^2)$ ] -hoone välispiirete keskmine õhulekkearv,

$A_{\text{et}}$  [ $\text{m}^2$ ] -hoone välispiirete pindala,

$x$  -tegur, mis on kahekorruselistele hoonetele 24

3,6 -tegur, mis teisendab õhuvooluhulga  $\text{m}^3/\text{h}$  ühikust l/s ühikuks.

Tuginedes TTÜ puitelamute uuringule on arvutustes kasutatud hoone keskmine õhulekkearv  $q_{50} = 10,8 \text{ m}^3/(\text{h} * \text{m}^2)$ , renoveeritud hoonel õhulekkearv  $q_{50} = 3 \text{ m}^3/(\text{h} * \text{m}^2)$ .

Soojuskaod infiltratsioonist arvutatakse valemiga (3)  $H_{\text{inf}}$  [W/K]

$$H_{\text{inf}} = q_i * C * \rho \quad (3)$$

kus:  $q_i$  [l/sek] -infiltratsiooni õhuhulk

$C$  [J/kg\*K] -õhu erisoojus 1005

$P$  [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ] -õhu tihedus 1,2

Tabel 3

## Hoone erisoojuskadu infiltratsioonist

	Välispiirete pindala (m <sup>2</sup> )	Infiltratsiooni erisoojuskadu (W/K)
Hetkel	324,6	46,67
Rekonstrueeritud hoonel	324,6	13,59

#### 5.4. Hoone erisoojuskadu ventilatsioonist

Ventilatsiooni erisoojuskadude leidmiseks soojustagastiga ventilatsioonisüsteemi korral kasutatakse valemit (4) ja loomuliku ventilatsiooni korral valemit (5). Hoone pindala on 326,6 m<sup>2</sup> ja õhuvahetus 0,42 l/s m<sup>2</sup>.

$$H_{\text{vent}}=L*C*\rho*(1-Y) \quad (4)$$

$$H_{\text{vent}}=L*C*\rho \quad (5)$$

kus: L [l/sek] -sissepuhkeõhu hulk  
 C [J/kg\*K] -õhu erisoojus 1005  
 ρ [kg/m<sup>3</sup>] -õhu tihedus 1,2  
 Y -soojustagasti kasutegur

Leian loomuliku ventilatsiooni korral ventilatsioonist tuleneva erisoojuskao valemiga (5).

$$H_{\text{vent}}=(326,6*0,42)*1005*1,2*10^{-3}=165,13 \text{ W/K} \quad (5)$$

Leian soojustagastiga ventilatsiooni korral ventilatsioonist tuleneva erisoojuskao valemiga (4).

$$H_{\text{vent}}=(326,6*0,42)*1005*1,2*(1-0,7)*10^{-3}=49,54 \text{ W/K} \quad (4)$$

## 5.5. Hoone erisoojuskadu välispiiretest

Tabel 4

Hetkel hoone erisoojuskadu välispiiretest

Välispiire	Pindala (m <sup>2</sup> )	Soojusjuhtivus U W/m <sup>2</sup> *K	Erisoojuskadu H W/K
Välissein	291,85	0,65	189,70
Põrand	188	0,42	78,96
Katuslagi	188	0,42	78,96
Aken	32,76	0,76	24,90
Välisuks	3,78	2	7,56
		<b>Kokku:</b>	<b>380,08</b>

Tabel 5

Rekonstreeritud hoone erisoojuskadu välispiiretest

Välispiire	Pindala (m <sup>2</sup> )	Soojusjuhtivus U W/m <sup>2</sup> *K	Erisoojuskadu H W/K
Välissein	291,85	0,14	40,86
Põrand	188	0,13	24,44
Katuslagi	188	0,13	24,44
Aken	32,76	0,76	24,90
Välisuks	3,78	1,5	5,67
		<b>Kokku:</b>	<b>120,31</b>

## 5.6. Hoone kütteenergiakulu leidmine kraadpäevade alusel

Rekonstrueerimata hoone kütteenergia leidmiseks kasutasime tasakaalutemperatuuri 17 °C. Antud temperatuuri juures on normaalaastal Tallinnas 4028 kütteperioodi kraadpäeva. Rekonstreeritud hoone kütteenergia leidmiseks kasutasime tasakaalutemperatuuri 15 °C. Antud temperatuuri juures on normaalaastal Tallinnas 3491 kütteperioodi kraadpäeva.

Tabel 6

## Hoone kütteenergia vajadus erinevate pakettide korral

	<b>Kogu erisoojuskadu W/K</b>	<b>Pindala m<sup>2</sup></b>	<b>Aastane energivajadus kWH/a</b>	<b>Energiavajadus m<sup>2</sup> kohta kWH/a*m<sup>2</sup></b>
Renoveerimata hoone	616,35	326,6	59584,01	182,44
Renoveeritud hoone	206,39	326,6	19952,39	61,09

Hetkel kuulub hoone D energiaklassi. Rekonstrueerimise paketi korral kuuluks hoone B energiaklassi.<sup>9</sup>

<sup>9</sup>Nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele, määrus, 2016. – Riigi Teataja, <https://www.riigiteataja.ee/akt/107102016004> (vaadatud 02.02.2017)

## KOKKUVÕTE

Antud uurimistöö eesmärgiks oli uurida „Tallinna maja“ tüüpi elamu seisukorda ning pakkuda välja hoone rekonstrueerimislahendus. Uuring hõlmas elamu visuaalset hindamist, konstruktiivsete vigade kaardistamist, välispiirete soojusjuhtivuse parendamist ja kütteenergia vajaduse hindamist.

Rekonstrueerimise paketi ülesandeks on hoone visuaalse välimuse taastamine võimalikult algupäraseks, samas hoone muutmine energiatõhusamaks.

Esmalt on vajalik varisemisohtlikud kandekonstruksioonid toetada, ning seejärel teostada nende proteesimise või väljavahetamine.

Tõkestamiseks puitkonstruktsioonide edasine halvenemine tuleb paigaldada uus katusekatte koos vihmavees ärajuhtimissüsteemiga. Ümber hoone rajada pinnasevee ärajuhtimiseks drenaazisüsteem ja rajada kalded majast eemale, et vihmavesi ei imbuks hoone lähedal pinnasesse.

Algupärase välisilme saavutamiseks tuleb olemasolev laudis eemaldada ja paigaldada tallinna tüüpi majale omane 120-150mm laiune horisontaalne laudis mis tuleb värvida rauapruuni värvi. Paigaldada tuleb tilgalaud ja pikema säilimise tagamiseks katta plekiga.

Olemasolevad plastikaknad tuleb vahetada kahekordsete puitakende vastu, mis tuleb teha samasuguse klaasijaotusega nagu on toodud fotol 5. Puitaknad paigaldada soojustuskihti, et elimineerida külmasillad.

Energiatõhususe seisukohalt tuleb hoonele paigaldada seinas 150mm lisasoojustust ja vundamendi osas 150-200mm lisasoojustust, et hoone vastaks energiatõhususe nõuetele, oleks soe ja säilitaks esialgsete proportsioonidega välisilme. Sisekliima tagamiseks tuleb olemasolevad tehnosüsteemid üle vaadata ja vajadusel parandada või uued paigaldada. Ventilatsioon tuleb lahendada korteripõhise soojustagastiga ventilatsioonisüsteemiga. Lisasoojustades on võimalik antud hoone viia D energiaklassist B energiaklassi vähendades aastast energiavajadust 59584,01 kWh/a-lt 19952,39 kWh/a\*m<sup>2</sup>-ni.

Antud töös väljatoodu lahendusi jälgides, saavutatakse võimalikult originaalilähedane välimus ja tänapäeva tehnilistele nõuetele vastav hoone.

## **KASUTATUD ALLIKAD**

- [1] Hoone asukoht. – Maa-ameti geoportaal; <http://geoportaal.maaamet.ee/est/> (vaadatud 18.02.2017)
- [2], [10] Tallinna Linnaplaneerimise Ameti arhiiv, Tallinna Linnavalitsuse Ehitusosakonna arhiiv, Ehitusprojektid, Magasini tänav, kinnistu nr 2667, toimik nr 3680
- [3], [11], [12] Tallinna Linnaarhiiv, Magasini 3a inventariseerimise toimik nr. 2888
- [4] Tallinna Linnavalitsus, miljövärtuslikud piirkonnad Tallinnas. – Tallinna koduleht; <http://www.tallinn.ee/est/ehitus/Miljoovaartuslikud-piirkonnad-Tallinnas-3> (vaadatud 18.02.2017)
- [5], [6] Tallinna Kultuuriväärtuste Amet, Tallinna maja, hoonetüübi areng ja säästev uuendamine, Tallinn, 2010.
- [7] TTÜ puitelamute uuring. - Sihtasutus Kredex  
[http://www.kredex.ee/public/Uuringud/TTY\\_Puitelamute\\_uuring.pdf](http://www.kredex.ee/public/Uuringud/TTY_Puitelamute_uuring.pdf) (vaadatud 02.02.2017)
- [8] Hoone energiatõhususe miinimumnõuded, määrus, 2017, - Riigi Teataja, <https://www.riigiteataja.ee/akt/128022017002> (vaadatud 02.02.2017)
- [9] Nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele, määrus, 2016. – Riigi Teataja, <https://www.riigiteataja.ee/akt/107102016004> (vaadatud 02.02.2017)

# LISAD

## Lisa 1

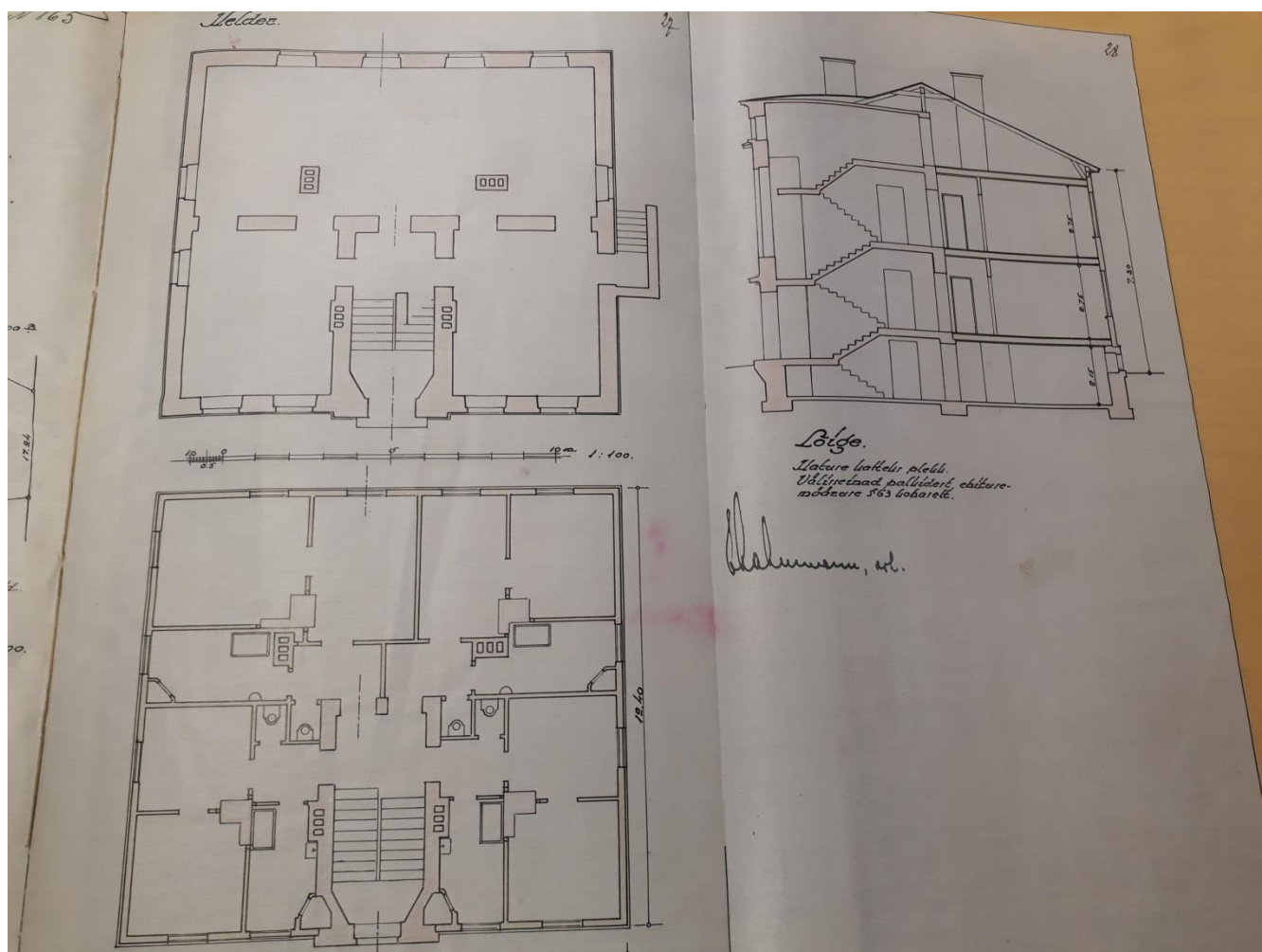


Foto 9. 1935 aastal Eugen Habermanni poolt koostatud maja plaan<sup>10</sup>.

<sup>10</sup>Tallinna Linnaplaneerimise Ameti arhiiv, Tallinna Linnavalitsuse Ehitusosakonna arhiiv, Ehitusprojektid, Magasini tänav, kinnistu nr 2667, toimik nr 3680



## Lisa 2

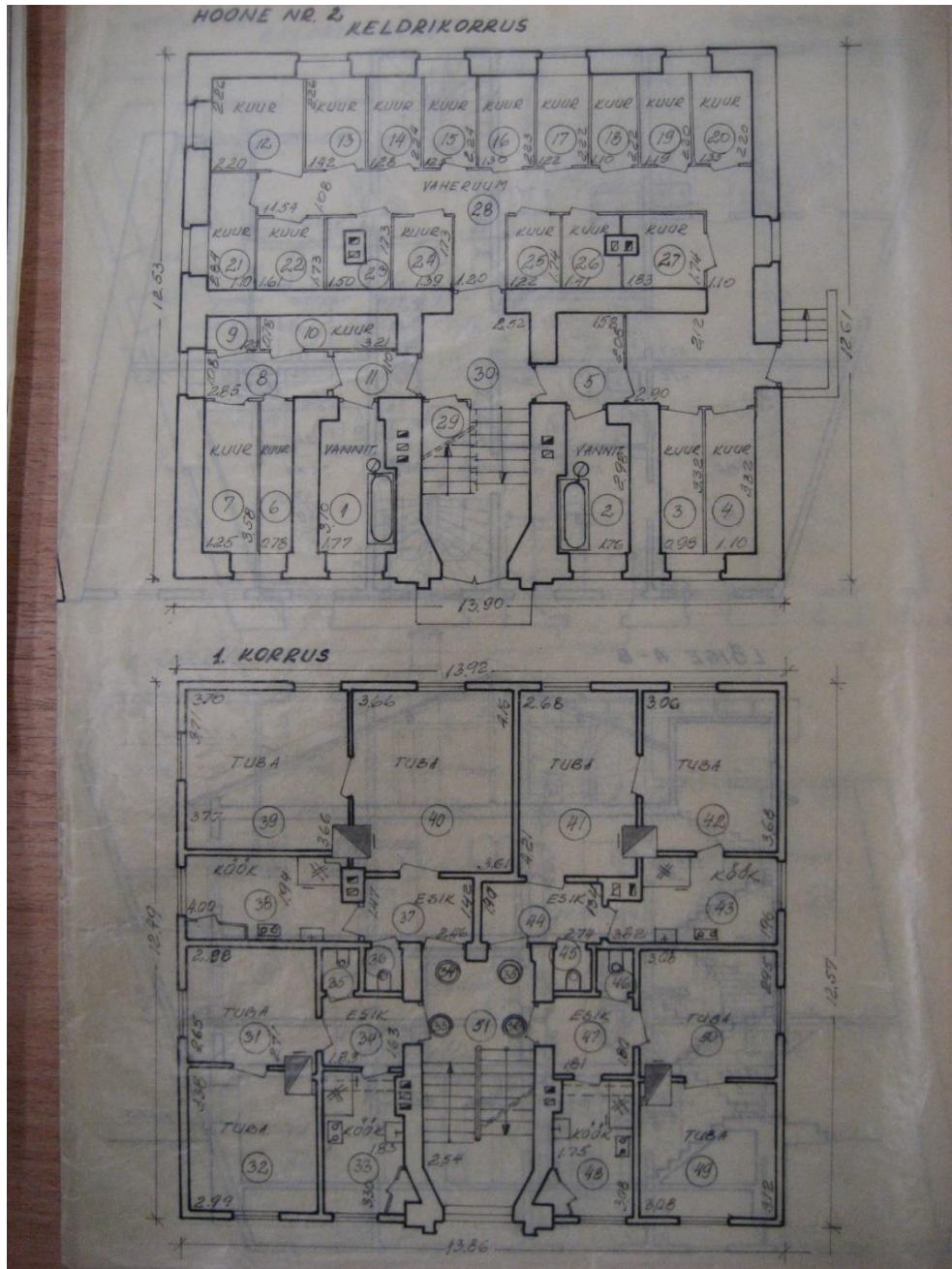


Foto 10. Tallinna Linnaarhiivis asuvad inventariseerimise joonised<sup>11</sup>.

<sup>11</sup>Tallinna Linnaarhiiv, Magasini 3a inventariseerimise toimik nr. 2888

Lisa 3

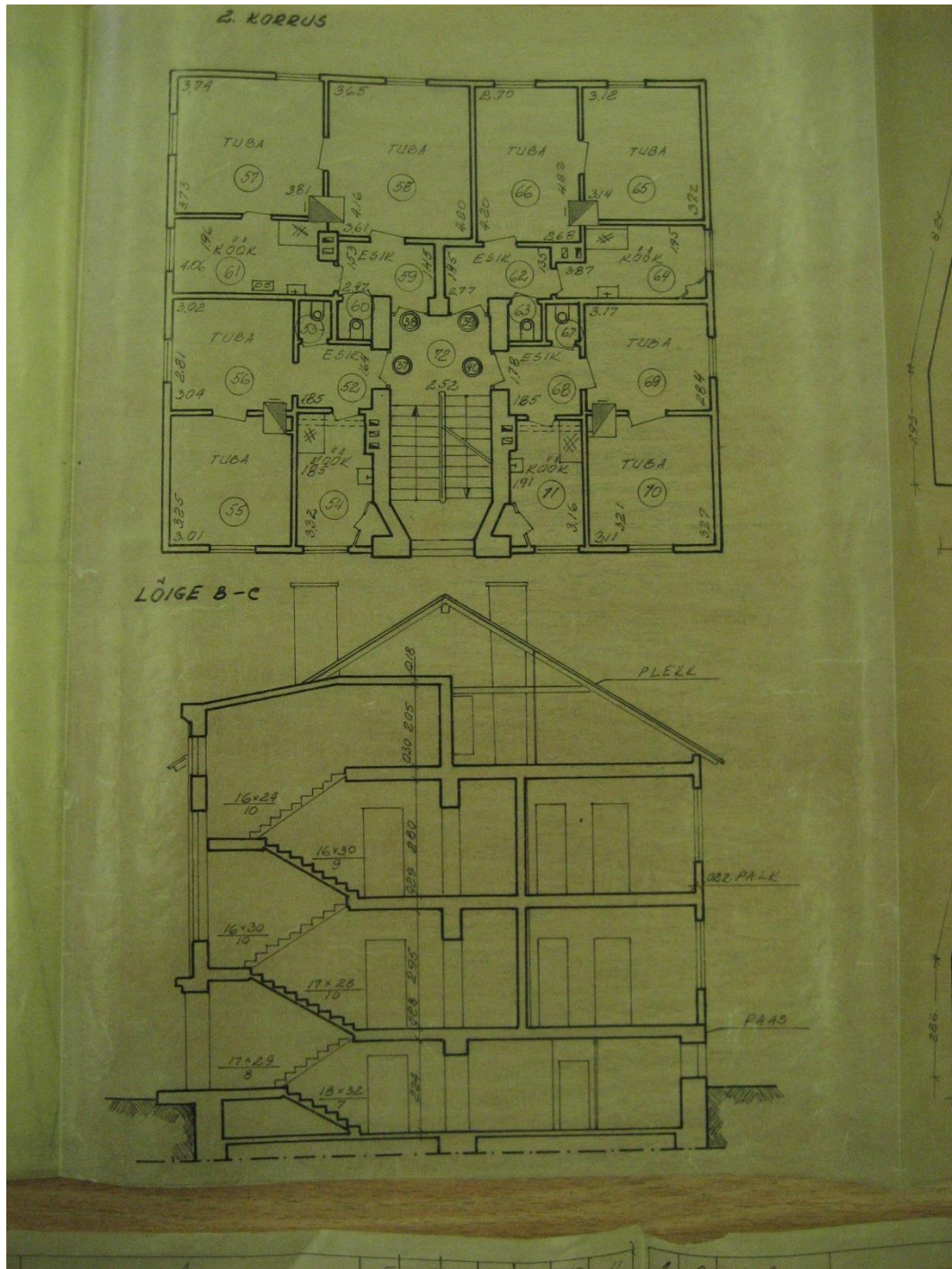


Foto 11. Tallinna Linnaarhiivis asuvad inventariseerimise joonised<sup>12</sup>.

<sup>12</sup>Tallinna Linnaarhiiv, Magasini 3a inventariseerimise toimik nr. 2888

#### Lisa 4

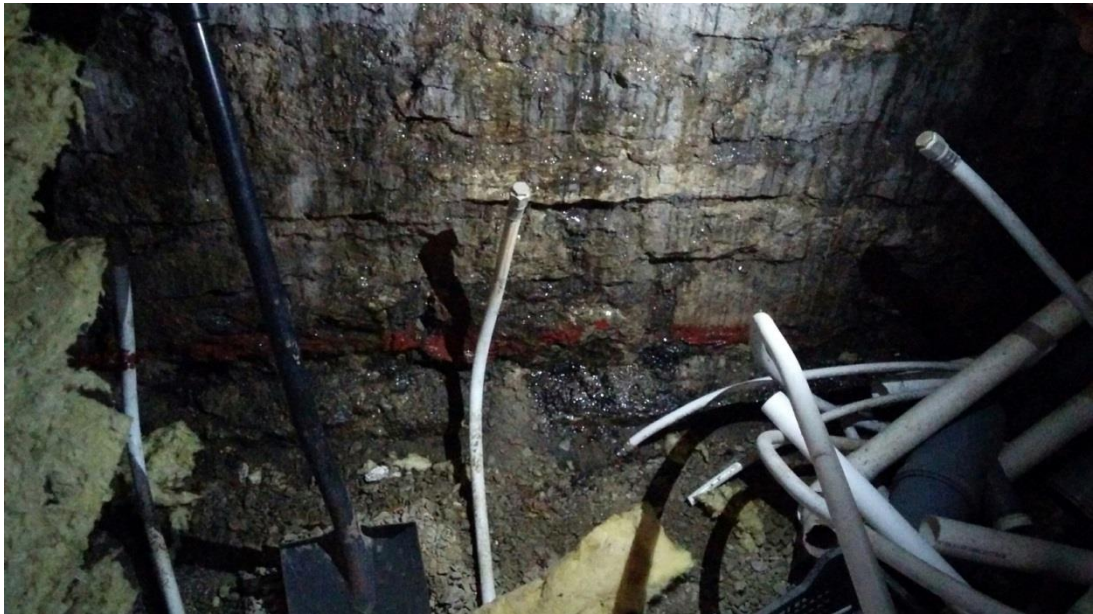


Foto 12. Niiskunud keldri sein mis viitab drenaaži puudumisele ja kõrgele pinnaseveele. Lisaks viitab niiskunud keldri sein asjaolule, et vihmavet ei juhita maja vundamendi juurest ära, autori foto.

#### Lisa 5



Foto 13. Põranda kandev tala toetub otse kivimüürile, autori foto.

## Lisa 6

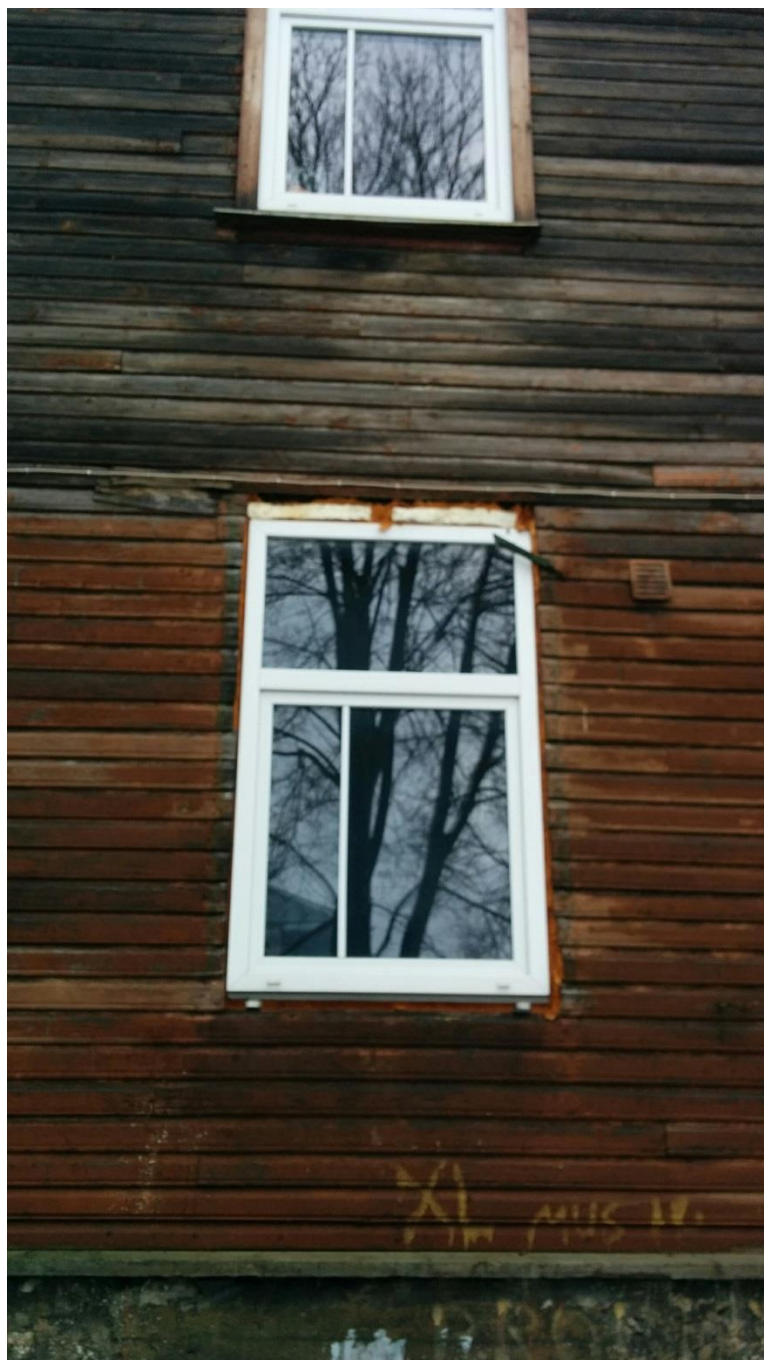


Foto 14. Voodrilauaal esinevad niiskuse-, uv-kiirguse- ja värvikahjustused, autori foto.

## Lisa 7



Foto 15. Ohtlik ajutine toestus mis toetab põranda kandetala, autori foto.

## Lisa 8



Foto 16. Kanali toru õhutus on toodud põõningule, läbiviiku katusest ei ole teostatud. Kogu niiskus koguneb katuse alla, autori foto.

## Lisa 9



Foto 17. Olemasolevad plastikaknad, autori foto.

**Lisa 10**

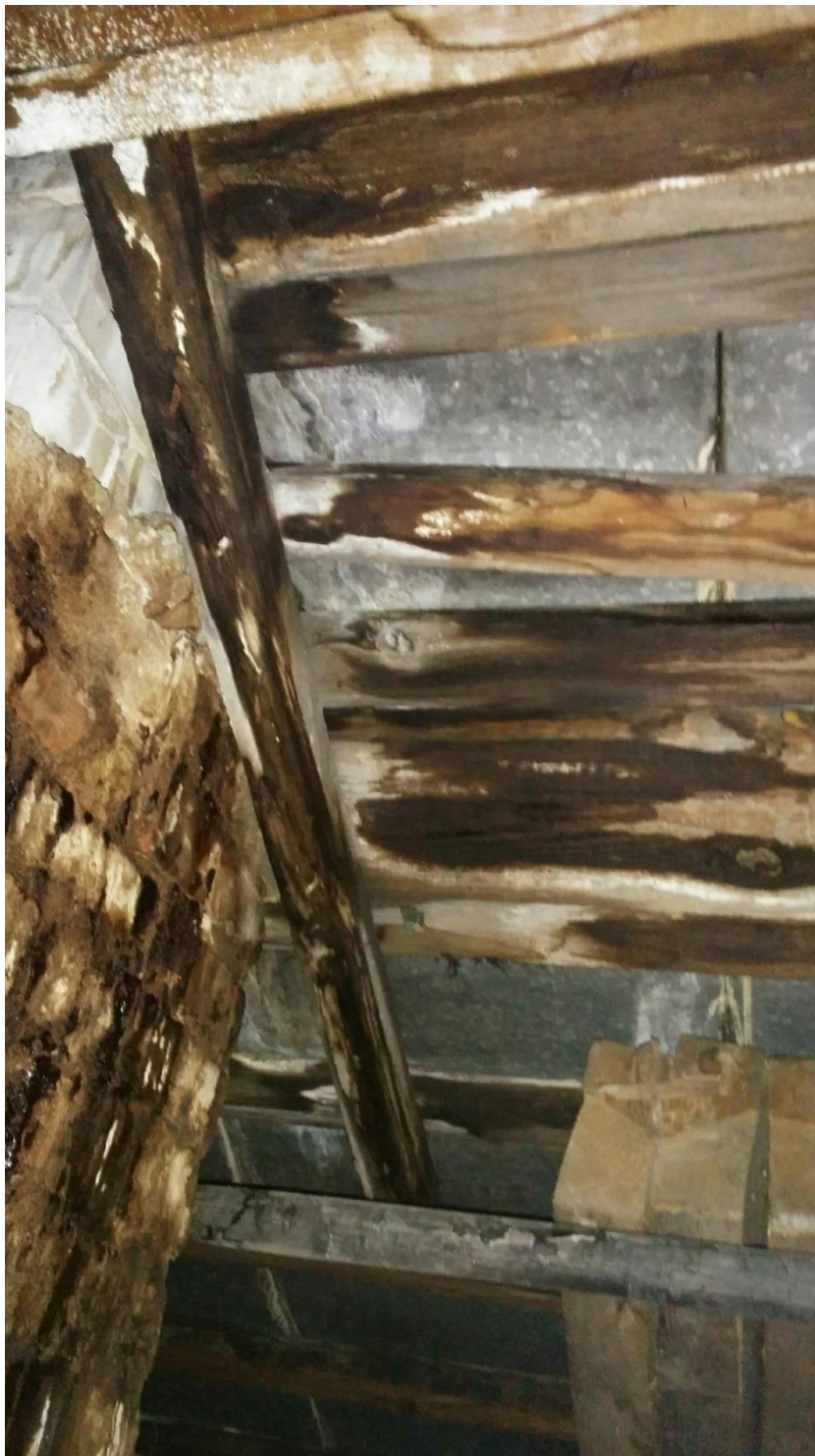


Foto 17. Halvas seisus katuse sarikad korstna ümbruses, autori foto.