

TARTU ÜLIKOOLI VILJANDI KULTUURIAKADEEMIA

pärandtehnoloogia õppekava

rahvusliku ehituse eriala

Juhani Lumera

**KINGU TALU MAAKELDRI REKONSTRUEERIMINE JA
EHITUSLAHENDUSTE KONTROLL SISEKLIIMA MÕÕTMISTE
TEEL**

Lõputöö

Juhendaja: Madis Rennu, MA

Teemajuhendaja: Alo Peebo, MA

Viljandi 2023

Resümee

Kingu talu maakeldri rekonstrueerimine ja ehituslahenduste kontroll sisekliima mõõtmise teel

Käesoleva lõputöö eesmärk on kajastada 1930-ndatel ehitatud Kingu talu maakeldri rekonstrueerimise protsessi ja teostada sisekliima soojuslike tegurite mõõtmised, et saada arusaam, kas seminaritöös koostatud ehituslik tegevuskava on antud objekti puhul asjakohane ja selleläbi on keldri rekonstrueerimine võimalik? Sisekliima mõõtmised ja visuaalsed vaatlused teostati peale rekonstrueerimistööid, et hinnata keldri eesmärgipärast toimivust. Uurimuses leiab küsimusi järgnevatele uurimisküsimustele: Kas seminaritöös kirjeldatud renoveerimislahendused on antud keldri puhul teostatavad? Kas keldri rekonstrueerimise järgselt on hoidiste hoidmine üle talve keldris võimalik, et hoidistele ei tekiks külmakahjustusi? Uurimustöö metoodika põhineb praktilisel tööl ja kogutud andmete põhjal mõõtmistulemusi analüüsid. Nii keldri rekonstrueerimis kui ka mõõtmistulemuste analüüsimisel viidi läbi erialal tegutsevate meistritega struktureerimata intervjuud. Töö tulemusena sai Kingu talu maakelder rekonstrueeritud. Kuid lõpliku keldri toimivuse välja selgitamiseks on vajalik teha lisa mõõdistusi ning autori järelduste põhjal ka võimalike lisa tegevusi sisekliima parendamiseks.

Võtmesõnad: Maakelder, looduskivi, rekonstrueerimine, ruumi sisekliima

Abstract

Kingu farm cellar renovation and analysis of indoor climate

The purpose of this thesis is to reflect the reconstruction process of the ground cellar of the Kingu farm built in the 1930s and to perform measurements of the thermal factors of the indoor climate in order to gain an understanding of whether the construction action plan drawn up in the seminar work is appropriate for the given object and is it possible to reconstruct the cellar through it? Indoor climate measurements and visual observations were carried out after the reconstruction works to assess the intended performance of the basement. The research

questions the following research questions: Are the renovation solutions described in the seminar feasible for this basement? After the reconstruction of the basement, is it possible to store the storage in the basement over the winter, so that the storage does not get frost damage? Research methodology is based on practical work and analysis of measurement results based on collected data. Both the reconstruction of the basement and the analysis of the measurement results were carried out with unstructured interviews with professionals in the field. As a result of the work, the cellar of Kingu farm was reconstructed. However, to find out the performance of the final basement, it is necessary to carry out additional measurements and, based on the author's conclusions, also possible additional actions to improve the basement climate.

Key words: Cellar, natural stone, reconstruction, interior climate of the room

SISUKORD

Sissejuhatus.....	5
1. Keldri rekonstrueerimine	7
1.1 Olemasolev olukord	7
1.2 Eeltöö ja lammutus	8
1.3 Sademevee kanalisatsioon	10
1.4 Müüride kindlustamine	12
1.5 Keldri põrand	13
1.6 Sissepääsu uks.....	15
1.7 Sissepääsu tugimüürid ja esifassaad	15
1.8 Olemasolevate müüride vuukimine	20
1.9 Keldri kaarlagi	23
1.10 Sissepääsu trepp	26
1.11 Valutööd.....	27
1.12 Hüdroisoleerimine ja lae isolatsioon.....	28
2.Sisekliima soojuslike tegurite mõõdistus	32
2.1 Keldri temperatuuri ja suhtelise niiskuse mõõdistus	33
2.2 Järeldused mõõdistusest ja vaatlusest	35
KOKKUVÕTE	36
Allikad	38
Lisad	40
LISA 1 Keldri mõõdistus projekt.....	40
LISA 2 Seminaritöö väljavõte koostatud tegevuskava ja omanike lähteülesanne.....	44
LISA 3 Fotod	49

Sissejuhatus

Käesolev loov-praktiline lõputöö kajastab Kingu talu maakeldri rekonstrueerimistöid ja rekonstrueerimise järgset sisekliima mõõtmist. Töö alus loodi 2022. aastal autori seminaritöös „Maakeldri renoveerimislahendus Kingu talu näitel“. Seminaritöös käsitleti maakeldrite ajalugu ja kogutud andmete põhjal koostati lõputöö tarbeks Kingu talu maakeldrile ehituslik tegevuskava. Tegevuskava on antud töö aluseks keldri rekonstrueerimistöode läbiviimisel. Ajend lõputöö raames taastada maakelder tuli talu omanike soovist likvideerida kinnistul paiknevate hoonete avariiline seisukord. Rekonstrueerimistöode ettevõtmist toetas veel ka autori varasem kokkupuude maakeldritega ja kogemus kivitööde valdkonnas.

Kuna olemasolevat keldrit ei olnud võimalik otstarbepäraselt kasutada võib lugeda töö peamiseks eesmärgiks Kingu talu maakeldri rekonstrueerimise, järgides seminaritöös koostatud ehitusliku tegevuskava. Eesmärk oli ka sisekliima mõõtmiste ja objekti vaatluste teel analüüsida keldri toimivust nii konstruktiivsete lahenduste kui ka tehnilise toimivuse poole pealt.

Uurimisküsimused on autor püstitanud järgmised: Kas seminaritöös kirjeldatud renoveerimislahendused on antud keldri puhul teostatavad? Kas keldri rekonstrueerimise järgselt on hoidiste hoidmine üle talve keldris võimalik nii et hoidistele ei tekiks külmakahjustusi?

Töö jaguneb kahte peatükki, millest esimene peatükk kajastab rekonstrueerimistöode protsessi, mis on tööetappide kaupa jaotatud. Esimene peatükk kirjeldab ettevalmistustöid kuni keldri valmimiseni kajastades muuhulgas ka haljastustöid. Teises peatükis teostab autor sisekliima soojuslike tegurite mõõdistused ning teeb järeldused mõõtmistulemustest.

Kirjalikest allikatest on autor kasutanud eestikeelset erialakirjandust, oluline osa kogutud infost moodustub töö käigus küsitatud ehitusmeistrite praktilisele kogemusele tuginedes. Meistrite küsitlemisel kasutati laiemat temaatikat hõlmavaid ettevalmistatud küsimusi, täpsustavaid lisaküsimusi esitati intervjuu käigus. Töös kasutatud intervjuude memod asuvad autori valduses. Käesolevas lõputöös ei ole kajastatud maakeldrite ajalugu, sest töö autor ei pidanud vajalikuks dubleerida seminaritöös käsitletud osa.

Autor tänab kirjatöö juhendajaid Madis Rennut ja Alo Peebot. Lisaks tänada ka keldri ehitustöödel abiks olnud pereliikmeid ja sõpru.

1. Keldri rekonstrueerimine

1.1 Olemasolev olukord

Lõputöö objektiks valitud maakelder asub Viljandi vallas, Jämejala külas, Kase tee 5. Katastritunnus 62901:003:0091



Asendiskeem nr.1 (Allikas Maa-ameti kaart)

Enne rekonstrueerimistöid oli keldri seisukord halb, keldrit ei olnud võimalik kasutada sihtotstarbe pärast. Keldri suurema lagunemise on ära hoidnud pealisehitus, mis oli

rahuldavas seisukorras. Keldri kivikehandil oli märgata seinte väljavajumist, keldri betoonist põrand oli külmakergete tõttu murenenud, keldri eeskoda oli varisemisohus ning ligipääs keldrisse oli raskendatud- tänu viltu vajunud keldri eeskoja seintele oli keldri uks kinni poonud. Eelpool mainitud ehituslikele vigadele on võimalik tuua laias laastus kaks peamist tekke põhjust. Esmane põhjus on ebapiisav sademevete ära juhtimine mis külmakraadidega tekitab konstruktsioonidele kahjustusi ning teiseks põhjuseks halb ehituskvaliteet. (foto nr. 1).



Foto nr. 1 Olemasolev olukord (Allikas: Autori foto)

1.2 Eeltöö ja lammutus

Lõputöö praktiline osa sai alguse 2020.a 24. veebruaril, mil esimeseks tööetapiks oli keldri pealisehituse eemaldamine. Keldrile oli õhuliini pidi veetud elekter, mis sai enne tööde algust peahoonest lahti ühendatud (foto nr.2). Seejärel alustati eterniitkatte eemaldamisega, mis algul ladustati krundil ja hiljem utiliseeriti Viljandi valla toel, tasuta ohtlike jäätmete kogumise

programmi käigus. Eterniitkatte all oli laastukatus, mis koos sarikate ja neid toetava alusvööga olid hästi säilinud. Säilitatav puitmaterjal sorteeriti eraldi ja taaskasutati abimaterjalina nii keldri kui ka peahoone ehitusel. Keldri pealisehitusest tekkinud puidupõhine ehitusjääde oli töötlemata, seetõttu oli võimalik materjale kasutada küttena ning puit mis küttepuiduks ei läinud, põletati lõkkes. Silikaattelistest sissekäik mis oli maapinnast ülalpool eemaldati. (foto nr.3)

Sealt maalt jäid tööd keldriga pausile kuna ilmastikutingimused ei soosinud lubimõrdi töid, ööpäeva keskmine temperatuur oli alla +5 kraadi (Keskküla 2012, lk 148). seega ei olnud mõistlik müüre teadmata ajaks lahti kaevata sisse varisemise ohu tõttu. Paus ehitustöödest andis hea võimaluse planeerida keldri ehitustööde aega ning lisaks läbi mõelda ja koostada mõningaid visandeid keldri sissekäigust.

18.07.2020 Keldri ehitustööd jätkusid sissekäigu maa-aluse osa lammutamise ja keldri lae ning müüritiste välja puhastamisega kohast kus veebruaris tööd poolikuks jäid. (foto nr.4) See oli ühtlasi ka pererahva suvise puhkuse algus. Nii Gertrudil kui ka Juhanil oli võetud töölt puhkus kaheks nädalaks. Puhkuse eesmärgiks oli keldri konstruktiivsed osad: lagi, põrandad ja sissekäik valmis saada. Antud eesmärk oli küll juba algusest peale optimistlik, kuid pärast keldri lõpliku valmimist olid mõlemad arvamusel, et see oli liiga optimistlik plaan. Keldri lae ja müüride puhastamisel kasutati suurema koguse pinnase kihi eemaldamiseks ekskavaatorit ja kivikonstruktsioonidele lähemale jõudes teostati puhastamis tööd labidatega, et vältida ekskavaatoriga säilitatavate müüride ja lae kahjustamist. Kui konstruktsioonid olid suuresti välja puhastatud, kasutati rohket voolavat vett, et viimasest mullast müür puhtaks saada. Esimese päeva lõpuks oli keldri sissekäik koos keldri esiseinaga eemaldatud, uue sissekäigu maht väljakaevatud ja keldri betoonlagi koos külgmiste maapealsete müüridega väljapuhastatud. (foto nr.5). 19.07.2020 sai alustatud keldri vana betoonpõranda eemaldamist. Kuna betoonpõrandal puudus armeering oli tegu võrdlemiselt lihtsa tööga. Keldriruumist sai suuremad betoontükid välja visatud keldri ette ja sealt need ekskavaatoriga välja tõstetud ja tööalast eemale ladustatud.



Foto nr.3 (vasakul) ja foto nr.5 (paremal) (Allikas: Autori foto)

1.3 Sademevee kanalisatsioon

19.07.2020 Tööd jätkusid sademevee kanalisatsiooniga, mis oli ühtlasi ka esimene töö mis ei olnud lammutamine. Antud piirkonnas on pinnas savine seega vesi imbub pinnasesse väga aeglaselt. Sademeveekanaliseerimise rajamine oli suureks abiks ka keldri välja puhastamisest tekkinud vee ära juhtimiseks ehitusajal. Planeeritud sademeveekanaliseerimine kogub keldri esiselt alalt sademevee ja samale trassile liideti ka keldrisisene avariitrapp. Seda eesmärgiga kui vesi peaks keldriruumidesse tungima voolab see iseseisvalt hoonest torustiku kaudu eemale. (foto nr.6) Vee immutamiseks rajati maa alune immutusväljak tegu on ca. 3m³ killustikupadjaga mille sisse paigaldati geotekstiiliga kaetud piludega immutustoru. Killustikupadi suudab enda poorsuse tõttu mahutada savipinnasest suurema hulga vett mida hiljem savine pinnas saab aegamööda vastu võtta. (foto nr.7).



Foto nr.7 imbväljak (Allikas: Autori foto)

Teise päeva lõpp paistis, kuid suureks tagasilöögiks kukkus sademeveetrassi tagasitäites, keldri betoonist lagi kokku. (Foto nr. 8). Betoonist vahelagi oli nõ. viilkatuse kujuga kus harja osast toetus raudtee relsile mis omakorda toetus otsaseintele. Katuse kalded olid suunatud keldri pikimüüridele. Peale lae kokku kukkumist selgus, et vahelagi ei olnud pikimüüridega kuidagi seotud vaid oli lihtalt müüride peale valatud. See aga andis võimaluse liikuda lael, keskel paiknevast relsist eemale, mille tagajärjel lagi kukkus kokku. Lae varisemisel oli kindlasti ka abiks ekskavaatorist tekkinud vibratsioon. Tegu oli õnneliku õnnetusega ja õnneks keegi peale

väikse ehmatuse, kannatada ei saanud. Samal päeval sai sisse kukkunud lagi suurtematest betoonitükkidest puhastatud. Õnnetusest järeltööd tehtud ja tööpäev loeti lõppenuks. (foto nr.9 ja foto nr.10).



Foto nr. 8 (Vasakul) sissevarisenud lagi ja foto nr. 10 rusudest eemaldatud kelder (paremal) (Allikas: Autori foto)

1.4 Müüride kindlustamine

20.07.2020 Päev algas juba olemasolevate keldrimüüride maapealse osa väljas kindlustamisega. Alustuseks eemaldati lahtised kivid ning puhastati veelkord rohke veega müürid, kivide vahelised osad loobiti ja topiti täis lubi-tsement mördiga (Sakret KZM-4). Selline toestamine andis suurema kindluse teostada töid ohutult keldri sisemuses. Antud meetodika on levinud praktika sarnasete müüritiste taastamisel, kus müürid vajavad mehaanilist vuukide puhastamist või müüri osaliselt lahti võtmist. (Erkki Putnik suulised andmed, aprill 2023) (foto nr. 11)



Foto nr. 11 Müüride kindlustamine (Allikas: Autori foto)

1.5 Keldri põrand

21.07.2020 Põranda ehitus algas põranda kõrguse paika seadmisega. Aluseks võeti maakivi müüride esimese laotud kivirea kõrguslik tsenter millest sai betoonpõranda 0-kõrgus. Betoonpõranda rajamine esimese kivirea vastu aitab kindlustada müüritise väljavajumist

(Hardi-Sander Luik suulised andmed, mai 2022). Müüride väljavajumist oli ka antud seintel märgata. Pinnas oli juba eelnevalt suuresti õigele kõrgusele välja kaevatud, avariitrapa katkine torustik vahetati välja. Alusele teostati minimaalne tasandus sõelutud liivaga. Liivakihi peale paigutati ehituskile, mis ei lase betoonist kiiresti veel välja imbuda pinnasesse, mille tõttu võivad betooni tugevusomadused väheneda. Ühtlasi toimib kile ka hüdroisolatsioonina. Põranda äärtesse paigaldati paisulint ja esikülge kus puudus müüritis paigaldati betooni toestamiseks puidust saalung. Põranda armeeringuks paigaldati keevisvõrk 150/150 \varnothing 6mm, aluspinnast ca. 2cm kõrgusele. (foto nr. 12) Antud hetkeks oli ligipääs Kingu tallu raskendatud, hoonele pääses ligi mööda väikest põlluteed. Betooni ettevõtetega suheldes ja olukorda kirjeldades ei olnud neil huvi autoga kinnijäämisega riskida, seega jäi üle valmistada betoon kohapeal. Betooni valmistamiseks kasutati Uninaksi C30 kuivbetooni ja betooni segamiseks kasutati Collomixi TMX1000 horisontaalselt segavat segumasinat, mis teeb 25kg kottidega valamise hõlpsaks. Põranda pind töödeldi krohviliipidega ühtlasemaks.



Foto nr. 12 Armeeritud keldripõrand (Allikas: Autori foto)

1.6 Sissepääsu uks

22.07.2020 Valmis ja transporditi objektile keldriuks. Keldri omanike soov oli esialgselt paigaldada keldrile kaaruks. Ukse visuaali planeerides pakkus uksemeister oma varasemast töös ülejäänud uksetoorikut. Kuna ukse ava ei olnud konstrueeritud oli võimalik see Kingu keldrile sobitada. Antud uks oli kujult riskülik. Pererahval oli soov aga kasutada keldri juures kaarust. Selle probleemi lahendas uksemeister Janek, ukse visuaalselt kaarukseks muutmisel. Selleks liideti uksele ülaossa lisa puidust kaar mis ühtiks tulevikus raadiuselt keldri kaarsillusega ja muutis ukselehele paigaldatud kalasaba vooderduse mantelukseks. Suletud asendis katab mantel lengi kandilise osa ja näeb välja visuaalselt nagu kaaruks. Keldri ukse mõõtmed on 1840x800mm, 60mm paksude lengidega toon sai valitud nii, et ühtiks peahoonele planeeritud avatäidete tooniga tumehall (RR32). (foto nr.13)



Foto nr. 13 Keldri uks (Allikas: Autori foto)

1.7 Sissepääsu tugimüürid ja esifassaad

23.07.2020 Keldri sissepääsu tugimüüride alla rajati killustiku alusele, 50cm lai ja 10cm kõrge raudbetoonist taldmik. See moodustab müüritisele ühtlasema kandva aluse.

24.07.2020 Edasi liiguti keldri sissepääsu tugimüüride ladumisega, paar esimest kivirida laoti olemasolevate keldri pikimüüridega kokku. Esiseina ridade ladumist ei toimunud, seetõttu ei tekkinud esiseina ja tugimüüridega nurgaseotist. Üheks põhjuseks sellisel otsusel oli olemasolevate pikimüüride paiknemine esiseina suhtes kus seotiste tagamiseks oleks pidanud kasutama liialt kitsaid voodri kive, jätkuvalt oli varisemisohu pikimüüride otstes ja see tuli esimesel võimalusel toetada. Read laoti rida rea haaval kus esmalt laoti paika voodrikivid sisemisel küljel ehk nähtav osa ja seejärel voodrikivid välimisel küljel. Voodrikive ladudes kiilutatakse need esmalt alusele paika, väikeste kivikildudega millega on võimalik kive loodida. Vajadusel lisatakse kilde kivi täiendavaks toetamiseks. Rea joondust jälgiti peamiselt silmaga selleks on hea real esimene ja viimane kivi paika panna kasutades vesiloodi ning edasi lähtuda nendest kividest müüri otsast vaadates. Maakivi müüre ladudes on peamiseks reegliks see, et paika asetatud kivi tuleb kiilutada nii, et see püsiks seal ilma mördita, hea on kiilutada kive mis ulatuvad sügavamale müüri ning on paika asetades loomulikult müüri sisemuse poole kaalutud. (Hardi-Sander Luik, mai 2022) Kui voodrid on mõlemalt poolt laotud saab asuda kahe voodri vahelist vahet täitma selleks on hea täita vahe mõõdukalt mördiga ning mördi sisse suruda väiksemaid munakaid. Voodrite vaheline ala on mõistlik täita kõrguselt voodrikividega tasa või natukene allapoole. Massi tahenedes on see hea pind millega järgmist rida paika kiilutada. Tugimüüride otsad mis ei ole vaadeldavad laoti sarnaselt voodrikividele välisküljel, ladumisel ei jälgitud otste joondust ega ei kasutatud ka nurgakive, see annab müüre ladudes ajalise võidu ja ei mõjuta müüride visuaalset lõpptulemust. Olemasolevate müüride käekirjast võis välja lugeda, et kasutatud on nii lõhestatud kui ka loodusliku pinnaga maakive. Ridade ühtlast kõrgust ei olnud jälgitud. Kivi suurus oli varieeruv. Suuremates vuukides oli kasutatud vuugi pinna vähendamiseks kivikilde. (foto nr. 14).



Foto nr. 14 Sissekäigu tugimüür (Allikas: Autori foto)

26.07.2020 Tugimüüride ladumine kõrguseni, kus uued tugimüürid hakkasid toestama vanade pikiseinte otsi ja tekkis võimalus ka esiseina kive pikiseintega seotisse laduda, kulus paar päeva aega. Müüritöödega sellese etappi jõudes võis juba edasi ehitada parema kindlusega ehk kõik kriitilised kohad, mis võisid veel variseda said kindlustatud. Enne kui tugimüüride ja esiseina ladumisega edasi liiguti, laoti säilinud müürid õigesse kõrgusesse ja täiendavalt laoti juurde ka

müüri paksusesse. Müüre eelnevalt puhastades pudenes suurel määral väikeseid kive olemasolevate müüride välisvoodrist. Väikeste kivide kasutamine ja müüri visuaalne ebakorrapärasus viitas „kraavilaole“. (Hardi-Sander Luik, mai 2022) Tegu on ladumis stiiliga kus visuaalselt nähtavat müüri laotakse korrektselt, kuid müüri mitte vaadeldav osa on laotud sarnaselt müüri sisule ja vastu pinnast. Kui pinnas mille vastu müür laotud on, eemaldatakse muudab see müüri nõrgemaks. Pinnase eemaldades võib tekkida oht kust kivid vajuvad müürist välja, kuna ladumistehnika ei järgi kivi kandmist teiste kivide peal vaid toimib kui müüri täide. Nii oli juhtunud ka väljast poolt müüre avades ja puhastades. Müüri kitsuse tõttu laoti terve välisvooder juurde kasutades väiksemaid kive. Antud vooder kaetaks nagu varasemalt oli pinnasega. Seetõttu visuaalset poolt ei jälgitud. Eesmärk on saada müürile massi juurde ja laduda kive võimalikult sarnaselt tavalise voodri ladumisel, kuid mõnes olukorras tuli ka kive nõ. kleepida, müüri külge, ehk ilma mördita kivi ei püsinud. Selliselt on tarvis laduda siis kui, tühimikud takistaksid edasi kõrgusesse ladumist. (foto nr. 15)



Foto nr. 15 Säilitatavate müüride ladumine (Allikas: Autori foto)

29.07.2020 Ukse paigaldus, esiseina ladumine ja ventilatsioon. Keldri esiseina ladumine algas ukse savitellistest ääristuse ladumisega mis on lõuna-eesi piirkonnale tavapärase viisi ukse raamistusi vormistada (Pärdi 2020, lk 160). Kui esimesed telliseread olid paigas, paigaldati uksleng selle sisse. Ukselengi külge oli eelnevalt paigaldatud klambritega ruberoidist hüdroisolatsioon. Vanad avatäited on tihtipeale müüri sisse müüritud kus eenduv osa lengist ulatub külgneva müüritise sisse. Kuna uks oli olemasoleva tooriku põhjal valmistatud, kasutati uks kinnitamiseks kruve. Kruvide paigutus 4-5 rea järelt. Müüri sisemuse poolt paigaldatuna. Tellis ääristuse ja lengi vahele jäi ca. 0,5cm vuuk mis täideti ladudes mördiga. Tellisest ääristust ja esiseina maakivi müüri laoti paralleelselt. Põranda pinnast ca. 35cm kõrgusele paigaldati uksest mõlemale poole sademevee toru $\varnothing 100\text{mm}$ mille läbi hakkab toimima õhu ligipääs keldrisse. Kui esiseina müüri kõrgus jõudis tugimüüridega samale kõrgusele oli võimalik siduda ka tugimüüri seinad esiseinaga. Müürid hakkasid saavutama lõppkõrgust, selle tarbeks paigaldati müüri otstesse müüri lõppkõrgust markeeriv müürinöör. Seejärel jätkati kõikide müüride ladumist võrdselt. Puhkuse lõpuks 02.08.2020 jõuti ladumisega keldri tugimüüridega peaaegu vajaliku kõrguseni. (foto nr. 16). Sellest järgneval nädalavahetusel jõuti müüritöödega, ukse kaarsilluseni. Kaarsilluse tarbeks ehitati ajutine puidust saalung. Vineerist lõigati ukse lengi kopeerivad kaared mis paigaldati mõlemale poole ust ning toestati puidugi keldri müüride külge. Müüri külge on mõistlik paigaldada ajutisi kinnitusi müürivuuki kasutades selleks kivipuuri ja näitena naeltüübleid. Ukse tellistest kaarsillus valmis 09.08.20 (foto nr.17)



Foto nr.16 (vasakul) vaade esiküljele ja foto nr.17 (paremal) Esiseina lae astang (Allikas: Autori foto)

1.8 Olemasolevate müüride vuukimine

13.09.20 Müüride vuukimine. Enne müüride vuukimist eemaldati müüride vuukidest ja kivitavalt hilisemad tsementmördiga teostatud parandused. Vana lubimört eemaldati minimaalselt 3cm ulatuses müüripinna sügavusest. Selleks kasutati perforaatorit, mille otsa on võimalik panna erineva laiusega meisleid, lähtuvalt vuugi laiusest. (foto nr.19). Kui vuukidest sai vana mört soovitud ulatuses eemaldatud, kasutati vuukide puhastamiseks survepesurit. Survepesuril kasutati pöörd-pea otsikut, mis aitab veel viimase lahtise vuugimaterjali müüritisest välja saada. (foto nr.20) (foto nr.21)



Foto nr.20 (vasakul) Vuukide piikamine ja foto nr.21 (paremal) survepesu (Allikas: Töö autori foto)

Peale vuukide puhastamist asuti müüre vuukima. Vuukimiseks kasutati sama segu (Sakret KZM-A) millega teostati ka ladumistööd. Vuukimiseks kasutati vuugikellut (foto nr.22). Selline kellu on ehituskauplustes müügil kuid paremaks kasutamiseks modifitseeritakse neid, et vähendada siludes tekkivaid jutte. Modifitseerimine teostatakse viili või nurklihvijaga kus kellu tilgakujuline osa viilitakse kuju poolelt sarnaseks teise otsaga kuid kitsamaks, et oleks võimalik ka kitsamate vuukide täitmine. Kellu teravad servad ümardatakse. (Erkki Putnik suulised andmed, aprill 2023)



Foto nr.22 vuugikellu

Vuukides on tähtis jälgida segu konsistentsi, liiga vedela seguga on oht kergesti määrada kivi pinda mida hiljem puhastada on keeruline. Küll aga vuugitav osa tuleb parema kivi ja mördi nakke tagamiseks niisutada. Vuukimisel on abiks alus (kellu, krohviliip) mille pealt lihtne mörti võtta ja sealt edasi vuugikellu abil müüri paigaldada. Sügavamate ja laiemate vuukide täitmisel on abiks teostada vuukimine mitmes osas. Esimeses osas tuleb täita suuremad tühimikud ning lähtudes müüri käekirjast on see ka koht kus tuleks paigaldada kivikilde ja lasta mördil vähesel määral taheneda. Peale mida teostada teine kiht vuukimist. Sellisel juhul ei tohiks esimene kiht täielikult kivistuda, et mört seoks ennast paremini aluskihiga. Kui esmane tahenemine oli toimunud mõned tunnid peale vuukimist, töödeldi lisaks vuugid terasharjaga harjates. Sellise töötlemisega on võimalik vuugi ääred paremini siduda kiviga ja harjamine toob mördist esile täitematerjali ja seeläbi muudab vuugipinna ühtlaselt struktuursemaks (Markson 2007 lk20). (foto nr.23) (foto nr.24)



Foto nr. 23 (vasakul) ja foto nr.24 (paremal) vuugitud müürid (Allikas: Autori foto)

1.9 Keldri kaarlagi

26.09.2020 Keldri lae ehitus sai alguse puidust saalungi valmistamisega. Eesmärk oli saada ruumile piisav kõrgus seega sai toetust mõte keldri lagi valada betoonist ja kujult võlvlaena, mis muutis keldri lae konstrueerimise mõne võrra keerukamaks. Saalungi materjaliks kasutati 22x100mm laudu. Keldri ruumi kõrguse tagamiseks seinte ääres valmistati saalung nii, et maakivimüür jätkuks 20cm kõrguse betoonist seinana. (foto nr.25)



Foto nr. 25 Maakivi müüri betoonist kõrgenduse saalung (Allikas: Autori foto)

Ruumi tagasein maakiviseintest üles poole lahendati samuti betooniga. Kui välisperimeetri seinakõrgenduste saalungil olid diagonaalid võrdseks aetud ja saalung kõrguslikult paika kiilutatud mõõdeti välja keldrilae raadius. Kuna betoonist lagi oli mõeldud kandma esiseina peale kasutati kaare raadiuse kätte saamiseks sarnast meetodit nagu ka maakivist esiseina kaare ladumisel. Seina tsentrisse kinnitati ajutiselt laud mille külge sai kinnitatud kruvi. Kruvi külge paigutati müürinöör millega sai mõõta nii kaarlae alumise poole tippu kui ka punkte seinal kus kaarlagi toetub. Kruvi alla või üles poole liigutades muutus kaare raadius vastavalt suuremaks ja väikemaks. Kui nöörile sai valitud õige pikkus ehk nööriga mõõtes jäi nööril olev mõtteline punkt kahe seina vahelt liikudes paar sentimeetrit soovitud pinnast alla poole. Märkiti nööril olev kaugus ja mõõdeti nööri pikkus punktini. Antud pikkus oligi sobiv kaare raadius. Selle

teadmisega valmistati maapinna peale paigutatud kaubaalustele rakis. Rakise abil sai märkida kokku liidetud laudadele sama raadiusega kaare. Kui šabloon oli valmis kontrolliti seda keldril ning sama šablooni järgi lõigati ülejäänud kaared. Kaared kinnitati saalungi küljes olevatele 50x50 prussidele, 400mm sammuga. (foto nr.26) Samade kaarte peale kinnitati külg-külje kõrvale 22x100mm laudad. (Foto nr. 27)



Foto nr.26 (vasakul) ja foto nr.27 kaarlae saalung (Allikas: Autori foto)

Saalung oli valmis armeeringu paigaldamiseks. Lae armeeringuks kasutati $\varnothing 10\text{mm}$ armatuurvardaid mis kohapeal omavahel 150/150mm silmaga võrguks kokku seoti. Samast materjalist väänati ka L-wardad mis puuriti keldri piki seinte sisse ca. 15cm. Seina kõrgendustes ja lae ääre osas ca. 50cm on armeering paigaldatud topelt kihina. (foto nr.28). Saalungisse freesiti $\varnothing 125\text{mm}$ auk kuhu paigaldati ventilatsiooni korstnaks $\varnothing 110\text{mm}$ kanalisatsioonitoru. Viimaks paigaldati keldri seinte kõrgendustele ja laele palkidest lisatoed ning praod müüride ja saalungi vahel tihendati polüüretaanvahuga. (foto nr.29)



Foto nr.28 (vasakul) Armeeringu 1. kiht ja Foto nr.29 saalungi lisatoed (Allikas: Autori foto)

1.10 Sissepääsu trepp

05.10.20 Trepi ettevalmistustööd ja saalung. Enne trepi saalungi valmistamist täideti aluspind sõelutud liivaga. Aluspind kujundati vastavalt trepi kaldenurgale ca. 10cm alla poole trepiastme madalamast kohast mis omakorda tihendati kihti kihi haaval. Trepi järsu kaldenurga tõttu teostati tihendamine puidust ise valmistatud T-kujulise abivahendiga. Mille abil teostati tihendamine pinnase tampimise teel. (foto nr.30) Trepi saalung valmistati 22x100mm laudmaterjalist. Saalungi ehituse tegi keeruliseks trepil külgnevad maakivist tugimüürid, mille ebatasase pinna külge oli saalungi trepiastmete vertikaalosa kinnitamine keerukas. Lahenduseks pandi saalung tugimüüride peale rippu ja trepiastmete saalung seoti omavahel laudadega nii et iga astmelaud oli järgneva astme külge seotud. Trepi alumise astme vertikaalne osa toestati vastu keldri esiseina. Saalungi põhja paigaldati ehituskile. Trepi armeeringuks kasutati $\varnothing 8\text{mm}$ 150/150 armatuurvõrku ja vardaid.



Foto nr.30 trepi aluspinna tihendamine (Allikas: Autori foto)

1.11 Valutööd

06.10.20 Keldri lae ja trepi valutööde ajaks oli valminud ka talule uus ligipääsu kruusatee. Tänu millele oli võimalik betooniautol juba hoonetele ligi pääseda ja valutööd teostada, sõlmes valmistatud betooniga. Kelder asub nimetatud teest piisavalt kaugel, et betoon võeti vastu valades selle esmalt frontaallaaduri kulpi ja laaduriga veeti betoon keldrini. Laaduri kulbist sai labidatega betoon saalungisse juhitud. Tellitud betooni mark oli c30/37. Valutöödel olid abiks keldriomanike sõbrad Markus ja Hardi. Keldri laepind rihiti puidust prussiga saalungi äärtega tasaseks ja pinda rohkem ei töödeldud. (foto nr.31) Trepi pind pidi algselt jääma hõõrutatud betoon. Seega oodati kunas betooni esimene tahenemine toimub, et seejärel pinda plastik hõõrutiga viimistleda. (foto nr.32) Trepi saalung eemaldati nelja päeva möödudes. Saalungi eemaldamise järgselt ei olnud omanikud trepi tervikliku viimistlus kvaliteediga rahul ja sündis

idee lihvida minimaalne kiht betooni pinnast, et betooni sees olevad paekillustik tuleks esile. Teostati proovi lihvimine ja visuaaliga jäädi rahule. Seejärel lihviti trepiastmete pealispinnad ning astmete välisnurgad lihviti nii, et tekiks faas mis vähendab ohtu astme välisnurga murenemisele. (foto nr. 33)



Foto nr. 31 (vasakul) valatud keldri lagi ja foto nr. 33 (paremal) Trepi viimistlus
(Allikas: Autori foto)

1.12 Hüdroisoleerimine ja lae isolatsioon

17.10.20 Eemaldati keldri lae saalung ja jäeti veel nädalaks kuivama, seejärel algas keldri lae hüdroisoleerimine, esimese kihina paigaldati lae betoon osale bituumen rullmaterjal, mis ulatus ka maakivi osani (foto nr.34) Teise kihina paigaldati ülekattega vundamendi kate delta-NB. See oli ka viimane töö sellel aastal keldri juures. Katte tuule eest kaitsmiseks teibiti ühenduskohad

ja veeti osaliselt kattele ka pinnas raskuseks peale. Sellisena jäi kelder ootama kevadet kui krundil oli planeeritud ka muid pinnase töid. (foto nr.35)



Foto nr.34 (vasakul) ja Foto nr. 35 (paremal) Keldri lae hüdroisoleerimine (Allikas: Autori foto)

17.04.2021 Lumi sulanud jätkati keldri pinnasega katmisega. Eelnevalt oli alanud ka peahoone juurdeehituse vundamentide kaevetööd millest suures koguses savipinnast tuli. Keldri laele veeti ca.20-25cm savi mida tampides tihendati, mis omakorda isolatsioonina toimib. Keldri külgedele sai pinnast mõningal määral rohkem nii, et pinnase kalle oleks piisavalt lauge, et iseseisvalt kohal püsida saaks. (foto nr. 36) Savi kihi peale veeti mulda, ning külvati muru seemet, et mätas kiiremini peale kasvaks. (foto nr.37)



Foto nr.36 Savi pinnase tihendamine (Allikas: Autori foto)



Foto nr.37 Pinnasega kaetud kelder (Allikas: Autori foto)

Enne mäta peale kasvamist uhtus vesi keldri esiküljelt lokaalselt savikihi välja. Nendes kohtades ei kasvanud muru. Suvel lisati keldri pealsele mulda, et need kohad katta. Suve lõpuks oli keldrile kasvanud ilus murumätas peale. (foto nr.38) Sellega võis lugeda keldri rekonstrueerimistööd valminuks. Teostada oli veel elektritööd, mis võetakse ette tulevikus.

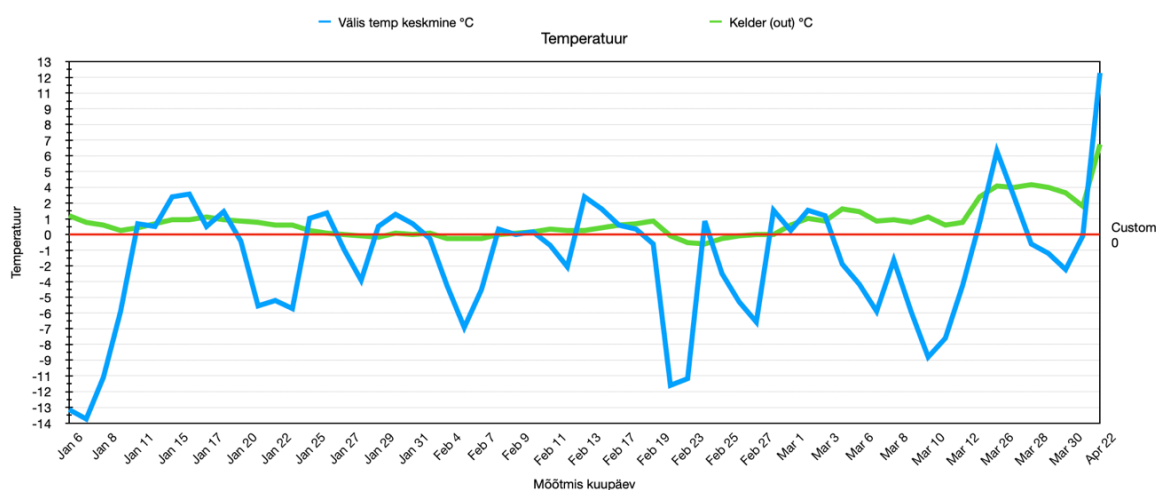


Foto nr. 38 Vaade keldrile (Allikas: Autori foto)

2.Sisekliima soojuslike tegurite mõõdistus

2.1 Keldri temperatuuri ja suhtelise niiskuse mõõdistus

Sisekliima soojuslike tegurite mõõdistamine rekonstrueerimise järgselt toimus perioodil 2023 jaanuar – 2023 märts. Mõõtmistega paralleelselt teostati ka keldri visuaalseid vaatlusi. Mõõtmised teostati digitaalse termomeeter/hügromeetriga, temperatuuri fikseeriti termomeetri (OUT) näiduga kuna see andis kontrollmõõtmistel teise termomeetriga samaväärseid näite. (foto nr.39). Termomeeter paiknes ruumis kõrguslikult keskel ca. 1m kõrgusel ja ruumi tagumises otsas. Temperatuuri ja suhtelist õhuniiskuse näitu fikseeriti manuaalselt kord ööpäevas. Päevad mil erinevatel põhjustel andmete fikseerimist ei toimunud ei ole kajastatud. Saadud temperatuuri tulemused sisestati tabelisse millest moodustati graafik, et visualiseerida andmeid (Graafik nr.1). Graafikus on välja toodud roheline väärtusena keldrist mõõdistatud sisetemperatuur (OUT) ja sinisega ööpäeva välistemperatuuri keskmine. Ööpäeva keskmise temperatuuri andmed on võetud www.ilmateenistus.ee vaatlusandmetest. Graafiku keskosas märgitud punane joon tähistab 0-kraadi. Ööpäeva keskmised temperatuurid antud perioodil jäid +6,2 kraadi ja -13,7 kraadi vahele ja keldri sisetemperatuur vahemiku +3,7 ja -0,7 kraadi. Kriitilisemad perioodid kui keldri temperatuur langes alla 0 kraadi fikseeriti kolmel korral (28.jan-29.jan), (4.vebr- 7.vebr) ja (22.vebr- 26.vebr). Pikim periood kestis 4 päeva. Lisaks hoiustati keldris samal perioodil ka kartulit ja erinevaid hoidiseid moosid, mahlad jms. Mida on peale mõõdistus perioodi on tarbitud ja millel ei ole riknemise märke.



Temperatuuri mõõdistus tulemused Graafik nr.1

Keldri suhtelist niiskus mõõdeti sama vahendiga millega ka temperatuuri jälgimist teostati. Suhtelise õhuniiskuse mõõtmisel fikseeriti esimesel neljal mõõtmis päeval tulemused mis jäid 90-97% vahele. Järgnevatel päevadel kuni mõõtmisperioodi lõpuni oli suhteline õhuniiskus 99%. Antud tulemus tekitas autoris kahtlusi, kas mõõtmistulemused on õiged ja kas mõõtevahendit saab usaldada. Mõõtmisperioodil ei soovitud mõõtmisvahendit keldrist eemaldada, seega teostati kontroll mõõtmine peale mõõtmis perioodi. Mille käigus mõõtmisvahend kõrvutati teises keskkonnas paariks päevaks teise termomeeter/hügrimeetriga. (foto nr.40). Sama kontrolli mis teostati ka enne mõõdistus perioodi. Kontrollmõõtmise tulemused olid mõlemal kontrollil sarnased, ehkki näidud erinesid vähesel määral mil temperatuuri erinevus oli kuni 1 kraad ja suhteline õhuniiskus erines kuni 5% . Töö autor ei pidanud näitude erinevusi liialt suureks seega tegi autor järelduse, et saadud andmeid võib usaldada.



Foto nr. 39 vasakul keldri mõõtmised ja Foto nr. 40 Mõõtevahendi kontroll (Allikas: Autori fotod)

2.2 Järeldused mõõdistusest ja vaatlusest

Sisekliima mõõdistamise tulemustest talvisel perioodil võib järeldada, et andmeid ei olnud kogutud piisavalt pika perioodi jooksul, et teha adekvaatseid lõplike järeldusi. Soovitud kindluse tagamiseks tuleks korrata mõõtmisi mitme talve vältes, et saavutada piisav arusaam keldri toimimisest. Saamaks aru kas ka külmematel talvedel on hoidiste hoiustamine võimalik nii, et keldris hoiustatavale ei tekiks külmakahjustusi. Küll aga ei tulnud antud vaatlusperioodil ilmsiks konkreetseid probleeme, miks ei peaks kelder oma konstruktiivseid eesmärke täitma. Peale mõõdistus perioodi vaadeldi keldrit ka sula perioodil, mil ei esinenud keldrisse vee tungimist ega ka seinte märgumist. Tööd mis vajasisid veel teostamist ja olid tegevuskavas kajastatud: elektri paigaldis ning see ei mõjutanud saadud andmete tulemusi. Keldri sisetemperatuuri minimaalne temperatuur oli mõõtmis perioodi vältel -0,7 kraadi, kuid ka samal ajal keldris paiknenud mahladel, moosidel ja kartulitel ei esinenud külmast tingitud kahjustusi. Nähes keldris miinuskraade ei muretsenud omanik mahlade ja mooside pärast kuna need sisaldavad suhkruid ja nende külmumise piir on madalam. Kartulite külmakahjustuse ära hoida ka asjaolu, et kartulid annavad ise sooja (Tammjärv 2014 lk 204) Et tagada kindlustunne oleks soovitatav sarnaseid mõõtmisi teostada termomeetriga mis edastab ja salvestab temperatuuri andmeid automaatselt ja jagab need üle õhu põhiseadmesse mis asub eluhoones. Seeläbi oleks kergem jälgida külmematel perioodidel keldri sisetemperatuuri ja vältida läbi ukse külmema õhu sisse laskmist keldrisse. Võttes arvesse, et tegu ei olnud külma talvega on tegevuskavas väljatoodud võimalik lahendus, perioodiliselt elektriküttega keldri ruumi temperatuuri tõsta asjakohane. Keldri suhteline õhuniiskus on maakeldrile omaselt kõrge seega sisustust planeerides tuleks kaaluda mitte puidu põhiste materjalide kasutamist vaid materjale, mis tuleksid toime ka kõrgema õhuniiskusega.

KOKKUVÕTE

Enne rekonstrueerimis töid ei olnud võimalik maakeldrit sihtotstarbeliselt kasutada ja keldri omanike lähteülesandest tulenevalt oli töö autoril kahtlus, kas keldri sisekliima tagab hoidiste üle talve hoiustamise võimaluse. Sellest tulenevalt püstitas autor järgnevad uurimusküsimused: Kas seminaritöös kirjeldatud renoveerimislahendused on antud keldri puhul teostatavad? Kas keldri rekonstrueerimise järgselt on hoidiste hoidmine üle talve keldris võimalik nii et hoidistele ei tekiks külmakahjustusi?

Autor püstitas järgmise hüpoteesi: Seminaritöös koostatud tegevuskavas välja töötatud lahendused on praktikas teostatavad ja peale rekonstrueerimistöid on keldris hoidiste hoidmine üle talve võimalik? Hüpoteesi kontrolliks jagas autor töö kaheks osaks esimene osa oli praktiline kus füüsiliselt rekonstrueeriti maakelder ja teine osa kus toimus sisekliima soojustegurite andmete kogumise ning analüüsimine, mille põhjal hinnati keldri toimivust.

Töö praktilises osas mis oli antud töös kõige mahukam kajastati Kingu talu maakeldri

rekonstrueerimistööde protsessi, milles teostati konstruktsioonide avamised ja lammutustööd. Tööde käigus säilitati osa keldri maakivi seintest ja laoti uuesti keldri maakividest esisein, millesse paigaldati uus uhke puidust uks. Lisaks ehitati välja sademeveekanaliseerimine, keldrile uus sissepääs trepi ja maakividest tugimüüride näol ning valati uus betoonpõrand ja kaarlagi. Keldrile loodi loomulik ventilatsioon ja teostati keldri laele hüdroisolatsioon koos muldkehendi pinnasetöödega. Tegevuskavas pakutud lahendustest jäi teostamata elektrisüsteemi uuendamise osa, põhjusel, et antud tööd soovivad keldri omanikud teostada koos kinnistu väliala elektritöödega.

Peale rekonstrueerimistööde teostati keldrile sisekliima soojustegurite mõõtmised. Mõõtmised viidi läbi 2023 a talvel 3-kuulisel perioodil. Mõõtmistest koguti nii keldri sisetemperatuuri kui ka suhtelise õhuniiskuse väärtusi. Andmetest selgus, et keldri temperatuur antud mõõtmisperioodil oli välisõhuga võrreldes stabiilne, kuid oli päevi mil keldri temperatuur langes alla 0-kraadi. Autori arvates peaks seetõttu keldri sisetemperatuuri pikemal perioodil jälgima, et näha kuidas käitub keldri temperatuur külmematel talvedel.

Lõputöö tulemusena võib rekonstrueerimistööd lugeda valminuks ja konstruktiivselt poolelt järeldada, et tegevuskava ehituslikud lahendused olid asjakohased. Siiski leiab töö autor, et põhjapaneva vastuse küsimusele, kas kelder täidab oma eesmärgi ka külmematel talvedel tuleb teostada lisa mõõdistusi.

Allikad

Kirjandus

Tamjärv, M. 2014 *Keldriraamat*. Tallinn: Hea Lugu.

Peebo, A. ja Rennu, M. 2013. *Maakivi ehitusmaterjalina: Töötlemine ja kasutus*. Studia Vernacula, 4. <https://ojs.utlib.ee/index.php/SV/article/view/12585>

Keskküla, M. 2012. *Kivimüürid. – Vana maamaja*. Tallinn: Tammerraamat/Eesti Vabaõhumuuseum, 141-156.

Pärdi, H. 2020 *Eesti talu. Uuem taluarhitektuur 1850-1950*. Tallinn: Tammeraamat

Markson, E 2009 *Kurepesa talu maakeldri renoveerimine*. Diplomitöö. Viljandi: Tartu Ülikooli Viljandi Kultuuriakadeemia rahvusliku käsitöö osakond

Interneti allikad

Vaatlus andmed - <https://www.ilmateenistus.ee/ilm/ilmavaatlused/vaatlusandmed/>

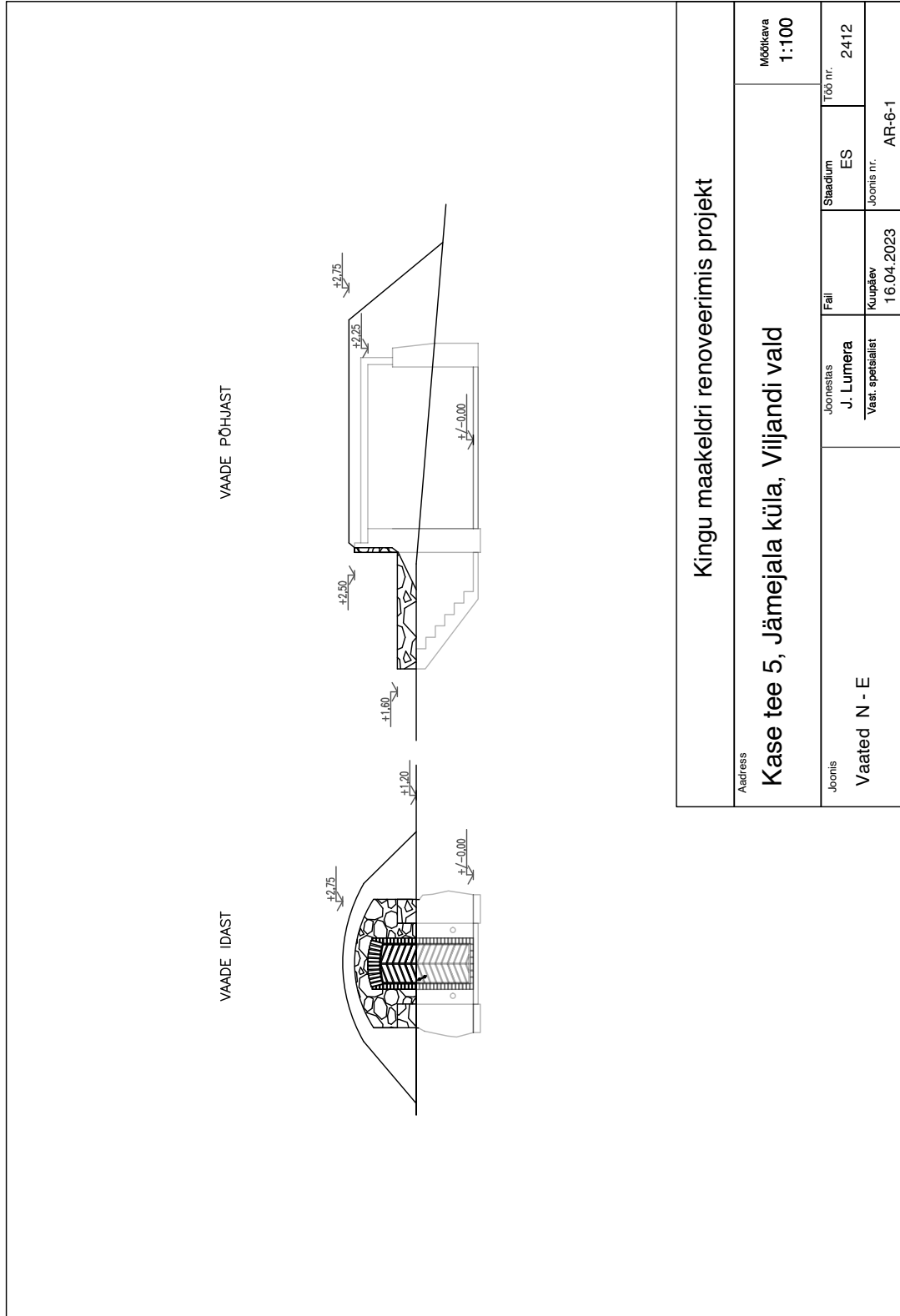
Intervjuud

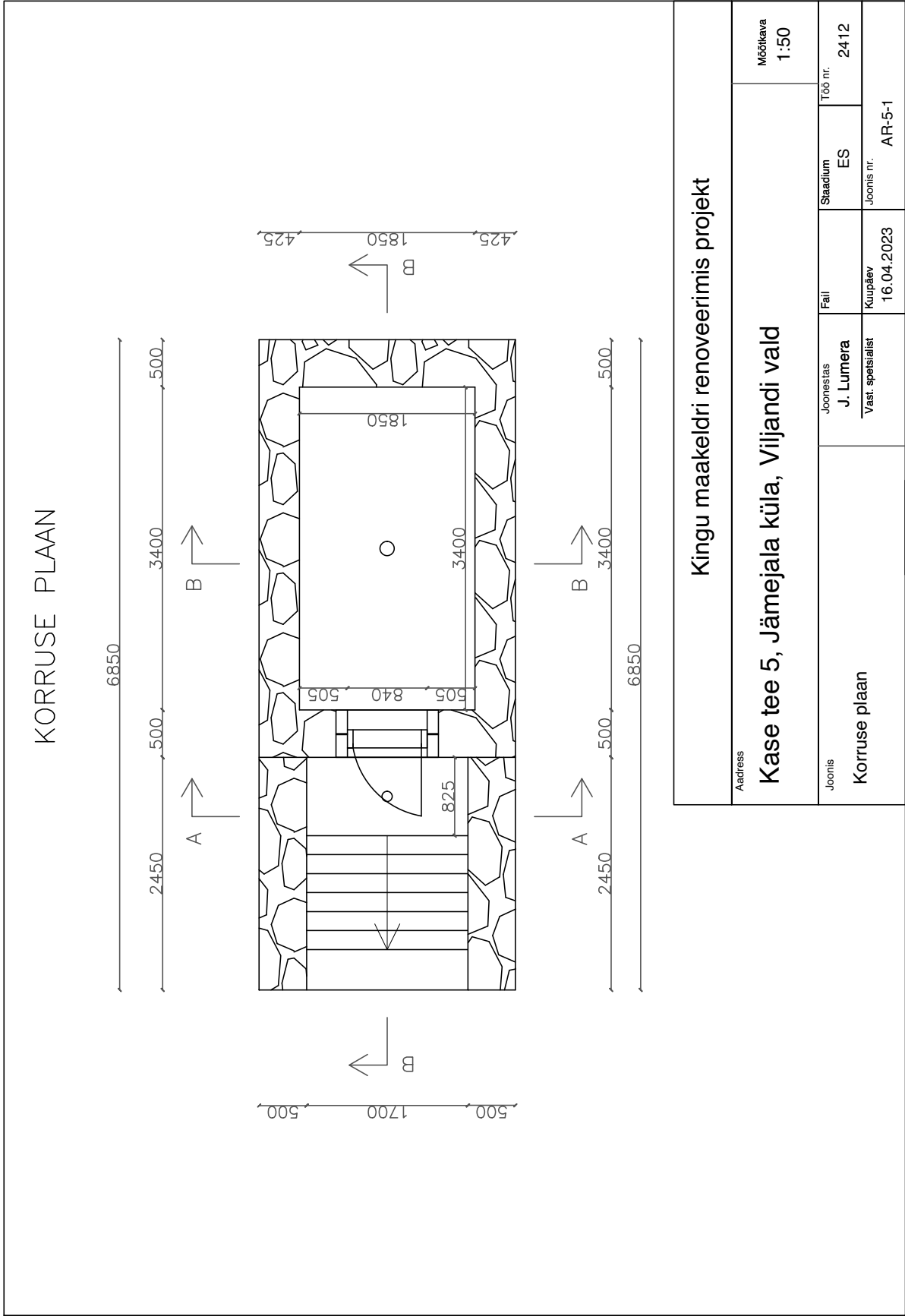
Hardi-Sander Luik intervjuu – Intervjuu kivimeistriga 2022 aasta kevadel, Kingu talus
Vestluse memo asub autori valdus.

Erkki Putnik intervjuu – Intervjuu kivimeistriga 2023 aasta kevadel, Viljandi vallas, Viirtasis
Vestluse memo asub autori valdus.

Lisad

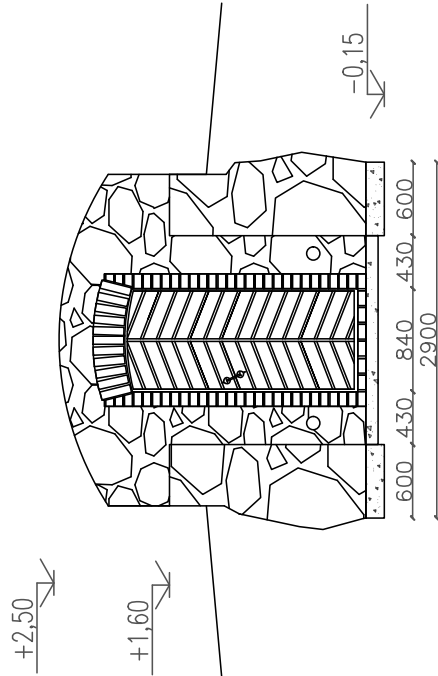
LISA 1 Keldri mõõdistus projekt



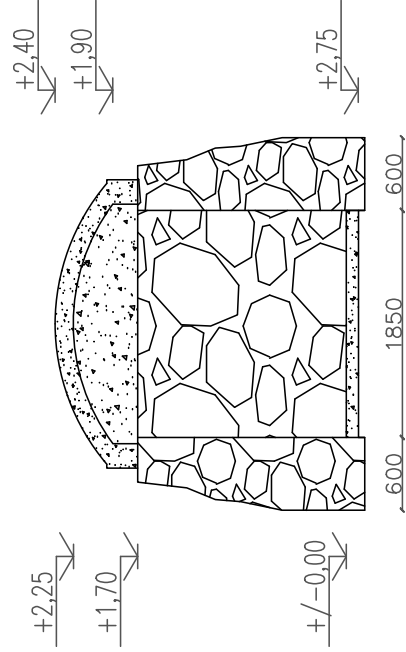


Kingu maakeldri renoveerimis projekt	
Address	Mõõtkava 1:50
Kase tee 5, Jämejala küla, Viljandi vald	Joonestaja J. Lumera
	Vast. spetsialist
Joonis	Faill
Korruse plaan	Staadium ES
	Tööb nr. 2412
	Joonis nr. AR-5-1
	Kuupäev 16.04.2023

Lõige A-A



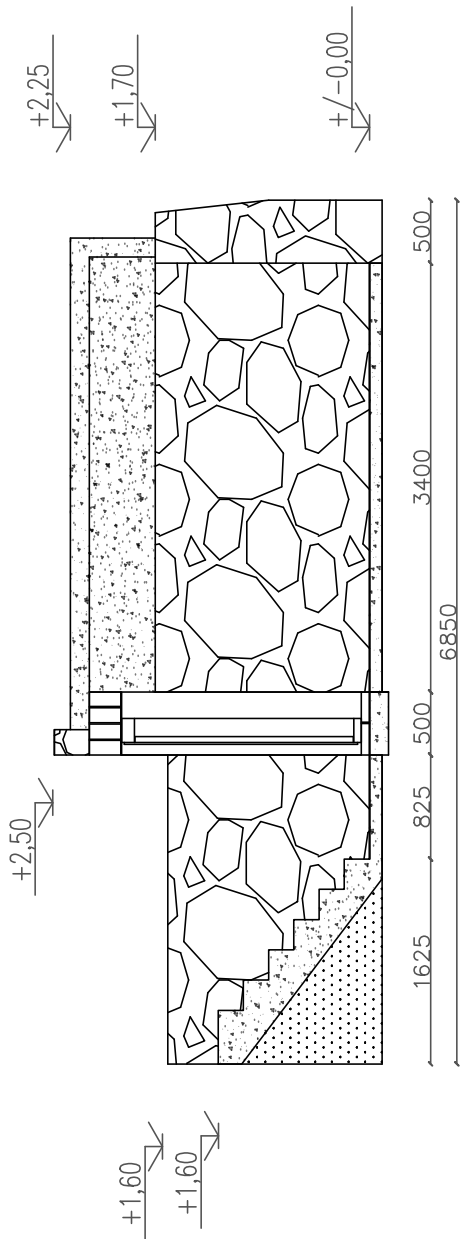
Lõige B-B



Kingu maakeldri renoveerimis projekt

Address		Mõõtkava 1:50	
Kase tee 5, Jämejala küla, Viljandi vald			
Joonistas	Faill	Staadium	Töö nr.
J. Lumera	J. Lumera	ES	2412
LÕIGE A-A / C-C		Kuupäev	Joonis nr.
		16.04.2023	AR-6-2

Lõige C-C



Kingu maakeldri renoveerimis projekt

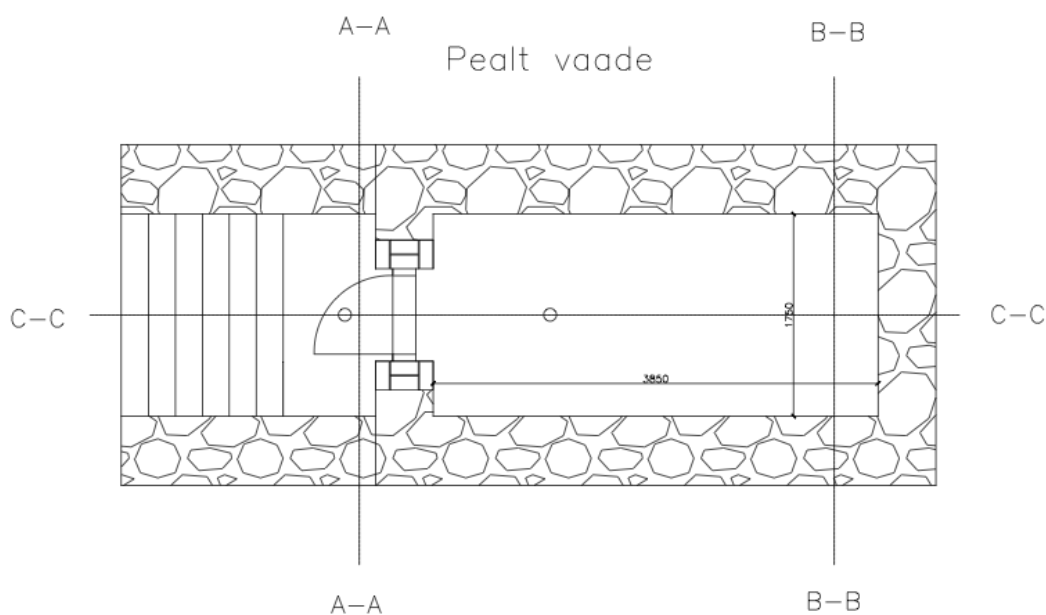
Address		Mõõtkava 1:50	
Kase tee 5, Jämejala küla, Viljandi vald		Staadium	Töö nr.
Joonistas J. Lumera Vaest. spetsialist	Fail	ES	2412
Joonis LÕIGE C-C	Kuupäev	Joonis nr.	AR-6-3
	16.04.2023		

LISA 2 Seminaritöö väljavõte koostatud tegevuskava ja omanike lähteülesanne

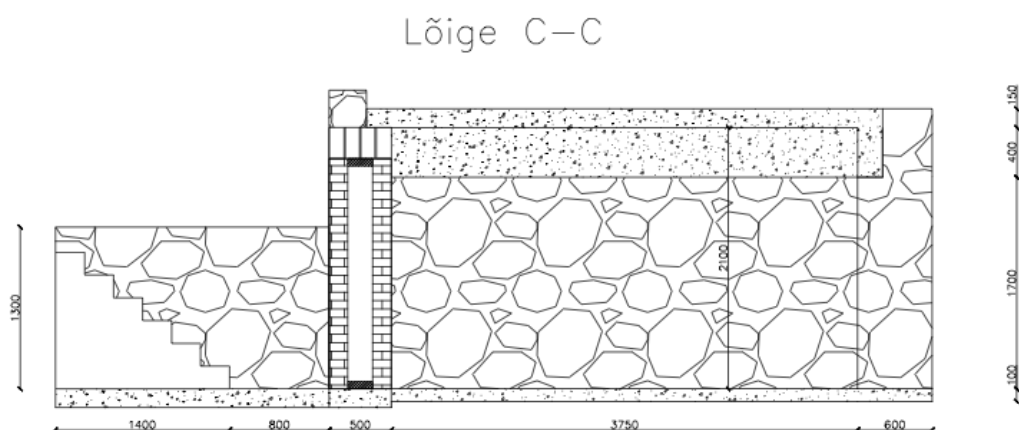
3. Kingu maakeldri renoveerimistöõde tegevuskava

3.1 Keldri omanike lähteülesanne

Keldri omanike soov on kasutada tulevikus keldrit erinevate toiduainete, hoidiste, mahlade ja saunamärjude hoiustamiseks igal aastaajal. Keldrisse sooviti rajada toimiv elektrisüsteem valgustuse ja lisakütte tarvis eriti külmadel talvedel, kui maapinna soojusest ei peaks piisama, et keldrit plusskraadides hoida. Kuna vajadus loomade heina säilitamiseks puudub ja keldri pealisehituses aiatööriistade hoiustamine selle logistilise asukoha ja ka ligipääsetavuse kohapealt ei olnud otstarbekas, oli omanike soov pealisehituse eemaldamine. Visuaalse välimuse ettekujutamiseks koostasid omanikud eskiisi.

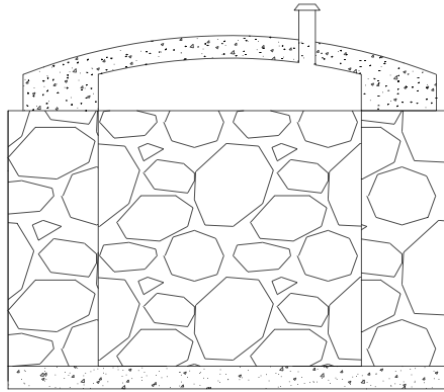


Joonis nr.4 Kingu maakeldri eskiis pealtvaade Allikas: Autori joonis



Joonis nr.5 Kingu maakeldri eskiis, lõige C-C Allikas: Autori joonis

Lõige B-B



Joonis nr.6 Kingu maakeldri eskiis, lõige B-B Allikas: Autori joonis

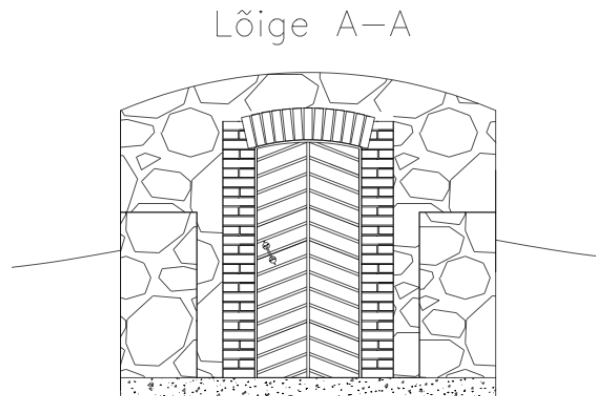
3.2 Tegevuskava

Tegevuskavas on lähtunud objekti seisukorrast ning töö autori poolt koostatud eskiisist ja keldri omanike suulistest soovidest. Renoveerimislahenduse väljatöötamiseks konsulteeris töö autor Hardi-Sander Luigega ettevõttest Maakivist OÜ, aga ka saviehitust uurinud Malvo Tomingaga.

1. **Silikaadist seintega eeskoda** - eeskoda on mõistlik täies mahus lammutada, sh. pinnases olev alusmüüritis - ja asendada eskiisist välja pakutud lahendusena, rajades maakividest min. 60cm laiad tugimüürid betoonist taldmikule, lubi-tsementmördi sideainel. Müürist eemaldatud kivid, kui need on laotud kas lubi- või savimördiga, on võimalik lihtsa vaevaga puhastada ja taaskasutada. (Peebo & Rennu 2013 lk 82) Müüri ladudes järgida olemasolevat

müüri käekirja. Keldrisse sissepääs lahendada betoonist trepiga. (Hardi-Sander Luik suulised andmed, mai 2022)

2. **Pinnasekalded** - Planeerida keldriümbruses pinnasekalded nii, et sademevesi saaks hoonest eemale valguda. Kui krundi haljastus ei luba planeerimistöodega kaldeid anda, rajada hoonest kalle eemale ja moodustada lauge kraav, mis suubub hoonest eemale.
3. **Ventilatsioon** - Paigaldada keldri esi-fassaadile alumise kolmandiku tsooni min $h=35\text{cm}$ pinnasest 2x õhuvõtu avad $\varnothing 110\text{mm}$, väljuv õhk lahendada keldriruumi tagumise osa laest ventilatsiooni korstnaga min $\varnothing 110\text{mm}$. Ventilatsiooni avad on mõistlik katta putukavõrguga mis takistab ka näriliste keldripääsu. (Nurmisto 2005 lk 28) Sellise lahendusega toimib ventilatsioon korstna põhimõttel. Külma õhku ruumi sisenedes soojeneb, tõuseb ruumi üla ossa ning õhk saab hõlpsasti väljuda tuulutuskorstna kaudu. Kui keldri paigutus on õhuvõtuavade poolt tuultele avatud, aitab tuul kiirendada õhuliikumist ruumis sees (Horn 2016 lk 43)
4. **Põrand** - Eemaldada amortiseerunud põrand, taastada avariivee ärajuhtimine keldriruumist kui ka keldritrepi esisest alast. Tihendatud liiv alusele paigaldada hüdroisolatsiooni kile ja valada raudbetoonist põrand $h=100\text{mm}$, armeering $\varnothing 6\text{mm}$ 150/150. Põranda kõrguse seab paika müüri aluskivide kõrgus, soovituslik on uue betoonpõranda ülemine osa valada viimaste kivide alt mõõdetuna min 10cm kõrgemale. See tagab ka alumiste müürikivide välja vajunud osa fikseerimise ja takistab võimaliku edasise vajumise.
5. **Uksed** - Valmistada ja paigaldada uus uks. Hüdroisolatsioon müüri ja ukse lengi kokkupuutepindade vahele.
6. **Maakeldri seinad** - Lammutada keldri esisein ja see uuesti üles laduda vastavalt eskiisile, ülejäänud seinast eemaldada lahtised kivid, puhastada müüride vuugid mehaaniliselt perforaatoriga ja puhastada surveveega, seejärel laduda ja vuukida müüritis lubi-tsementmördiga. Nt (Sakret KZM-A). Vuugid on mõistlik esmase tahenemise järgselt ühtlase tulemuse saamiseks harjaga üle hõõruda (Markson 2007 lk 20). Keldriseinte välispidine taastamine on soovitatav teostada pärast kogu müüritiste taastamist ruumi seespoolelt ja uue müüri lõplikku kivistumist, see vähendab varisemisohtu. Lubimördi sh. ka lubi-tsement-mördiga võib müüritöid teostada kui õhutemperatuur on üle +5 kraadi,



Joonis nr.3 Kingu maakeldri eskii, lõige A-A Allikas: Autori joonis

arvesse tuleb võtta ka asjaolu, et lubjal võtab karboniseerumine, mille toimetel mört kivistub, aega 2-3 nädalat. (Keskküla 2012, lk 148)

7. **Betoonist madala kaldega viilkatus** - Keldrilagi valada uus, raudbetoon konstruktsioonina, kaarlae eeliseks on parem loomulik õhuliikumine ja avaramad ruumid. Kaarlae võib krohvida seest lubikrohviga. Väljast teostada hüdroisolatsioon bituumenrullmaterjaliga, paigaldada soojustus tyroc FXL 50mm (kaarlae puhul) või XPS 50mm (kaldlaepuhul). Seejärel katta keldripealne min. ca 20cm saviga ja lisada min. 10cm mulda. Maakiviehitiste uurija Alo Peebo soovitab igal juhul jälgida keldri soojusrežiimi külmadel talvedel, eriti kui keldri kohal asuvast katusest loobutakse (Alo Peebo suulised andmed, mai 2022).
8. **Sisepääsu trepp** - Ehitada kahe tugimüüri vahele pinnasele toetuv raudbetoontrepp.
9. **Avariitrapp ja sademevesi** - Ehitada välja sademevee kanalisatsioon. Paigaldada keldriruumi sisse põrandasse avariitrapp ja välja keldrisisepääsu ette sademevee

kogumislehter. Sademeveekanaliseerimise ehitades kasutada ära maapinna loomuliku langu ning vesi immutada maa alla rajatud killustiku patja.

10. **Elektrisüsteem** - Elektrisüsteem kavandada kaasaegsetele normidele vastavalt ja terviklikult uuendada.

LISA 3 Fotod



Foto nr.2 Elektriühenduse eemaldamine (Allikas: Autori foto)



Foto nr.4 Müüritiste väljakaeve (Allikas: Autori foto)



Foto nr.6 Sademeveetrass (Allikas: Autori foto)



Foto nr.9 Sissevarisenud lae eemaldamine keldrist
(Allikas: Autori foto)



Foto nr.22 Puhastatud müür (Allikas: Autori foto)



Foto nr.32 Trepi viimistlemine (Allikas: Autori foto)

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Juhani Lumera

Annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose: **KINGU TALU**
„MAAKELDRI REKONSTRUEERIMINE JA EHITUSLAHENDUSTE KONTROLL
SISEKLIIMA MÕÕTMISTE TEEL“

mille juhendajad on Madis Rennu ja Alo Peebo

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Juhani Lumera 12.05.2023