EESTI KUNSTIAKADEEMIA
Kunstikultuuri teaduskond
Muinsuskaitse ja restaureerimise osakond

Anna Liisa Sikk

Keskaegsete tellisehitiste restaureerimine Eestis

BAKALAUREUSETÖÖ

Juhendaja: Maris Suits, MA.

Tallinn 2012

Sisukord

Sissejuhatus 4
I osa 6
1. Telliste tootmine 7
1.1. Ettevalmistustööd 7
1.1.1. Savi kaevandamine 7
1.1.2. Telliste vormimine 8
1.1.3. Plonnide kuivatamine 10
1.2. Telliste põletamine 10
1.2.1. Põlemise protsess 11
1.2.2. Telliste jahtumine 12
1.3. Telliste värv 12
1.4. Telliste mõõdud 13
1.5. Tellisetootmise keskaegses Eestis 13
2. Tellisstruktuuri kahjustused 15
2.1. Tootmisviisidest tulenevad probleemid 15
2.2. Sooldumine 16
2.2.1. Soolade kristalliseerumine 16
2.2.2. Soolade kristalliseerumine ja suhteline õhuniiskus 17
2.2.3. Tellisstruktuuri kuivamiskäitumine 18
2.3. Külmakahjustused 19
2.4. Sobimatu sidematerjal 19
2.5. Biokahjustused 20
3. Konserveerimis-restaureerimismeetodid 21
3.1. Tellismüüri kuivendamine 21
3.1.1. Kõrgkapillaarsed torud 21
3.1.2. Veekindel kiht müüritises 21
3.1.3. Kemikaalide sisseviimine 21
3.1.4. Elekroosmoosne süsteem 22
3.2. Soolakompressid 22
3.3. Vuukimine 23
3.3.1. Ettevalmistused 23
3.3.2. Vuukimine 23
3.4. Telliste asendamine 24
3.4.1. Telliselaastud 24

3.4.2. Dekoratiivtellised 25
3.4.3. Parandused mördiga 25
3.5. Praod 25
II osa 27
4. Keskaegsete tellisehitiste restaureerimie Eestis 28
4.1. Sissejuhatav osa 28
4.1.1. Tartu Jaani kirik 28
4.1.2. Tartu toomkirk 30
4.1.3. Viljandi ordulinnus 31
4.1.4. Otepää piiskopilinnus 32
4.1.5. Vastseliina piiskopilinnus 33
4.2. Kahjustused ja nende põhjused Eesti keskaegsetel tellisehitistel. 33
4.3. Eesti keskaegsete tellisehitiste restaureerimine 35
4.3.1. Vuukimine ja kasutatud vuugimördid 36
4.3.2. Telliste asendamine 38
4.3.3. Soolkahjustuste eemaldamine 44
Kokkuvõte 45
Illustratsioonide nimekiri 46
Kasutatud allikad ja kirjandus 48
Summary 52
Lisad
Lisa 1. Intervjuu M. Keskkülaga
Lisa 2. Intervjuu K. Alttoaga
Lisa 3. Intervjuu U. Tiirmaaga

Sissejuhatus

Telliste valmistamise ja mördi abil müüriks sidumise oskus jõudis Eestisse ristisõdijatega. Juba keskaja algul asuti püstitama suurejoonelisi tellisehitisi, mis sobiksid vallutajate emamaa kultuurilise taustaga ning samas põlistaksid nad siinsesse keskkonda. Telliseid kasutati just nendes Eesti piirkondades, kus nappis looduslikku ehituskivi, nõnda on suurem osa ehitisi koondunud Lõuna-Eestis, kus neid on ka mitmel pool säilinud. Enamus keskaegsetst tellistest hooneid on säilinud kas varemetena või fragmentidena teistes hoonetes. Näitena võib välja tuua Vastseliina linnuse, Tartu püssirohukeldri, Tartu toomkiriku varemed, Tartu Jaani kiriku, Tartu mänguasjamuuseumi (nn Teatri kodu) keldrid, Viljandi ordulinnuse, Rõngu vasallilinnuse, üksikuid keskaegseid telliseid on näha ka Põltsamaa lossi ja Karksi linnuse juures. Enamikke neist objektidest on mitmetel kordadel ka restaureeritud. Antud töö keskendubki keskaegsete tellisehitiste konserveerimisel-restaureerimisel kasutatud tehnoloogiatele ja nende muutumisele ajas. Valdkonda ei ole enne süsteemselt materjalitehnilisest aspektist käsitletud ning nõnda annab töö ühe tahu juurde eesti restaureerimisajaloole.

Töö teine osa annab ülevaate restaureerimismeetodite muutumisest viimase pooleteise sajandi vältel. Keskaegsete objektide vastu hakati suuremal määral huvi tundma 19. sajandi lõpul ning sellest ajast pärinevad ka esimesed andmed. Erinevaid restaureerimislähenemisi on vaadeldud viie arhitektuuriajalooliselt tähtsa ja kirju restaureerimislooga Eesti keskaegse ehitise näitel. Objektideks valiti Tartu Jaani kirik, Tartu toomkiriku varemed, Viljandi ja Vastseliina ordulinnused ning Otepää piiskopilinnus. Andmed saadi aruannetest, eritingimustest ja intervjuudest viimasel paarikümnel aastal objektidega seotud vanameistritega. Toimunud tehnoloogilised muudatused on püütud asetada üldisesse restaureerimisfilosoofilisse pilti.

Selleks, et paremini mõista tellise kui materjali olemust ning vananemiskäitumist, on töö esimeses osas antud ülevaade ka käsitsi valmistatud savikivide tootmistehnoloogiast, kirjeldatud kahjustusprotsesse ja rahvusvahelises praktikas kasutatavaid tüüpilisi restaureerimisvõtteid. Esimene peatükk annab ülevaade telliste tootmisest ning tootmise mõjudest telliste kvaliteedile. Keskaegsete tootmistehnoloogia kohta on vähe andmeid, kuid kuna protsess ei ole aja jooksul oluliselt muutunud, on kasutatud hilisemaid perioode käsitlevaid materjale. Teine käsitleb tellisstruktuure kahjutavaid protsesse, põhinedes enamjaolt ingliskeelsel materjalil ning teadusartiklitel, mis käsitlevad erinevaid tellistega tehtud katseid ning nende tulemusi, samuti käsiraamatutel. Kolmas annab ülevaate

kirjanduses soovitatavatest konserveerimise-restaureerimise meetoditest. Algmaterjaliks on erinevaid restaureerimistehnikaid tutvustavad käsiraamatud.

I osa

1. Telliste tootmine

Antud peatüki eesmärgiks on anda ülevaade käsitsi valmistatud telliste tootmise tehnoloogiast ja ajaloost Eestis. Tellise tootmine algas siin keskajal ning neid valmistati sarnaste meetodite alusel kuni 19. sajandi alguseni, mil mindi üle industrialiseeritud tootmisviisile ja tootmine koondus üksikutesse suurtesse tehastesse. Eestis käsitsi valmistatud telliste ajaloo kajastamisel on suurimaks probleemiks tehnoloogiaid puudutava kirjanduse puudumine kuni 19. sajandini, mistõttu põhinevad näited Soomet, Lätit, Leedut ning Venemaad puudutavatel materjalidel.

Tellise põletamiseks sobivat savi leidub pea kõikjal Eestis. Telliste valmistamine koosneb viiest etapist: kaevandamine, vormimine, kuivatamine, põletamine, jahtumine, millest kõik mõjutavad telliste kvaliteedi. Ajalooliselt olid igal etapil omad töölised, kes tegelesid vaid oma ülesandega.[1]

1.1. Ettevalmistustööd

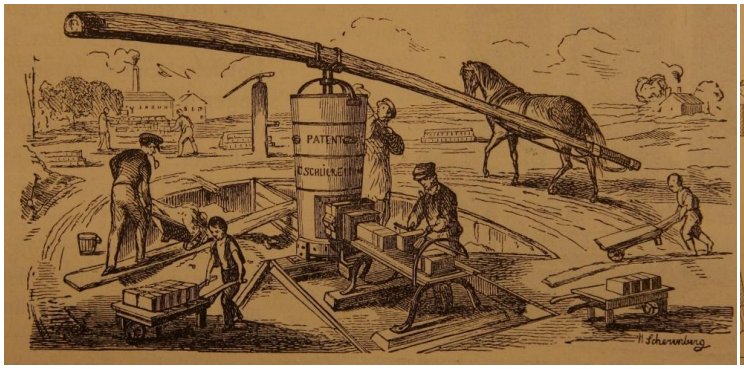
1.1.1. Savi kaevandamine

Ajalooliselt on savi kaevandatud paikades, kus ehituskive napib ning kus savi asub maapinna lähedal. Eesti puhul on tellisehitisi enim Lõuna-Eestis, kuna Põhja-Eestis domineerib ehitusmaterjalina paekivi. Savi kaevandati labidatega ning veeti seejärel paika, kus toimus telliste edasine töötlemine.

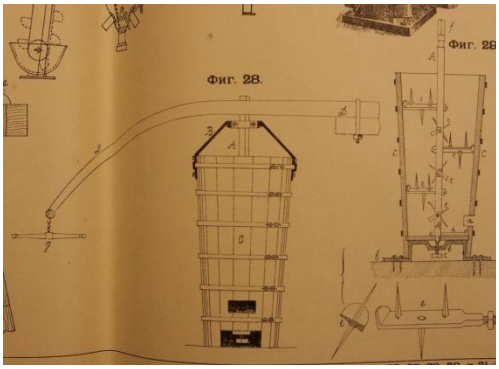
Savi omadused mõjutavad telliste kvaliteeti. Telliste tootmiseks kasutatakse Eestis kambriumi ajastus pärinevat sinisavi, mis on ühtlasi ka Eesti alal levinuim saviliik. Savi on kõige peeneteralisem purdsete, mis koosneb savimineraalidest: kaoliin, illiit, vermukiliit, lisaks neile veel aleuriit ning liivaterad.[2]

[1] Eestis esineva ehitustellise tüpoloogia ja dateeringu väljaselgitamine. Eeltööd. Muinsuskaitseameti arhiiv (edaspidi MKA), s P-2004, lk 26.
[2] R. Puhm, Eesti savitelliste tootmise ajalugu. Magistritöö Eesti Kunstiakadeemia disainiteaduskond. Tallinn, 2008, lk 24.

1.1.2. Telliste vormimine

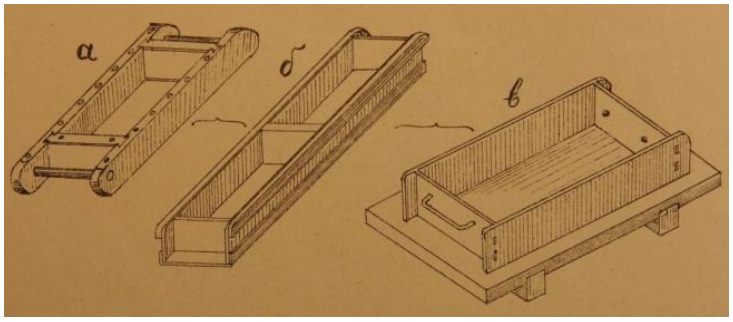


1. Hobujõul töötav tellisveski.

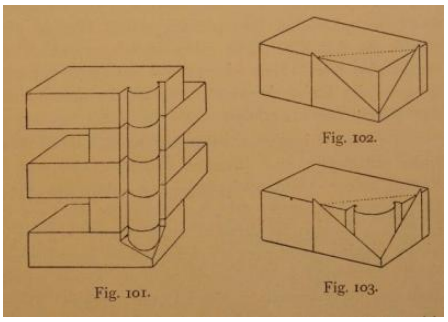


2.Tellisveski joonis ja lõige.

Nagu kõik tellise tootmiseks vajalikud tööd, tehti ka telliste vormimine käsitsi. Plonnid valmistati savi, liiva ja vee ühtlasest segust. Materjalide segamiseks kasutati algul labidaid, hiljem inim- või loomajõul töötavat tellisveskit ehk –sõklat. Tegu oli suure toobriga, mille keskel asus pöörlev puupiikidega palk. Materjal kühveldati ülevalt sisse, segati ning ühtlane mass valgus toobri põhjas oleva ava kaudu välja.[3] Mida ühtlasemat savimassi vormimisel kasutati, seda parem ning tugevam sai tellis.[4]



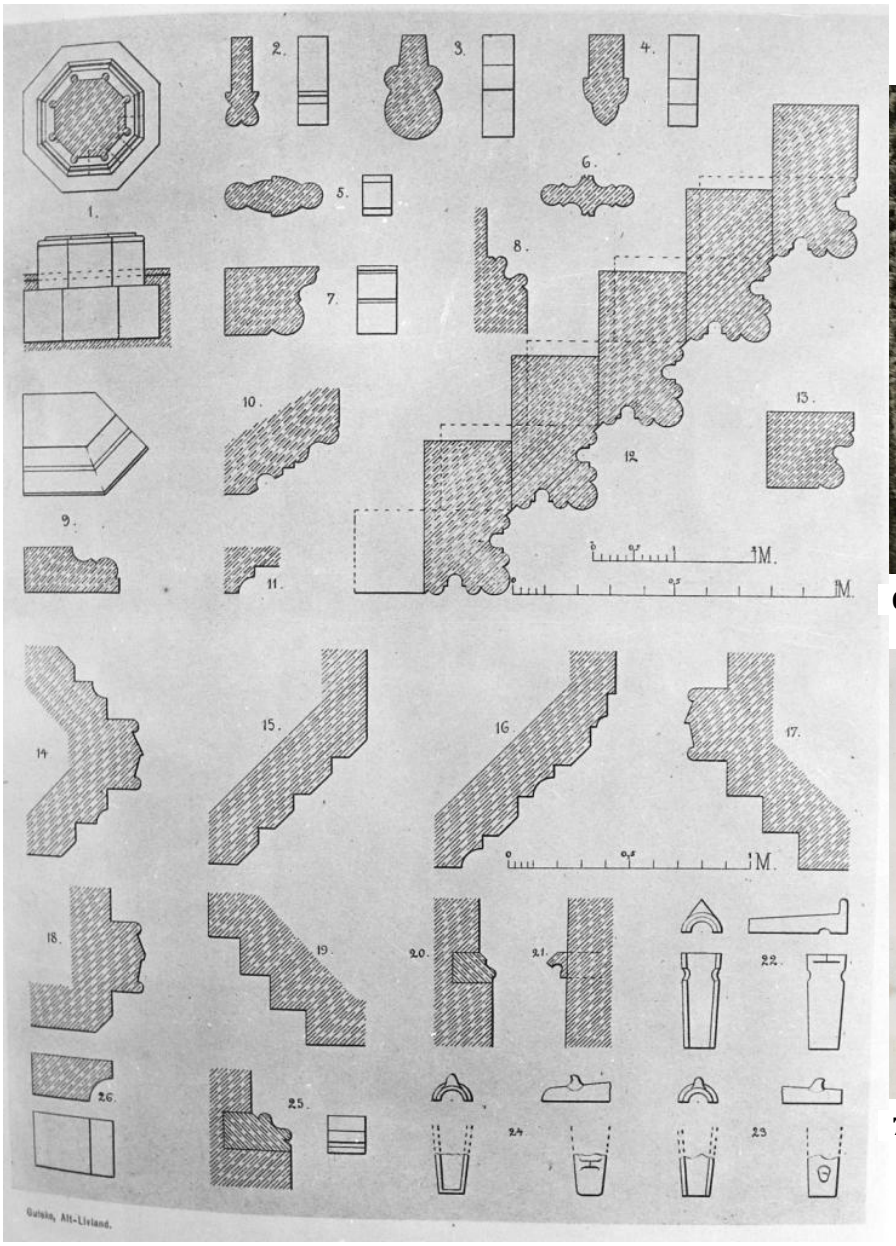
3.Tellise vormid.



4. Erikujulise tellisvormi näide.

Plonne vormiti kahel viisil: savi löödi laual olevasse vormi või sõtkuti jalgadega spetsiaalsel tööpingil paiknevasse vormi. Vormi asetatud savi pind tõmmati puust pulgaga siledaks.[5] Vorm oli neljakandiline ilma põhjata kast, mille külgedel olid kas käepidemed või nukid.[6] Plonnide vormimise hooaeg kestis umbes maist augusti lõpuni. Plonnid jäeti kuuridesse kuivama. Üks vormija valmistas hooaja jooksul umbes 10 000 tellist, seega 100-120 tellist päevas.[7]

[3] K. Panu, Majatohter I osa.Tallinn:Viplala, 1999, lk 81.
[4] A. Veski, Tellise toormine kolhoosis. Tallinn: Eesti Riiklik Kirjastus, 1951, lk 15.
[5] MKA, s P-2004, lk 27.
[6] A.Veski, Tellise tootmine kolhoosis, lk 28.
[7] R. Puhm, Eesti savitelliste tootmise ajalugu, lk 25.



5. Toomkiriku vormitellised. R. Gulekese järgi.

6. Servistatud tellis Otepäält.

7. Tartu toomkiriku vormitellis.

Valmistati ka väga erikujulisi telliseid, mille jaoks olid spetsiaalselt valmistud vormid (vt ill 2). Aeg-ajalt raiuti ka valmis tavatellistele profiile, kuid purunevate telliste tõttu oli sellisel juhul praakide arv suurem.[8] Nii Tartu Jaani kui Tartu toomkiriku juurest võib tuua mitmeid erikujuliste telliste näiteid (vt ill 5 ja 7). Erilisena tuleb välja tuua ka Otepäält leitud servistatud tellise, millele tema faasitud nurga annab haamriga tagumine[9] (vt ill 6).

[8] K. Panu, Majatohter I osa, lk 69.

[9] Otepää piiskopilinnuse varemete 1961. a konserveerimis- (ja uurimis-)tööde aruanne. MKA, s P-394, lk 4.

1.1.3. Plonnide kuivatamine

Algselt kuivatati plonne lageda taeva all. Kuna otsene päikesekiirgus mõjus plonnidele halvasti, kuivatades neid liiga kiiresti ning vihm kahjustas neid uhtudes osa materjalist minema, siis hakati plonne katuste all või spetsiaalsetes sarades kuivatama.[10]

1.2. Telliste põletamine

Plonnide põletamine mõjutab oluliselt telliste kvaliteeti. Hästi põletatud telliste eelduseks on vilunud tellisepõletaja, hea ning kuiv küttematerjal (puit, kännud, turvas, hagu jne), hästi ehitatud ahi, plonnide õige ahjuladumine, hästi organiseeritud töö.

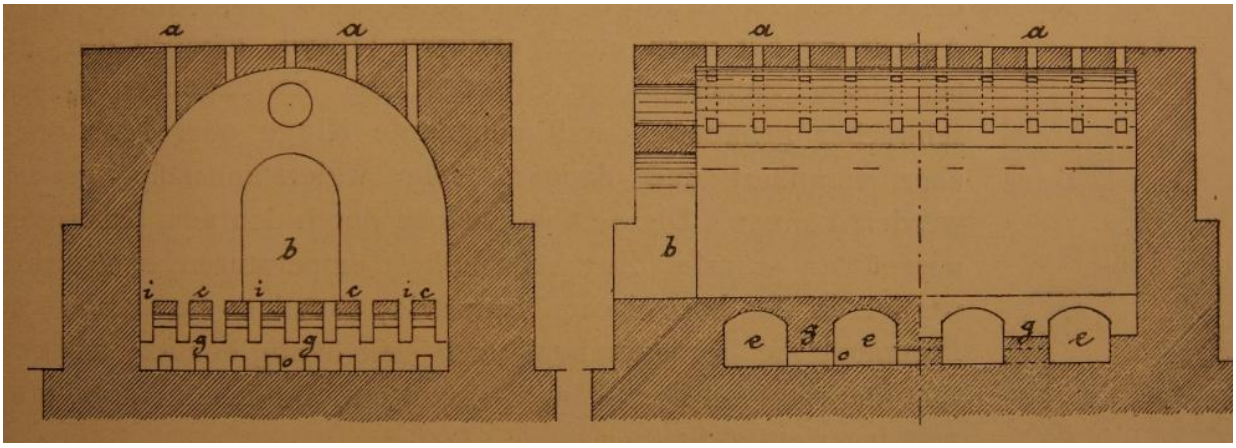
Kuivanud plonne põletati erinevates löövides erineval ajal: Arhangelsikis ja Smolenskis kuni detsembrini vahel isegi jaanuarini, Lätis Daugavpilsis vaid suvekuudel.[11] Sarnase kliima ning kultuuritraditsioonide tõttu võib eeldada, et ka Eestis põletati telliseid suvekuudel. Telliseid põletati kas plonnidest endist laotud löövis või hilisemal ajal ka spetsiaalselt rajatud tellispõletusahjudes. Lööv koosnes all asuvast kütte- ja ülemisest põletusosast. Löövi ladudes jäeti alumisse ossa rida üksteise kõrval asuvaid küttekanaleid.[12]

Tellisepõletusahjud olid kindlate seintega nelinurksed hooned, milles telliseid põletati sarnaselt löövides põletamisele. Telliste põletamist teostati kolmes astmes. Esimeseks oli nõrga tule faas, kus tulekolle oli küttekolde pikkusest kolmandiku sügavusel. Tulepesa suust piiluti telliste värvi ning selle järgi otsustati, mil tuleb kütet lisada.[13] Faasi eesmärgiks oli tellistest välja kuumutada üleliigne vesi, seda nimetatakse ka higistuspõletuseks. Pärast tõmbe tekkimist kaeti küttekanali suu pooleldi, kasutades selleks näiteks mätast. Õigesti toimiva kütmise tõestuseks oli terve löövi kohal tõusev paks niiske valge suits. Aurustumisperioodil suurendati veidi kütte kogust, umbes kolmandal päeval pärast kütma asumist tekkis löövi kohale tume suits, mis näitab, et vesi oli plonnidest välja aurustunud. Liiga kiire temperatuuri tõstmine viis liiga kiire aurustumiseni, mis tekitas plonni pragusid või selle kõverdumise.[14]

[10] A. Veski, Tellise tootmine kolhoosis, lk 32-36; K. Panu, Majatohter I osa, lk 83.
[11] MKA, s P-2004, lk 27–29.
[12] A. Veski, Tellise tootmine kolhoosis, lk 38–39.
[13] K. Panu, Majatohter I osa, lk 84–85.
[14] A. Veski, Tellise tootmine kolhoosis, lk 49–50.

Keskmise kuumuse puhul põles tuli poole tellislöövi ulatuses. Umbes 550–600°C juures hakkasid plonnid hõõguma. Kui kõik kihid hõõgusid punaselt määriti ahju ülemisel pinnal olevad pilud vedela saviga kinni. Teine periood kestis tavaliselt kolm ööpäeva.[15]

Kõige tugevam põletamine kestis tavaliselt umbes 32 tundi. Tuli põles kogu tellislöövi ulatuses. Sel perioodil hakkasid tellised kahanema, mille tulemusel vajus lööv ühtlaselt. Kui lööv oli piisavalt vajunud kaeti kõik avad savimördiga ja küttekanali otsad laoti telliseid täis. Löövi ülemine pind puistati savi, liiva või mullaga üle.[16] Teise ning arhailisema variandina oli tulease kogu aeg samas paigas ning põletamise lõppjärgus toodi tuli ka suudme ette, nõnda üritati põletada ka löövi otsaosas olevaid telliseid. Löövi küljed ja pealmine osa oli ka sellisel juhul lõppjärgus kaetud. Viimasena suleti suue tihedalt kividega.[17]



8. Lihtsama tellisepõletusahju näide. a – õhutusava, b – laadimisava, c – põrand, kuhu tellised laotakse, g – küttekollete vaheline sein, i – avad, kust kuumus sisse saab, o – küttekoldeid ühendav lõõr, r – küttekolle.

Sellises telliselöövis põletades oli kivide kvaliteet alati ebaühtlane. Eri põletusastmega tellisele oli oma kasutuskoht. Tulekoldele kõige lähemal olevad tumedad tellised ehk raudpõletatud sobisid fassaadikivideks või korstna ladumiseks. Krohv sellistel kividel ei nakku. Suurem osa oli tavalisi müüritellised. Välispinna lähedal olnud plonnid jäid alapõletatuks ning sobisid ahjude sisekonstruktsioonidesse, neid võidi kasutada ka järgmise löövi ülemises kihis.[18]

1.2.1. Põlemise protsess

Plonnide põletamise käigus eralduvad vesi ning süsinikdioksiid. 600–700°C juures tekib juurde alumiiniumsilikaati. Põledes kvarts (ränidiorksiid) säilib, kuid selle struktuur muutub.

[15] Samas, lk 50.
[16] Samas, lk 50–51.
[17] K. Panu, Majatohter I osa, lk 84.
[18] Samas, lk 84.

Põldpagu ja vilgukivi asemel moodustuvad eri etappidel muud mineraalid nagu diopsiid, vollastoniit, spinell ja geleniit. Umbes 600°C juures lagunevad savikristallid ning moodustavad mulliidi, mis muudab tellise ühtseks. Umbes 850°C juures põhjustavad osaliselt savi sulamist savis olevad naatrium ja kaalimum. Jahtudes tekib sulanud savist amorfne klaas, mis tõstab tellise tugevust ning tihedust. Mida kõrgem on temperatuur telliste tootmisel saavutatakse, seda tugevamad tellised saadakse.[19]

1.2.2. Telliste jahtumine

Pärast põletamist jäeti tellised vähemalt nädalaks jahtuma.[20] Algul lasti tellistel jahtuda pinnasest kooriku all, seejärel tehti koorikusse mõned avad, mida suurendati ning seejärel eemaldati tervelt löövilt. Järgneb telliste välja ladumine, alustades ülemistest kihtidest. Ahjus toimub jahtumine sarnaselt, õhu liikumist reguleeritakse avadega.[21]

1.3. Telliste värv

Ehkki Eesti ehitistes kohtab ainult punaseid ja kollaseid telliseid, on savikive võimalik toota väga erinevates värvitoonides. Telliste värv oleneb savi keemilisest koostisest, põletuse temperatuurist ja keskkonnatingimustest.

Hapnikurikkas keskkonnas 900–1000°C juures saadakse punased tellised, 1200°C juures aga tumelillad, pruunid või hallid. Hapnikuvaene keskkond tekitab purpursed, sinised või musta koorikuga kive. Kui savi sisaldab palju lupja ning rauda, saadakse valged; kui vähe lupja ning rauda, siis hallid tellised; vähese kriidi- ja rauasisaldusega savist saadakse kreemikaid telliseid. Kui savi sisaldab umbes 2% raudoksiidi, saadakse tumekollased tellised. Vähesel määral raudoksiidi sisaldavast plonnist saadakse 900°C juures redutseerivas keskkonnas pruunid, hapnikurikkas keskkonnas heledad lõheroosad tellised, 1100°C juures punased. Kui savi sisaldab 7–10% raudoksiidi saadakse sinised, kui lisaks raudoksiidile leidub savis ka magneesiumoksiidi, siis mustad tellised.[22]

Orgaanilise aine põlemine jätab samuti musti jälgi, eriti kui temperatuuri tõus on järsk. Meelega mustade telliste saamiseks lisatakse tellistele natuke enne põletusprotsessi lõppu kivisöetõrva. Ka metallioksiidide lisamisega on võimalik telliste toonidega manipuleerida. Magneesiumoksiidi lisamine annab pruunid tellised, kroomoksiid roosad, koobalti ning

[19] J. Ashurst, Brick, Terracotta and Earth. Practical building conservation: English heritage technical handbook. Volume 2. Hants: Ashgate, 1998, lk 47; K. Panu, Majatohter I osa, lk 88-89.
[20] K. Panu, Majatohter I osa, lk 84.
[21] A.Veski, Tellise tootmine kolhoosis, lk 49.
[22] J. Ashurst, Brick, Terracotta and Earth, lk 48–49.

magneesiumoksiid koos annavad mustad, antimonoksiid kollased, vask rohekad ning koobalt sinakad tellised.[23]

1.4. Telliste mõõdud

Antud alapeatükk põhineb Jaan Tamme uurimusel.[24] Telliste mõõdud on sajandite jooksul olnud väga erinevad, kuid tihtilugu ei suudeta toimunud muutusi põhjendada.

Esmalt mõjutab telliste mõõte põletamisel toimuv savi kahanemine, millest tulenev mõõtude erinevus plonni ja tellise vahel on 1,1–1,2 sentimeetrit. Tellise mõõtudele avaldab mõju ka kohalik müüriladumistraditsioon ning see, kuhu toodetavad tellised konstruktsioonis kuuluvad, kas tegu on dekoratiiv-, müüri- või sõlmetellistega. Paistab, et keskajal kasutati Baltikumis ja Soomes kahte ladumisviisi: vendi ning gooti- ehk munkladu. Soome arhitektuuriajaloolase G. J. Gardbergi sõnul kasutati munklao puhul lühemaid telliseid, mõõtudega: 27,5–28x13,5x8,5, vendi lao puhul aga telliseid mõõtudega 31x14x8,5 sentimeetrit. Telliste mõõtude määrajaks peetakse ka valdava pikkusühiku suurust. Saksamaal Rootsis ning Leedus oli selleks jalg. Samas tuleb tõdeda, et eri piirkondade jalg oli erineva pikkusega ning seega on väite alusel raske üldistusi teha.

Eesti puhul on telliste mõõtudele ning erinevatele müüri ladumise viiside uurimisele vähe tähelepanu pööratud. Nii palju kui telliseid mõõdetud on, võib öelda, et kõikumised mõõtudes on suured. 18. sajandil hakkasid kehtima ka esimesed ukaasid telliste mõõtude kohta, seni tootis igaüks endale sobiva mõõduga telliseid.

1.5. Tellisetootmise keskaegses Eestis

Tellisetootmisest Eesti aladel keskajal on vähe andmeid. Tellisetootmist märgitakse kirjalikes allikates harva ning valdkonda on vähe uuritud.

Eesti aladele tõid tellise valmistamise oskuse ristisõdijad 13. sajandi algul. 1241–1251. aastani rajati Pärnusse piiskopi loal tellistest toomkirik, mille jaoks valmistati tellised arvatavasti kusagil läheduses. Seda loetakse esimeseks telliselööviks. 1365. aastast pärinevad aga esimesed kirjalikud andmed tellislöövi kohta Tallinnas. Seal tegeles telliste valmsitamisega Saksamaalt pärit meister, kellele tasuti tema töö eest nii raha kui moonaga. [25]

[23] Samas, lk 49.
[24] MKA, s P-2004, lk 35–56.
[25] MKA, s P-2004, lk 4–19.

Narva kavandati telliselöövi rajamist Järgnevad kirjalikud andmed pärinevad 1436. aastalst, mil ordumeister pidas vajalikuks Narva telliselöövi rajamist ning palus selleks abi ning nõu Tallinnast. Ei ole teada, kas ja millal see lööv rajati. Kindlasti oli Narva endale telliselöövi saanud Johan III valitsusajaks, mis jääb Liivisõja ja selle järgsesse perioodi.

Arheoloogiliste leidude järgi on tuvastatud, et Tartus asus 13-14 sajandil telliselööv Ülikooli tänava läheduses.[26] 16. sajandi keskel rajati Viljandi linnale kuuluv telliselööv Parika külla. 16. sajandi lõpust pärinevad ka teated Tartu ümbruskonna telliselöövidest nii Raadil kui Tähtveres.

Pärast keskaega jätkus telliste tootmine pidevalt ning hilisemast ajast on ka rohkem andmeid. Suurim telliselöövide aeg jääb 19. sajandisse täpselt tehisliku tootmise eelsesse aega, kus telliselööve leidus paljude mõisate juures, lisaks olid isiklikud või külakogukondlikud telliselöövid.

[26] R.Puhm, Eesti savitelliste tootmise ajalugu, lk 9.

2. Tellisstruktuuri kahjustused

Antud peatüki eesmärgiks on anda lühike ülevaade telliseid ning tellishooneid kahjustavatest protsessidest. Iga alapeatükk keskendub ühele kahjustuse liigile, üritades edasi anda materjalis toimuvaid keemilisi, füüsikalisi ja mehaanilisi protsesse. Pea kõik tellisstruktuuride kahjustused on otseselt või kaudselt seotud veega. Suurimateks kahjustajateks on soolad ning jää, aga neid võivad ka tekitada vesi vedelas olekus, müüri ladumisel või vuukimisel kasutatud mördid ning tellistel kasvavad taimed. Osad kahjustused saavad alguse juba tellisetootmisel.

2.1. Tootmisviisidest tulenevad probleemid

Tellise omadusi mõjutab nii toormaterjalide (savi, liiv ja vesi) omadused, samuti tootmisprotsess koos kuivatamise, põletamise kestvuse, temperatuuri kõrguse ning jahtumisega.[27] Tellise tootmisest tulenevad probleemid sarnanevad oma väljanägemiselt külmakahjustustega. Mõlemal juhul mureneb tellis laastudena.[28] Telliste tootmist on täpsemalt kirjeldatud eelmises peatükis.

Kvaliteetne tellise savi sisaldab 12–33% ulatuses liiva. Väiksema liivasisaldusega plonnid kahanevad liiga palju, suurema sisaldusega plonnid kuivavad aga praguliseks. Sobiva rammususe saamiseks segatakse savile liiva juurde. Kui savi sisaldab lubjakivitükke, mille läbimõõt on suurem kui kaks millimeetrit kahjustavavad need tellise kvaliteeti. Lubjakivi muutub põletades kustutamata lubjaks, mis hakkab niiskusega kokku puutudes kustuma. Lubja mõõtmed kasvavad kustudes ning tekitavad tellises mehaanilisi pingeid. Kui savis esinev lubjakivi on peeneteraline ning selle hulk ei ületa 15%, siis ei mõjuta lubi telliste kvaliteeti.[29]

Telliskahjustuste omaduste puhul mängib rolli ka savimassi vormi panemise viis: käsitsi valmistatud tellistel ilmneb rohkem liiva sarnase puruna eemaldumist (liivastumine), pressimise teel saadud tellistel esineb enam kildude ning peente lehtedena purunemist.[30] Plonnide kuivamine peab toimuma aeglaselt: liiga kiire kuivamine viib telliste kaardumiseni.

[27] L. Franke, I. Schumann, Causes and Mechanisms of the Decay of Historic Brick Buildings in Northen Germany. Conservation of historic brick structures: case studies and reports of research. Eds N.S. Baer, S. Fitz, R.A. Livingston. Padstow: Donhead Publishing, 1998, lk 26.
[28] M. Stock, Brickwork. Materials and skills for historic building conservation, Ed M. Forsuth. Oxford: Blackwell, 2008, lk 47.
[29] A. Veski, Tellise tootmine kolhoosis, lk 5–6.
[30] L. Franke, I. Schumann, Causes and Mechanisms of the Decay of Historic Brick Buildings in Northen Germany, lk 33.

Märgade plonnide põletamine tekitab aga nii palju auru, et tellised muudavad oma kuju või lagunevad selles.[31] Sama efekti annab niiske kütuse kasutamine.[32]

Põletades peab temperatuuri tõstma järk-järgult. Liiga kiire temperatuuritõusuga kaasneb telliste mõranemine või kaardumine. Põletades liiga madala temperatuuriga jäävad tellised tooreks ega ole piisavalt tugevad ega vastupidavad.[33] Üldjuhul kehtib tõdemus, et mida kõrgem temperatuur, seda vastupidavamad tellised saadakse. Maksimaalseks põletustemperatuuriks loetakse tavaliselt 1200°C.[34] Liiga kõrge temperatuuri juures muutub tellis rabedaks, mis tuleneb savis oleva kvartsi omadustest.[35] Kuna tellise mõõtmeid mõjutab temperatuur, siis peab ka jahtumine toimuma aeglaselt. Liiga kiire jahtumisega kaasnevad pinged ning tellisesse tekivad praod.[36]

2.2. Sooldumine

Soolad satuvad tellistesse saviga, mördist, maapinnast ja saastunud õhuga, seinas on soolad veega seotult, esinedes lahustena. Soolad põhjustavad telliste pealmise kihi murenemist, tekitavad seina pinnale valget sadet ning aitavad kaasa telliste niiskeks muutumisele. Tavaliselt on telliste suurimateks kahjutajateks sulfaadid (SO_4^{-2}), samuti nitraadid (NO_3^-), nitritid (NO_2^-), karbonaadid (CO_3^{-2}) ning mere lähedal ka kloriidid (Cl^-).[37] Kui telliseid kasutada koos lubjakiviga, mis koosneb põhiliselt kaltsiumkarbonaadist ($CaCO_3$), tekivad tihti kahjustused. Kaltsiumkarbonaat reageerib sulfaatidega ning tekitab poore blokeerivad sooli.[38]

2.2.1. Soolade kristalliseerumine

Müüritises olev vesi aurustub vaid seina pinnalt, soolad, mis veega kaasa liiguvad, jäävad kas seina pinnale või pealmistesse kihtidesse. Kristalliseerumine toimub, kui tekib küllastunud lahus. Kristallidena on soola maht suurem kui lahustes. Kristallid avaldavad pooridele survet

[31] A.Veski, Tellise tootmine kolhoosis, lk 32.
[32] Samas, lk 49.
[33] Samas, lk 49–50.
[34] J. Ashurst, Brick, Terracotta and Earth, lk 47; K. Panu, Majatohter I osa, lk 88–89.
[35] M. Stock, Brickwork, lk 47.
[36] A. Veski, Tellise tootmine kolhoosis, lk 51.
[37] L. Franke, I. Schumann, Causes and Mechanisms of Decay of Historic Brick Buildings in Northen Germany, lk 29–33.
[38] M. Stock, Brickwork, lk 48–50.

ning tekitavad mehaanili kahjustusi. Soolade kristalliseerumine põhjustab pragude teket ning telliste purunemist helvesteks või liivastumist.[39]

Kristalliseerumisega kaasnevate kahjustuste suurus oleneb protsessi kiirusest. Kiire kristalliseerumise korral suureneb soola maht igas suunas võrdselt ja kahjustused on suuremad. Aeglase protsessi puhul, kus näiteks on väike niiskuse juurdepääs, toimub kritalliseerumine järk-järgult lähtuvalt pooride struktuurist. Tekivad vurre meenutavad peenikesed kristallid, mis avaldavad pooride seintele vähem survet ning seega ka kahjustavad vähem.[40]

Soolade kristalliseerumine muudab pooride struktuuri. Väikeste pooride arv tõuseb pidevalt, mis tõstab veeimavust ning ka veeauru imendumist. Soolad ei kristalliseeru ainult tellisstruktuuri pooridesse, vaid ka pinnale, tekitades valge, välimuselt hallitust meenutava karvase kihi. Pinnale kristalliseerumine ei ole tellistele eriti ohtlik, kuna ei too kaasa nii suuri pingeid.[41]

9. Soolade kristalliseerumine tellise pinnal Tartu toomkirikus.

2.2.2. Soolade kristalliseerumine ja suhteline õhuniiskus

Soolade kristalliseerumise ning suhtelise õhuniiskuse (RH) omavahelist suhet on uuritud peamiselt interjööridega seoses, kuna seal on võimalik õhuniiskuse taset mõjutada. Igal soolal on oma kriitiline suhtelise õhuniiskuse tase (RHeq). Kui õhuniiskuse tase on sellest suurem,

[39] E.N. Caner-Saltik, I. Schumann, L. Franke, Stages of Damage in the Structure of Brick Due to Salt Crystallization. Conservation of historic brick structures: case studies and reports of research, Eds N.S. Baer, S. Fitz, R.A. Livingston. Padstow: Donhead Publishing, 1998, lk 47–50.
[40] T. von Konow, Salt Deteration. The study of salt deterioration mechanisms: decay of brick walls influenced by interior climate changes, Ed T. von Konow. Helsinki: Suomenlinnan hoitokunta, 2002, lk 17.
[41] E.N. Caner-Saltik, I. Schumann, L. Franke, Stages of Damage in the Structure of Brick Due to Salt Crystallization, lk 50–56.

siis sool imab vett, kui väiksem, siis kristalliseerub. Katsed on aga näidanud, et müüritises olevaid sooli mõjutab suhtelise õhuniiskuse muutmine vähem kui vabalt olevaid sooli. Enamus soolade jaoks on RHeq vahemikus 60–70%. Katsed Soomes Suomenlinnas näitasid, et kui suhtelise õhuniiskuse tase on 55%, siis ei toimu peaaegu mingit soolade kristalliseerumist, kui siis ainult seina pinnal. Suurem kristalliseerumine telliste pealmises kihis algab uuesti 40% juures. Arvatakse, et põhjuseks on pooripindade elektrostaatiline laetus, mis ei lase sooladel kristalliseeruda.[42]

Märksa enam kahjustab interjööris seinu suhtelise õhuniiskuse tõus, ületades 80% piiri, tekib seintele kondensatsioonivesi, ehk seinas on rohkem niiskust kui õhus. Kondensatsiooni tekkimine on seotud soolade võimega niiskust imada. Kui suhteline õhuniiskus on üle soola RHeq, siis sool seob niiskust. Hetkeks, kui RH on 80% on enamus sooli seina pealmises kihis suutnud siduda nii palju niiskust, et need on muutunud vedelas olekus soolalahusteks. Kõrge RH tagab vähese aurustumise, mis lahuse hulka oluliselt vähendaks. Piisavalt suure lahuse koguse korral hakkab vedelikule mõjuma gravitatsioonijõud, kuna soola massile lisandub ka vee mass. Kui gravitatsioonijõud ületab tellise pinna ja soolalahuse vahelise pindjõu, on tulemuseks pinna pudenemine.[43]

2.2.3. Tellisstruktuuri kuivamiskäitumine

Enamus vett lahkub müüritisest kapillaarsüsteemi kaudu, tunduvalt väiksem osa difusiooni teel. Kui struktuuris on tekkinud kaltsiumkarbonaat, eraldub enamik vett difusiooni teel, tulemuseks on mitu korda pikem kuivamistsükkel. Kaltsiumkarbonaat on väga vähelahustuv sool ning blokeerib seega poore. Sellises olukorras tundub tellis väljast kuiv. Kui soolad blokeerivad poore, siis toimub muutus ka kapillaarsüsteemis, samas toimub müüritise märgumine peaaegu samal määral, kui ilma soolata. Piisab mõnesaja mikromeetri paksusest vähelahustuvate soolade kihist, et muuta tellise kuivamiskäitumist. Aeglasem kuivamine võib viia suuremate külmakahjustusteni. Suur niiskustase võib tõsta ka happeliste saastegaaside imendumist, mis taaskord suurendavad soolade kogust seinas.[44]

---

[42] D. Bionda, P. Storemry, Modelling the Behaviour of Salt Mixtures in Walls: A Case Study from Tenaillevon. The study of salt deterioration mechanisms: decay of brick walls influenced by interior climate changes, Ed T. von Konow. Helsinki: Suomenlinnan hoitokunta, 2002, lk 95–100.

[43] E. Wender, T. von Konow, Conclusions and Recommendations. The study of salt deterioration mechanisms: decay of brick walls influenced by interior climate changes, Ed T. von Konow. Helsinki: Suomenlinnan hoitokunta, 2002, lk 109–111.

[44] L. Franke, J. Grabau, Influence of Salt Content on the Drying Behavior of Brick. Conservation of historic brick structures: case studies and reports of research. Eds N.S. Baer, S. Fitz, R.A. Livingston. Padstow: Donhead Publishing, 1998, lk 63–67.

2.3. Külmakahjustused

Müüritist kahjustab jäätuv vesi. Jää tekkimine on samuti kristalliseerumisprotsess, mille käigus vee maht suureneb 9% võrra. Jää edasisel jahtumisel toimub mahu kahanemine. Pingeid suurendab ka tellise kahanemine külmas. Kahjustuste hulk oleneb külmumiskordade arvust ning vee hulgast müüritises, mitte külmaperioodi pikkusest. Jahtumine toimub kiiremini suurtes poorides, seega on väiksemate pooridega tellistes kahjustused väiksemad. Jäätumine purustab tellist seespoolt pinna poole. Tellised purunevad laastjate tükkidena. Kahjustuste ulatus oleneb sellest, kui sügaval ületab jää hüdrauliline surve tellise tõmbetugevuse. Laastude paksus ajaloolistel tellistel on tavaliselt 1–2 millimeetrit. Kriitiliseks jäätumissügavuseks loetakse 6–7 millimeetrit.[45]

2.4. Sobimatu sidematerjal

Mördi füüsikalised näitajad sõltuvad: elastsusest, soojuspaisumisest, mördi tugevusest, poorsusest ning veeimavusest.[46] Kõvade tsementmörtide kasutamine ajalooliste hoonete vuugiparandustes tekitab kahjustusi. Jäik tsementmört ei mängi kaasa tellise soojuspaisumisega, tulemuseks on kildudena lagunevad tellised, samas kui vuugid jäävad püsima.[47]

10. Liiga tugeva mördiga vuugitud tellised Otepääl.

Samuti võivad ebasobivad mördid mõjutada müüritises toimuvaid kristalliseerumisprotsesse. Näiteks portlandtsement viib müüritisse leeliselisi ioone, mis sooladega kokkupuutes moodustavad kristalliseerumisalteid sooli. Tulemuseks on tihenev kristalliseerumistsükkel ning suuremad mehaanilised kahjustused.[48]

[45] K. Panu, Majatohter I osa, lk 107–110.
[46] N.S. Baer, S. Fitz, R.A. Livingston, Introduction. Conservation of historic brick structures: case studies and reports of research. Eds N.S. Baer, S. Fitz, R.A. Livingston. Padstow: Donhead Publishing, 1998, lk 3.
[47] L. Franke, I. Schumann, Causes and Mechanisms of the Decay of Historic Brick Buildings in Northen Germany, lk 26.
[48] E.N. Caner-Saltik, I. Schumann, L. Franke, Stages of Damage in the Structure of Brick Due to Salt Crystallization, lk 50.

2.5. Biokahjustused

11. Tartu Jaani kiriku sammaldunud tellis.

Tellisstruktuuridel moodustavad kolooniaid vähesed elusorganismid. Kahjustused on enamasti pindmised ning väljenduvad tavaliselt värvimuutusena, mis võib kesta pikalt pärast organismide surma, kuid ei valmista srtuktuurile ohtu. Elusorganismide endi mõju on väike, pigem aitavad nad kaasa teiste kahjustuste (näiteks külmakahjustuste) süvenemisele.

Putuk- ja loomkahjustused ei ole tellistele iseloomulikud. Kolooniad kasvavad tavaliselt niisketes kohtades, nagu aknalaudade all, esiletungivate kaunistuste ning tarindite ühenduskohtades, parandamata pragudes, seinaosadel, mis on avatud juhuslikele vetele (ülejooksud või vihmaveetorude katkemiskohad).[49] Seega saab bioorganisme vältida, kui hoida madalat niiskuse taset.

[49]O. Guillitte, Bioreceptivity and Biodeterioration of Brick Structures. Conservation of historic brick structures: case studies and reports of research. Eds N.S. Baer, S. Fitz, R.A. Livingston. Padstow: Donhead Publishing, 1998, lk 72–82.

3. Konserveerimis-restaureerimismeetodid

Antud peatüki eesmärgiks on anda ülevaade tellisstruktuuride konserveerimisel ja restaureerimisel kasutatavatest meetoditest. Põhiline tähelepanu on suunatud niiskuse ja soolade eemaldamisele ning nende põhjustatud kahjustuste likvideerimisele.

3.1. Tellismüüri kuivendamine

Niiskusest tekkivate probleemide lahendamiseks, tuleb niiskusallikas likvideerida. Maapinnast tõusva niiskuse puhul annab parima tulemuse drenaaži paigutamine. Teisteks võimalusteks on kõrgkapillaarsete torude, keemilise või elektroosmoosse süsteemi paigutamine. Kui hoone on olnud pikalt kütmata, võib korraliku küttesüsteemiga tõsta aurustumise taset sedavõrd, et niiskus ei valmista enam probleeme.

3.1.1. Kõrgkapillaarsed torud

Tegu on väikeste savist valmistatud torudega, mis asetatakse eelnevalt puuritud aukudesse langemisnurgaga 10-15°. Torud läbivad kaht kolmandikku seina läbimõõdust. Esimesed katsed selliste torudega tehti 19. sajandil. Süsteemi ei ole siiani rahuldavalt tööle saadud, põhiliseks probleemiks on soolad, mis ummistavad torusid. Kuna süsteem töötab hästi lühiajaliselt, siis kasutatakse seda väljakuivamisprotsesi kontrollimiseks.[50]

3.1.2. Veekindel kiht müüritises

Ühe vuugivahe ulatuses viiakse müüritisse teisest materjalist kiht, mis ei lase niiskusel edasi liikuda. Selleks lõigatakse vuuk umbes poole meetri kõrguselt läbi ning paigaldatakse sinna kaitsekihiga kaetud metallist või polüetüleenist leht. Metallide kaitsekihid saavad tihtilugu kannatada ning hakkavad sooladega reageerima, polüetüleenist lehed peavad sooladele paremini vastu.

3.1.3. Kemikaalide sisseviimine

Eesmärgiks on saavutada maapinna lähedal terve müüritise paksuses vett hülgav tsoon. Sisse viidavad kemikaalid sisaldavad tavaliselt steariinhapet, orgaanilises lahustis silikooni lahuseid või vees lahustuvaid silikooni segusid, mis tardudes muutuvad vett hülgavaiks. Vesisilikoonide lahuseid viiakse tavaliselt seina tilgutisüsteemiga. Tavaliselt pumbatakse silkoonlahused ja silikooni lateksi segu seina surve all. Süsteemid nõuavad seintesse aukude puurimist. Nende edukus sõltub difusiooni ühtsusest seinas. Proovitud on ka lahustuvate

[50] J. Ashurst, Brick, Terracotta and Earth, lk 4–5.

silikoongraanulite asetamist puuritud aukudesse, mis liiguvad difusiooni jõul läbi seina ning tarduvad. Sellise lahenduse korral on peaprobleemiks, kuidas viia piisav kogus ainet, et tekiks efektiivne kiht.[51] Kemikaalide sisestamine ei ole pööratav protsess, mis muudab selle ajalooliste hoonete puhul väheatraktiivseks vahendiks.[52]

3.1.4. Elekroosmoosne süsteem

Antud süsteemi ei ole korralikult tööle saadud, kuid toimimise eeldused on niisketel müüridel olemas. Niisked seinad omavad elektrilist potentsiaali. Paigaldades seina ning maasse sarnastest metallidest elektroodid peaks nõrga alalise voolu tekitamisel olema võimalik positiivse laengu saanud vee molekuli suunamine negatiivse maaelektroodi poole.[53]

3.2. Soolakompressid

Pärast niiskustaseme alandamist on oluline eemaldada seinast võimalikult suur hulk sooli, mis seina jäädes reageerivad õhuniiskusega ning jätkavad kahjustuste tekitamist. Tavaliselt valmistatakse soolakompress savist. Esmalt puhastatakse sein pintsliga, seejäärel kastetakse puhta veega ning kaetakse peeneks jahvatatud saviga. Savi hoitakse teatud aja niiskena plastikkatte all. Seina kuivades kogunevad soolad savisse. Kuivanud savi kraabitakse seintelt. Protsessi korratakse mitmel korral.[54] Krohviga kaetavate pindade puhul kasutatakse ka poorset ohverkrohvi, mida iga paari aasta järel vahetatakse. Krohv kogub endasse sooli ning vähendab seega seinas olevate soolade kogust.[55]

[51] Samas, lk 8.
[52] K. Panu, Majatohter I osa, lk 98.
[53] J. Ashurst, Brick, Terracotta and Earth, lk 9; K. Panu, Majatohter I osa, lk 99.
[54] K. Panu, Majatohter I osa, lk 116.
[55] J. Ashurst, Stone masonry. Practical building conservation: English heritage technical handbook. Volume 1. Hants: Ashgate, 1998, lk 71.

12. Ohverkrohv. Tartu Jaani kirik, põhjakõrgsein 2012.

13. Sool ohverkrohvil. Tartu Jaani kirik 2012.

3.3. Vuukimine

Antud alapeatükk põhineb raamatul „Bick, Terracotta and Earth“.[56] Ajalooliste tellishoonete puhul on vuukidest mördi kadumine üks tüüpilisemaid kahjustusi. Vuukidest siduse kadumine suurendab ilmastiku kätte jäävat tellise pinda. Vuukimisega tuleb tegeleda ka telliste vahetamisel või uute pealistelliste asetamisel.

3.3.1. Ettevalmistused

Vuugid puhastatakse mördist, soovitatav sügavus on võrdne vuugi laiusega, kuid mitte vähem kui 25 millimeetrit. Vuuk puhastatakse lahtiolevatest tükkidest pintsliga ning uhutakse veega. Vuugi ääred võib katta kas teibi või lateksvärviga, et mört ei määriks telliseid. Pärast vuukide kuivamist tehakse uuesti märjaks, et olemasolev mört ega tellised ei imaks liigselt mördis olevat vett.

3.3.2. Vuukimine

Vuugi täitmiseks kasutatakse vahel kaht õhukest plastiklehte, mille vahele on asetatud mört. Mört peaks kahe lehe vahel moodustama poole sentimeetri paksuse kihi. Selline „võileib“ lükatakse niiskesse, puhtasse vuuki. Lehe ääred lükatakse avali, mörti surutakse spetsiaalse tööriistaga ning seejärel eemaldatakse kõigepealt üks leht, seejärel teine.

Teise variandina süstitakse mört kattekihi taha. Vuuk tihendatakse esmalt 3–5 millimeetri paksuselt mördiga. Seejärel süstitakse tühimikku mörti. Kattemörti tehakse augud, et jälgida mördi liikumist, ning lõksu jäänud õhk välja lasta.

[56] J. Ashurst, Brick, Terracotta and Earth, lk 31–40.

Vuukimiseks kasutatakse ka vuukimispüsse. Sobivad küll vaid laiemate vuukide täitmiseks. Vuukide täitmist alustatakse vuugi tagumisest otsast. Tekitab tellistele vähem plekke. Kasutatakse ka lihtsalt spaatli või väikese kelluga mördi vuuki surumist.

Pärast mördi kuivamist võidakse tugeva pintsliga üle käia, et jätta vanema vuugi ilmet. Mördijälgede puhastamiseks kasutatakse 10% vesinikkloriidi lahust, pärast korralikult loputades. Hapete lahused jätavad tellistele alati õrnalt valge kihi.

3.4. Telliste asendamine

14. Telliste asendamine.

Alapeatükk põhineb teosel „Bick, Terracotta and Earth“.[57] Levinuim müüritise parandamise viis on telliste asendamine. Asendustellised peaksid olema alsetega sarnased nii suuruse, värvi kui ka tekstuuri poolest. Mõningatel juhtudel on ka vaja spetsiaalselt kohasobivaid telliseid toota. Võimalusel kasutatakse vanu, niinimetatud teise ringi telliseid. Harvadel juhtudel, kui tellise pealispind on kahjustunud, tagumine külg aga mitte, kasutatakse telliste ümber pööramist

Asendamist vajav tellis lõigatakse müüritisest välja. Puhastatakse nii müüritisse jääv auk kui ka tellis. Kõva mördi eemaldamiseks kasutatakse 10% vesinikkloriidhappe lahust. Enne happega töötlemist tellis niisutatakse ning hiljem pestakse puhta veega. Tellis asetatakse mördiga ettevalmistatud sügavikku ning seejärel vuugitakse. Asendustelliste puhul on soovitatav jätta nad loomuliku vananemise hooleks. Vahel kasutatakse ühtlase pildi saamiseks tahmapesu. Tahma ja vee segu jäetakse tellistele üheks ööks ning pärast pestakse maha, või kantakse peale lahjendatud värvilahust.

3.4.1. Telliselaastud

Mõnikord ei asendata tervet tellist vaid asetatakse vana tellise peale nii öelda fassaad. Tegu on umbes 25 millimeetri paksuste tellistega. Õhemaid laaste saadakse tellise lõikumisel.

[57] J. Ashurst, Brick, Terracotta and Earth, lk 51–56.

Laast asetatakse enne mördist ettevalmistatud auku. Kinnitamisel kasutatakse aeg-ajalt ka klambreid. Õõnsus peab olema korrapärase kujuga, puhas ning kasutatud müüritisega kokku sobivat mörti. Sellist lahendust kasutatakse tavaliselt üksikutel tellistel.

3.4.2. Dekoratiivtellised

Dekoratiivtelliseid tuleks müüritisest eemaldada vaid tungival vajadusel, näiteks varisemisohu korral. Selliste telliste eemaldamine käib ülima ettevaatlikusega. Vuugi ääred võib üle tõmmata lateksvärviga, mida saab pärast ettevaatlikult eemaldada. Vajadusel tehakse koopia. Mustrilise lao või polükroomsete telliste puhul on eriti tähtis võimalikult sarnaste asendustelliste leidmine.

3.4.3. Parandused mördiga

Tegu on hoone esteetilist ilmet kahjustava parandus-viisiga, mida kasutatakse majanduslikel kaalutlustel. Antud juhul täidetakse lagunenud kohad mördiga. Tihti tõmmatakse laiadesse mördialadesse triibud, et markeerida tellislao algset olekut. Sellisteks parandusteks on parim kasutada tugeva värviga sõmerat liiva. Enne mördiparandusi õõnsused puhastatakse. Iga tellise ümbrust tuleks eraldi töödelda ning iga õõnsus enne mördiga täitmist niisutada.

15. Näide tellismüüri parandamisest mördiga.

3.5. Praod

Alapeatükk põhineb raamatul „Brick, Terracotta and Earth“.[58] Pragudega tegeledes on neli erinevat lähenemisviisi, mis olenevad pragude suurusest, arenguastmest ning aktiivsusest. Variantideks on jätta olukord nii nagu on, tellised välja lõigata ning uuesti vuukida, siduda ning vuukida või äärmisel vajadusel lammutada ning uuesti laduda.

Prao võib puutumata jätta, kui tegu on vana praoga, mis ei arene edasi ning kui niiskus ei liigu pragudest sisse. Telliste eemaldamist ning uuesti vuukimist kasutatakse, kui praod nõrgestavad ehitist või aitavad kaasa niiskuskahjustuste tekkele. Prao ümbruse tellised lõigatakse välja ning asetatakse tagasi. Kui pragu läheb läbi tellise, siis see asendatakse.

[58] J. Ashurst, Brick, Terracotta and Earth, lk 56–58.

Kohapealset ankrutega sidumist kasutatakse objekti stabiliseerimiseks. Pragunenud tellised asendatakse, vuukimine toimub käsikrohviga, tambitakse kõvasti või kasutatakse mörti, kuhu on lisatud elastseid lisaaineid. Kui pragunemine toimub kahes suunas, kasutatakse vahel sidumiseks ka tsementi. Sellisel juhul tellis õõnestatakse, pannakse sellesse sidematerjal, tellised pannakse täpselt samasse asendisse tagasi. Teiseks sidumise variandiks on armatuuri kasutamine. Vuukide ühendustesse paigutatakse roostevabast terasest võrk või traat.

Lammutamise ja uuesti ladumise kasuks otsustatakse, kui muud võimalsust ei ole. Soovitatav on tellised nummerdada ning samasse kohta tagasi asetada.

II osa

4. Keskaegsete tellisehitiste restaureerimie Eestis

4.1. Sissejuhatav osa

Antud peatükk annab ülevaate Eesti keskaegsete savitellisehitiste restaureerimistehnoloogiatest ja –filosoofia muutumisest läbi aja. Esimesed andmed erinevatest restaureerimistest jäävad 19. sajandisse, enamik dokumenteeritud restaureerimisi aga 20. sajandisse. Näidisobjektideks, läbi mille tellisehitiste restaureerimisele keskendutakse, on viis keskaegset ehitist. Kaks neist on üleni tellistest: Tartu Jaani kirik ja Tartu toomkiriku varemed, kolm aga segaehitised: Vastseliina, Otepää ja Viljandi linnused. Kõik objektid on mingi perioodi olnud varemetes, vaid Jaani kirik on varemetest täielikult ja toomkirik osaliselt üles ehitatud. Ülejäänud on oma algse funktsiooni kunagi minetanud ning jäänud varemetesse. Järgnevalt antakse lühiülevaate iga objekti ajaloost ning tuuakse välja nende olulisimad restaureerimised.

4.1.1. Tartu Jaani kirik

Tartu Jaani kirik on pühendatud ristija Johannesele. Esimest korda mainitakse kirikut kirrjalikes allikates 1323. aastal. Kirik on kolmelööviline viie traveega basiilika, millega liitub piklik ühelööviline polügonaalse lõpmikuga koor. Ehitusaegsetest muudatustest tuleneb kesklöövi trapetsiaalne kuju. 14. sajandi teisel poolel valmis läänetorn, mille ülaosa pärineb 18. sajandist. Kirik sai kannatada II maailmasõjas (1944. aastal) ning oli pärast seda pea pool sajandit varemeis.[59] Kiriku muudavad erakordseks ning eriti väärtuslikud dekoreerimiseks kasutatud terrakotaskulptuurid, mida on säilinud rohkem kui ülejäänud Euroopas kokku. 14. sajandist pärit tellised on mõõtudega 29,5–32x13,5–16x6–10,7 sentimeetrit.[60]

16. Tartu Jaani kirik pärast II maailmasõda.

[59] K. Alttoa, Eesti arhitektuur 4. Tartumaa, Jõgevamaa, Valgamaa, Võrumaa, Põlvamaa. Toim V. Raam. Tallinn: Valgus, 1999, lk 23.
[60] MKA, s P-2004, lk 26

17. Vaade Jaani kirikule 20. sajandi algul.

18. Vaade Jaani kirikule 2012. aastal.

Restaureerimised: [61]

- 1832–1833. Kirikus toimusid rekonstrueerimistööd, mida juhatas G. F.W. Geist. Hävitati originaalseid interjööridetaile, suurendati aknaid ning kooriruumi ja kesklöövi lagi kaeti peegelvõlviga.
- 1899–1904. Fassaaditöid juhatas W. Bockslaff. Taastati kiriku keskaegset ilmet: taastati puhasvuukiviimistlus, avati suletud aknaid, asendati telliseid, eksponeeriti taas terrakotaskulptuure. Eksterjööri kahjustunud skulptuurid asendati koopiatega.
- 1930. aastatel likvideeriti torni vajumispraod ja restaureeriti peaportaali vimperg.
- 1954–1958. Konserveerimistööd varemetes. Tegeleti müüride kindlustamise, katustamise ja peaportaali vimpergiga. Töid juhatas Olev Prints.
- 1991–2005. Varemetest rajati taas kirik. Arhitekt U. Tiirmaa.

[61] K. Alttoa, Eesti kirikud III. Tartu Jaani kirik. Tallinn: Muinsuskaitseamet, 2011, lk 59–71.

4.1.2. Tartu toomkirk

Peetrusele ja Paulusele pühendatud Tartu Toomkirik oli Tartu piiskopkonna peakirik, mis rajati 13. sajandi teisel poolel. Enne pikihoone lõpliku valmimist 14. sajandil laiendati mõlemat külglöövi kabelilöövide võrra. Kirik valmis basiilikana. Kirik valmis seega viielöövilise ja kaheksatraveelisena. Koori hakati rajama basilikaalsena, kuid 1470. aastaiks rekonstrueeriti see kodakooriks. 15.–16. sajandi vahetusel valmisid läänetornid, mille ehitusmeister tegutses arvatavasti ka Vastseliina linnuses. 16. sajandi lõpus jäi kirik varemetesse. Seoses 1760. aastate kindlustustöödega lammutati tornide ülaosa.[62] Toomkirikus 13. sajandil kasutatud tellised olid mõõduga 28,8–31,5x13–15x8–10. 15 sajandil kasutati telliseid mõõtudega 29–33,3x14–17,5x8–10,5 sentimeetrit.[63]

19. 1920. aastate õhvaade Tartu toomkiriku varemetele.

20. Vaade Tartu toomkiriku varemetele, 2012.

Restaureerimised:

- 1803–1806. Varemete kooriosa rekonstrueeriti J. W. Krause projekti järgi raamatukoguks.[64]
- 1889. Põhjatorni rajati veevarustussüsteemi veepaak koos veetorustiku šahtiga, lõunatorni I korrus võeti majandusruumina kasutusele. Korrastati varemeid.[65]
- 1927-1928. Põhjaküljele rajati juurdeehitus, likvideeriti sissepääs kesklöövist ning viidi üle lõunaküljele, kus on praeguseni.[66]
- 1930. aastatel konserveeriti pikihoone müüripealseid.[67]

[62] K. Altoa, Eesti arhitektuur 4, lk 57.
[63] MKA, s P-2004, lk 49.
[64] A. Ormisson-Lahe, Johann Wilhelm Krause 1757-1828 : kataloog 3. Linnaehitajana Tartus. Tallinn: Eesti Keele Sihtasutus, 2011, lk 108.
[65] Tartu Toomiriku varemete konserveerimise ettepanekud. MKA, s P-6942, lk 5.
[66] TRÜ ajaloo- ja teadusloo muuseumi projekteerimise eritingimused ja lahteülesande täpsustamine. MKA, s A-444, lk 4-5.

- 1960. aastate algus. Restaureeriti kesklöövi lõunapoolne kõrgsein ning lõunakabelilöövi säilinud ristseinad.[68]
- 1973. Restaureeriti torne.[69]
- 2001–2008. Restaureeriti pikihoone müüritist ja torne. Tornidele rajati vaateplatvormid.[70]

4.1.3. Viljandi ordulinnus

Linnus paiknes kolmel järsunõlvalisel kõrgendikul. 1224. aastal asuti lõunapoolsele kõrgendikule muinaslinnuse kohale kivilinnust rajama. 13.–14. sajandi vahetuseks oli tegu Vana-Liivimaa suurima konvendihoonega. 15. sajandi keskel rekonstrueeriti konvendihoonet tulenevalt tulirelvade kasutuselevõtust. Linnusel oli ulatuslik eeskaitsesüsteem. Linnus sai kannatada Liivisõjas, kus erinevad vallutajad seda jõudumööda parandasid. Lõplikult purustati ordulinnuslinnus Põhjasõjas. Linnus on rajatud maakivist ning tellistest.[71] Viljandi puhul kasutati keskajal tellised, mille mõõdud olid 29–32x13,5–15x8–9 sentimeetrit.[72]

21. Viljandi ordulinnuse konvendihoone läänesein 1958. aastal.

22. Viljandi ordulinnuse konvendihoone läänesein 2012. aastal.

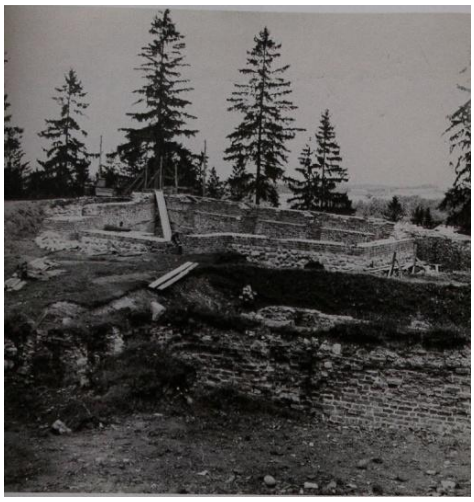
[67] Tartu toomkiriku varemete tehnilise seisukord ja ettepanekud remont-restaureerimistöödeks. MKA, s P-198, lk 9.
[68] Tartu Toomkiriku konserveerimisettepanek. MKA, s P-1613, lk 3.
[69] MKA, s P-6942, lk 7.
[70] Tartu Toomkiriku varemete konserveerimise VI etapi tööde üleandmise dokumentatsioon ja aruanne. Tartu linnavalitsuse kultuuriväärtuste talituse arhiiv, pag.
[71] K. Altoa, Eesti arhitektuur 2. Läänemaa, Saaremaa, Hiiumaa, Pärnumaa, Viljandimaa. Toim V. Raam. Tallinn: Valgus, 1996, lk 165.
[72] MKA, s P-2004, lk 45.

Restaureerimised:

- 1970–1980. aastad restaureeriti konvendihoone idatiiba,[73] tegeleti väravahoonega. Töid juhatas O. Maasi.[74]
- Alates 1996. aastast on varemete juures tegutsenud peamiselt AS Restor. Restaureeritud on konvendihoonet kui esimest eeslinnust.[75]

4.1.4. Otepää piiskopilinnus

Kivilinnuse rajamist eestlaste linnamäele alustati 1224. aastal, mil Otepää oli lühikest aega Tartu piiskopkonna keskuseks. Linnus asub kaheastmelisena looduslikel astangutel. Tegu on Lõuna-Eesti esimese kivi- ning ühtlasi ka vanima tellsehitisega. Müüride alaosa on laotud poola seotises, mida on 13. sajandil Eestis kasutatud vaid Tartu Toomkiriku esimeses ehitusetapis. Arvatavasti purustati linnus juba 1396. aastal ning jäi sellest ajast varemeisse.[76] Otepääl olid keskajal kasutusel tellised mõõtudega 32x14,5x9 sentimeetrit.[77]



23. Vaade linnusevaremetele 1961.

24. Vaade linnusevaremetele 2006.

Restaureerimised:

- 1960–1962. Toimusid restaureerimised põhiliselt O. Printsi juhtimisel.[78]
- 2011.aastal puhastadi müüritist uuesti välja, kaeti kilega.[79]

[73] Viljandi ordulinnuse konserveerimistööd. MKA, s A-8065, lk 4.
[74] Viljandi ordulinnuse konserveerimise ja tustamise muinsuskaistse eritingimused. MKA, s A-5118, lk 3.
[75] Intervjuu M. Keskkülaga 04.V.2011.Lindistus autori valduses ja töö lisas.
[76] K. Altoa, Eesti arhitektuur 4, lk 131–132.
[77] MKA, s P-2004, lk 46.
[78] Otepää piiskopilinnuse varemete 1961. a. konserveerimis- (ja uurimis-)tööde aruanne. MKA, s P-394, lk 3.
[79] Intervjuu M. Keskkülaga.

4.1.5. Vastseliina piiskopilinnus

Vana-Liivimaa ja Pihkva kaubatee äärse piirilinnuse rajamine jääb 14. sajandi teise poolde. Valmimisjärgselt peeti seda Liivimaa tugevaimaks. Linnus asetses jõega piiratud neemikul, lõunaküljele rajati tehislik vallikraav, seda ümbritsesid kaks kaitsemüüri. Linnuse pidev täiendamine kestis ilmselt Liivi sõja puhkemiseni, ehitusmaterjalidena kasutati tellist, maakivi, lubjakivi ja paasi.[80] 16. sajandi lõpul korrastasid linnust poolakad, 17. sajandi teisel poolel tegid rootslased linnuse rekonstrueerimise plaane, kuid need jäid Põhjasõja puhkemise tõttu realiseerimata.[81] Vastseliine linnuse juures ei ole telliste suuri mõõdetud.

25. Vastseliina linnuse varemed 1934. aastal.

26. Vastseliina ordulinnuse varemed 2012. aastal.

Restaureerimised:

- 1960–1961. Kagutorni restaureerimine.[82]
- 2004. Konserveeriti ja katustati kirdetorn.[83]

4.2. Kahjustused ja nende põhjused Eesti keskaegsetel tellisehitistel.

Liigniiskus on tellisehitiste suurim vaenlane. Varemetesse jäänud ehitistel on niiskuskahjustuste osakaal eriti suur, kuna need on rohkem ilmastiku mõjutada, kui katustatud objektid. 1959. aastal kirjeldati Tartu toomkirikute varemete seisukorda, tuues välja, et müüritise pealispinnad on kõikjal kahjustunud. Tõdeti, et ilmastikule kõige kättesaadavamates kohtades on kahjustused suurimad. Üldiselt olid suuremad kahjustused

[80] Vastseliina piiskopilinnuse ajalooline õiend. MKA, s A-1650, lk 19–20.
[81] K. Altoa, Eesti arhitektuur 4, lk 160–161.
[82] Vastseliina piiskopilinnuse kagutorni muinsuskaitselised eritingimused, uuringud koos tehnoloogiliste nõuetega põhiprojekti koostamiseks. MKA, s P-15300, lk 37–46.
[83] Vastseliina piiskopilinnuse varemete nurgatorni katustamise- ja vahelagede põhiprojekt. MKA, s P-15928, lk 3.

kahe-kolme tellise paksused, müüride ülaosas olid kahjustused osa viie kuni seitsme tellise paksune ja umbes ühe tellise sügavusega.[84]

Sademete meelevallas olek suurendab ka mördi ära uhtumist vuukidest, tekitades nõnda lõpuks ka varisemisohtlike olukordi, nagu võis näha 2002. aastal Vastseliina piiskopilinnuse kirdetorni juures (vt ill 27) Sademete tulemusel muutuvad müüritise pealsed kumeraks. Mida on hetkel võimalik näha nii Viljandi (vt ill 28) kui ka Vastseliina linnuse juures. Liigniiskusega on otseselt seotud külmakahjustused: mida suurem on niiskuse tase tellises, seda suurem on külmumisel purunemise oht. Külmakahjustusi esineb kõigil vaadeldavatel objektidel.

27. Vastseliina linnuse kirdetorni varisemisohtlik müüritise osa. 2002. aastal.

28. Pealt ümaraks kulunud müüritis Viljandi ordulinnuses. 2012. aastal.

Soolkahjustusi, mis on üldiselt tellisehitistele väga tüüpilised (vt ptk 2.2), on Eesti keskaegsete tellisehitiste puhul suhteliselt vähe dokumenteeritud. Olukorras, kus objekt on varemeis ning pidevalt sademete poolt mõjutatavad, esineb soolkajustusi vähem, kuna müüritist niisutatakse pidevalt, lahjendades soollahust ja pestes maha seina pinnale kristalliseerunud soolad. Teisalt ei ole Eestis soolade probleemiga väga palju tegeletud ega uuritud, kui palju just soolad varemeis ehitisi kahjustavad.

Paradoksaalsel moel on Eesti keskaegseid tellisehitisi oluliselt kahjustanud seal tehtud restaureerimistööd. Mälestistele kahjulikult mõjunud restaureerimistes on suures osas süüdi teadmatus materjalide omadustest. Kahjustavalt mõjuvad nii valedel alustel tehtud arheoloogilised kaevamised kui kasutatud sobimatud materjalid. Pea terve 20. sajandi jooksul on probleemiks olnud tugeva tsementmördi kasutamisest tekkivad kahjustused. Tugevat mörti kasutati kõikidel objektidel ja seda peeti konserveerivaks. Otepäält pärineb näide müüritise valesti ülesehitamisest. Vareme seinad olid varem ülesehitatud maakivist sisemuse

[84] MKA, s P-198, lk 8–29.

ja pooleteise kivi paksuse tellistest „mantlina“. Uus „mantel“ laoti poole tellise paksune ilma sidekivideta, sisemine osa taastati puttbetooni põhimõttel.[85] Lagunemise põhjustasid müüri liiga tugev sisekiht ja mördi jäikus, mis ei „mänginud“ tellistega kaasa. Samas ka müüritist ühtseks muutvate sidekivide puudumine.

Varemetega ümber käimise juures on üheks oluliseks aspektiks korralikud arheoloogilised kaevamised. Arheoloogiliste kaevamiste juures on suurimaks probleemiks olnud, et uuringutele ei järgne korralikku dokumetantsiooni ega konserveerimist. Esimesed arheoloogilised kaevamised olid kantud rahvusromantikast ning mineviku suuremast väärtustamisest. Samas pälvis tähelepanu vaid kaevamistelt saadud informatsioon, mitte ajaloolise substantsi säilitamine. Vastseliinas kaevati linnuseplatoo keskosas asunud peatorni alaosa välja 1888. aastal. Tollal ei tehtud mingeid konserveerivaid töid ning nüüdseks on müüristik edasi lagununud ning taas osaliselt kultuurkihiga kattunud.[86] Viljandi ordulinnuse arheoloogilistest kaevamistest on teada kolm episoodi, kus puudusid pea igasugune dokumetantsioon. Esimesed neist toimusid 1878. aastal T. Schiemanni juhtimisel. Väidetavalt ei ole miski pärast Põhjasõda mõjunud varemetele hävitavamalt kui see varemete uurimine ja 30 jala (u 9 meetri) paksuse rusukihi eemaldamine. Järgnevalt kaevati 1889. ja 1939. aastal tegutses varemete juures A. Tuulse.[87]

Arheoloogiliste väljakaevamiste puhul peab tööde lõik olema piisavalt kompaktne, et seda jõutaks vahetult konserveerida. Poorsetest materjalidest müüre tohib välja puhastada üksnes nii, et pinnas müüri mõlemal küljel oleks samal tasandil, kuna muidu suurendatakse niiskusega pidevalt kokkupuutes oleva pinna suurust ning vähendatakse aurustumispinda.[88] Tulemuseks on ühe lõigu tunduvalt intensiivsem häving soola ja külmakahjustuste tagajärjel. 1960. aastate algul ei järgitud seda printsiipi Otepää piiskopi linnuse juures. 50 aastaga hävis sellises olukorras suur osa nn kabelihoone originaalmüüritisest (vt ill 24–25).[89]

4.3. Eesti keskaegsete tellisehitiste restaureerimine

Eesti keskaegsete tellisehitiste restaureerimisel on põhilisteks töödeks olnud telliste asendamine ja vuukimine vajalikes kohtades. Tellised raiutakse müüritisest välja, auk

[85] Otepäää piiskopilinnuse varemee 1960. a konserveerimistööde aruanne. MKA, s P-393, lk 26.
[86] Vastseliina piiskopilinnuse ajalooline õiend. MKA, s A-1650, lk 20–21.
[87] Viljandi ordulinnuse ajalooline õiend. MKA, s A-1074, lk 6–10.
[88] Otepää linnnuse varemed. Muinsuskaitse eritingimused Otepää linnuse esimese etapi konserveerimis- ja korrastustöödeks. MKA, s A-6699, lk 13–14.
[89] Otepää linnuse varemed. Otepää linnuse varemete tehnilise seisundi hinnang. Esimese etapi konserveerimis- ja korrastustööre põhiprojekt. MKA, s P-13595, lk 5–6.

puhastatakse, asetatakse uus tellis uue mördiga taas seina. Tellismüüri konserveerimisel puhastatakse esmalt müüritis, uhutakse puhta veega, vuugitakse, vajadusel niisutatakse. Üldiselt sarnaneb protsess teooriatega, mida käsitleti peatükis 3.3. Samas tuleb välja tuua, et Eestis kasutatakse vaid kõige lihtsamat käsitsi vuukimise meetodit. Selle juurde on jäädud, kuna see on lihtsaim ning kindlaim moodus.[90]

4.3.1. Vuukimine ja kasutatud vuugimördid

Ajalooliste müüritiste puhul toimub kogu vuukimistöö käsitsi. Kui vuuke puhastada, siis tuleb jälgida, et tellis jääks endiselt kindlalt mördi sisse. Kui tellis kuskilt liigub, siis nake tellise ja mördi vahel kaob ning see tuleb uuesti müürida. Vuukimisel kasutatakse põhiliselt kahte vuukimistehnikat: kas konserveerivat tasavuuki või alumise tellise poole kaldu olevat vuuki, et tagada vee parem äravool müüritiselt. Vuugid pestakse puhtaks survepesuga. [91]

Erinevatel aegadel on kasutatud erinevaid mördisegusid. Uuringud näitavad, et keskaegne lubimört võis olla lausa suhtega 1:1.[92] Tänapäeval kasutatakse enamasti lubimördisegusid suhtega 1:3 või nõrku tsementmörte. Konserveerimises sai segamördi kasutamine populaarseks juba 19. sajandi lõpul. Tsementmördi kasutusele võtu eelduseks oli selle kättesaadavus. Tsement muutus Eestis laialdaselt kasutatavaks pärast 1871. aastat, mil rajati Kunda tsemenditehas.[93] Kunda tsemenditehas laienes pidevalt ning suurendas oma toodangut 20. sajandi alguseks oli see umbes 20 000 tonni aastas.[94] Nõnda suur toodangu kasv näitab, et uut materjali peeti heaks. Tsemendi kasutamist ei peljatud ka ajalooliste hoonete puhul. Segamörti kasutati kindlasti juba 1889. aastal, kui rajati Tartu toomkiriku põhjatorni veevarustussüsteemi veepaak ja tehti ka üksikuid müüriparandusi.[95] 1959. aastal oli tehtud tööd hästi säilinud.[96] Järgneval Eesti Vabariigi perioodil kasutati valdavalt segamörte, 1950.–1960. aastatel aga üldiselt tsementmörti (toomkiriku varemed,[97] Otepää,[98] Tartu Jaani kirik[99]). Hilisemal ajal jõuti taas segamörtideni ning sajandivahetusest alates on keskaegseid tellismüüre konserveeritud lubimördi või väga nõrga segamördiga.

---

[90] Intervjuu M. Keskkülaga.
[91] Intervjuu M. Kekskülaga.
[92] MKA, s P-15300, lk 39.
[93] Karma, O. Punane Kunda 1870. Tallinn, 1968, lk 6–7.
[94] Samas, lk 26.
[95] MKA, s P-6942, lk 5.
[96] MKA, s P-198, lk 9.
[97] MKA, s P-355, lk 9–10.
[98] Otepäää piiskopilinnuse varemee 1960. a konserveerimistööde aruanne P-393, lk 26.
[99] K. Alttoa, Tartu Jaani kirik, lk 66.

Viimase 20. aasta restaureerimispraktikad rõhuvad ka aina enam laborkatsetele. Nõnda jõuti 2000. aastate algul Tartu toomkiriku varemete juures kahe lubi-liiva mördini. Müüride taasladumiseks kasutati mörti suhtega 1:4, võlvide juures jäädi 1:3 suhtega segu juurde. Segus kasutatava liiva valikuks võeti proove kolmest-neljast karjäärist. Liiv pidi olema sõmer, tera

diameeter kuni 4 millimeetrit. Pärast TTÜ-s tehtud katseid otsustati Kurepalu karjäärist saadava liiva kasuks ja kasutati Lümandu lubjapastat. Kasutatava lubimördi tugevuse määramiseks võeti proovikuubikud, mis katsetati Tartu Betoonitehases. Osalt on jäädud ajalooliste ehitusmeistrite nippide juurde. Et välja selgitada, kas nake telliste vahel on piisav, kasutati Venemaal 1914. aastal välja antud müüriladumise õpikust pärinevat meetodit. Selleks laoti üksteise peale järjestikku kividest tulp 8 kiviga ja lasti 3 päeva seista. Nake loeti piisavaks, kui pealmisest kihist kinni võtta sai tõsta tervet müüriladu.[100]

29. Mördi nakke katsetamine Tartu toomkiriku juures 2001. aastal.

Viljandi ordulinnuse puhul on mördikasutuselt jõutud lubitsementmördini, kus tsemendisisaldus on kuni 10%. M. Keskküla sõnul tuleneb see varemete omadusest ning asjaolust, et külmad müürid vajavad tugevamat mörti. Viljandi puhul on suureks probleemiks ka varemetel ronimine ning tsemendi lisamine annab müüridele parema vastupidavuse.[101]

Ajalooliste hoonete uuesti vuukimise juures on üheks probleemiks liiga hele vuugimört, mis üldisest pildis silma torkab. Pärast Tartu toomkiriku varemete lõunakõrgseina vuukimise lõpetamist, tehti järgmisi töid silmas pidades ettekirjutus. Edaspidiseks nähti ette kitsamad vuugid ning katsetused värvitooniga, kuna uus valge mört paistis vana keskel liiga silma.[102]

[100] Tartu Toomkiriku konserveerimistööde vahearuanne. MKA, s A-6019, lk 4.
[101] Intervjuu M. Keskülaga.
[102] Tartu Tookiriku varemete põhjalöövi võlvikute ja põhja kõrgseina konserveerimistööd. MKA, s A-8147, lk 106.

Viljandi ordulinnuses on viimastel aastatel mörti telliskivipuru lisatud. Laboriuuringud on näidanud, et tellisepuru oli keskajal mörtides kasutatusel mitmel pool, näiteks ka Padise kloostris. Tellisepuru annab mördile roosaka tooni ja muudab mörti tugevamaks, suurendab vuugi võimet niiskust siduda ning välja anda ning aitab kaasa kivistumisprotsessile. Viljandis katsetati sobivama tooni saamiseks ka mördi sisse söe segamist.[103]

4.3.2. Telliste asendamine

Tellismüüritiste restaureerimis juures on tihtilugu probleemiks, milliste tellistega parandused teha. Keskaegsete telliste mõõdud on piisavalt erinevad tänapäevastest, samas on probleemiks ka uute telliste läikiv pind, mis suuremate paranduste korral võõrkehana näib. Telliste asendamise juures on põhimõtteliselt kaks erinevat lähenemist, kas asendustööga imiteerida vana või teha asendused uue materjaliga. Imiteerimiva lähenemise juures on võimalus asendused teha kas uue või vana materjaliga. Üldiselt on asendusi tehtud uute tellistega, mis on järginud originaalide mõõtusid. 20. sajandi algupoolel tehti parandusi ka täiesti uuemõõduliste tellistega (Tartu toomkirik), kuni 1980. aastateni kasutati või plaaniti kasutada aeg-ajalt ka betoonblokkidest (Tartu Jaani kirik) või tsementsegust (Tartu toomkirik) asendusmaterjali. Põhjuseks võis olla muu sobiva materjali defitsiitsus ning halb kvaliteet. Mida lähemale 21. sajandile seda enam on proovitud originaalilähedasi või vanu telliseid kasutada, pöördudes aina enam imiteeriva lähenemise poole. K. Alttoa nimetas nõukogude aegset käitumist toonasele põlvkonnale omaseks nähtuseks, kus räägitakse hoolega Veneetsia hartast, kuid tegutsema hakates on näha, et tegu on Viollet la Duci lapselastega.[104]

Olukorras, kus on vaja mõnd müüriosa uuesti üles laduda on kaks erinevat lähenemist. Võimalik on uus müüriosa üles laduda originaalseotist järgides, teine võimalus on see teha uue seotisega, millega tihtilugu seostatakse ka tavamõõtudes telliste kasutamist. Enamikel kordadel peetakse oluliseks täiesti uute müüriosade juures uue seotise sissetoomist, samas kui vana müüri ülesladumisel aga eelneva kopeerimist.

Uute osade kopeeriva iseloomu vastu oldi juba 1962. aastal Tartu toomkiriku varemete konserveerimiskava juures. Nähes ette, et kui on vaja müüritist uuesti laduda, siis tuleb sein laduda vanaformaadiliste tellistega. Seotises peeti aga oluliseks vana seotise välimust, ladudes kive poole tellise pikkuse nihkega, nõnda et iga teise kihi vuugid oleksid kohakuti.

[103] Intervjuu M. Keskkülaga.
[104] Intervjuu K. Alttoaga. 08.V.2012. Lindistus autori valduses ja töö lisas.

Pinnaga risti olevaid sidekive ei nähtud ette, plaanis oli kasutada ankruid. Varasemates plaanides eelistati kopeerivat lahendust,[105] tundub, et sellest ei loobutud mitte nii väga restaureerimisfilosoofiast lähtuvalt, vaid kuna töömehed ei olnud võimelised müürimustrit imiteerima. Uute konstruktsioonide puhul taunisid M. Kesküla ja K. Alttoa ka 2005. aastal vana imiteerimist nii telliste suuruses kui ka müürikirjas. Selliseks halvaks näiteks pidasid Tartu toomkiriku pikihoone põhjaseina, kus toestamiseks laotud uus müüritis.[106]

30. Heleda mördiga vuugitud asendustellised Tartu toomkirikus.

31. Originaali imiteeriv tugikaar Tartu toomkirikus.

Üksikute telliste vahetamisel üritatakse enamasti algsetele tellistele võimalikult sarnase mõõduga aluskive leida. Vastasel juhul kulub kas liiga palju mörti või tuleb hakata telliseid parajaks raiuma. Juba 1899–1904. aastani Tartu Jaani kirikus tehtud fassaaditööde ajal muretseti asendustellised eritellimusel. Profiiltellised valmitati Ilmatsalus ja suureformaadilised vormikivid H. Sturmi savitööstuses Tartus. Peaportaali vimperg, kontraforsid, akende veelauad ja põhjakülje vahesimss kaeti glasuurkividega. Glasuurkivid telliti esimesel korral Riiast, kuid need lagunesid ühe talvega ning tuli taaskord asendada. Uued glasuurkivid telliti Saksamaalt Ullesdorfi tellisetehasest. Üldiselt läheneti minevikuaustusega, kuid samas kaeti sokkel 10-15 cm paksuste graniidist plaatidega ning kaeti glasuurimata S-kujuliste profiilkividega, kuigi algne oli glasuuritud tellistest.[107] Originaalsed glasuurtellised on mõnes üksikus kohas säilinud ning ka eksponeeritud, näiteks mõlemal pool peaportaali kõrval. Hetkel Jaani kiriku juures näha olevad tumedama pinnaga glasuurtellised pärinevad Bocslaffi restaureerimise ajast, uuemad ja heledamad 2002. aastast (vt ill 32), mil need paigaldati põhja- ja lõunakõrgseina valgmiku akende alla

[105] MKA, s P-355, lk 2–9.
[106] Viljandi ordulinnuse konserveerimise ja tustamise muinsuskaistse eritingimused. MKA, s A-5118, lk 2.
[107] K. Alttoa, Tartu Jaani kirik, lk 61.

ja väliskarniisi ning põhjaküljel ka kontraforsside katteks. Need valmistati Aseri Wienerbergeri tehases ning glasuuriti Misso tellisetehases.[108] Sokli simsi juures, mis oli valmistatud glasuurkividest jäeti poolterved kivid müüritisse, katkised kivid asendati glasuurimata telliste vastu.[109] Põhjuseks oli uute glasuurkivide liiga sile ning uus pind ning erinevus värvitoonis.[110]

32. Glasuurtelliste asendamine Tartu Jaani kirikus.

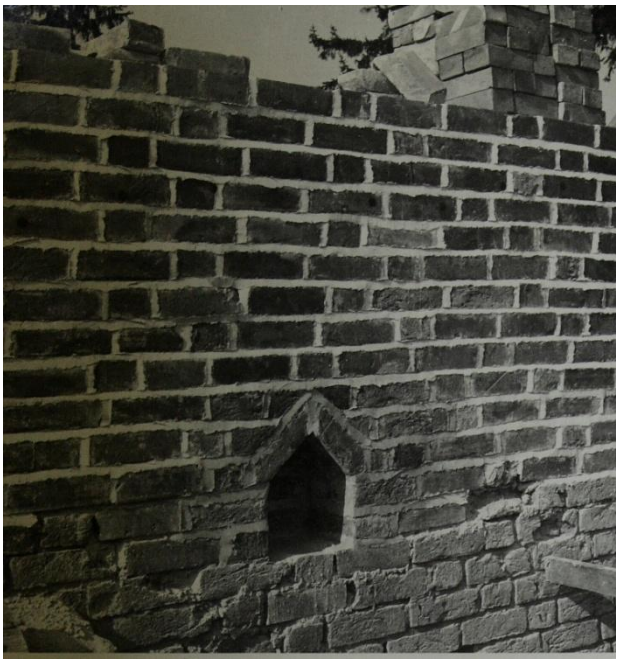
Ilmatsalust telliti tellised ka 1927–1928. aastal Tartu toomkiriku juures tehtud töödeks, kui raamatukogu sissepääs viidi kesklöövist lõunaküljele.[111] Sellise tendentsi kõrval, kus üldiselt telliti asendustellised sobiva suurusega ning eritellimusel, on üllatav, et 1930. aastatel Tartu Jaani kiriku vimpergi restaureerimistöödel kasutati tellisetooniliseks värvitud betoonplokke. Viimase restaureerimise käigus vahetati need savitelliste vastu.[112]

20. sajandi esimesel poolel, kui domineeris modernistlik mõtteviis ning seeläbi usk, et uued mehhaniseeritud tootmismeetodid viivad üldise kiirema arenguni, hinnati kõrgelt ka uute materjalide kasutamist restaureeritavatel objektidel. Enam Uue ja vana materjali kõrvuti kasutamine ei valmistanud üldselt probleeme ning uue tellise ilmet vana kõrval ei pandud pahaks. Erandina võib välja tuua O. Printsi, kes 1960. aastal pidas Otepää piiskopilinnuse juures üliloluliseks vana lao kopeerimist, olgugi, et õige suurusega telliseid ei olnud saada.[113] Uut müüri prooviti varemetega siduda uutest tellistest laotud müüriosadessse vanade telliste pikkimisega.[114]

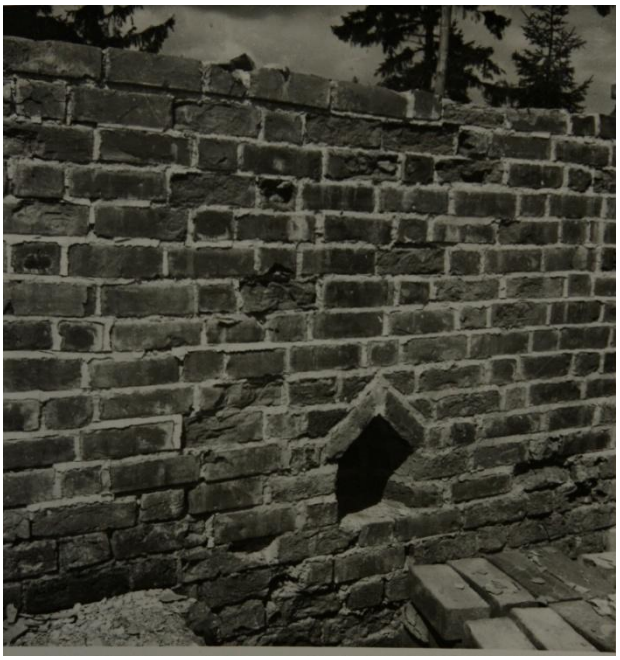
Nõukogude perioodi üheks suurimaks probleemiks oligi ehitusmaterjalide vähene kättesaadavus ning nede halb kvaliteet. 1961. aastaks lõpetati Võrus praagi tõttu vanaformaadiliste telliste tootmine. Nende halb kvaliteet oli hästi näha Otepää linnuse juures, kus 1960. aastal paigaldatud tellised olid järgmise aasta kevadeks lagunenud (vt ill 33-34). Töid juhtinud O. Prints on märkinud, et tellised olid alapõletatud, suurte värvierinevustega,

[108] Tartu Jaani kirik restaureerimistööd. Aruanne 2002. MKA, s A-5124, lk 8.
[109] Tartu Jaani kirik restaureerimistööd. Aruanne 2003. MKA, s A-7900, lk 4.
[110] Intervjuu U. Tiirmaaga. 09.V.2012. Lindistus autori valduses ja töö lisas.
[111] MKA, s A-444, lk 4-5.
[112] K. Alttoa, Tartu Jaani kirik, lk 116.
[113] Otepäää piiskopilinnuse varemee 1960. a konserveerimistööde aruanne P-393, lk 22.
[114] Samas, lk 24.

pragulised, paindunud ning neis leidus hulgaliselt lubjakivitükke. [115] Nõnda telliti järgnevatel aastatel telliseid peamiselt Cēsisest „Lode“ tehasest. Sealt tellitud telliseid kasutati nii Otepääl kui ka Tartu toomkiriku varemete juures. Ka need tellised ei vastanud täielikult nõuetele, pidades katselaboris nõutud 35 külmatsükli asemel vastu 22–32.[116] Olgugi, et Võrus telliste tootmine peagi taastati, ei olnud telliste kvaliteet oluliselt paranenud, ilmastikukindlus oli neil 13–15 nõutava 25 asemel, kivid olid kollakat värvi ning telliste mõõdud suure kõikumisega. „Võru kivi“ suureformaadilisi telliseid kasutati 1970. aastatel ka toomkiriku varemete juures.[117] K. Alttoa mäletab, kuidas üle talve riidas seisnutena oli suur osa kive lagunenud ning täiesti kasutuskõlbmatud.[118] Telliste halb kvaliteet tulenes soovist kiiremi telliseid valmistada, mis viis temperatuuri kiirema tõstmiseni, lühema põletus- ning jahtumisajani.[119]



33. Restaureeritud müüritis 1960. aastal Otepää linnuses.



34. Sama müüritis 1961. aastal.

1962. aastal Tartu toomkiriku juures tehtud plaanidest selgub, et toona ei peetud eriti oluliseks telliste asendamist tellistega, täiesti normaalseks peeti, kui tellistest jäävad avad täita betooniga.[120] Materjalivalik võib tuleneda ka telliste üldiselt halvast kvaliteedist. Ei ole teada, et ettekirjutuse järgi oleks telliste asendamist toimunud.

[115] Samas, lk 32–33.
[116] MKA, s P-355, lk 3–4.
[117] Tartu Toomiriku varemete konserveerimise ettepanekud. Köide II. P-6942, lk 7.
[118] Intervjuu K. Alttoaega.
[119] Intervjuu U. Tiirmaaga.
[120] MKA, s P-355, lk 11.

1970–1980. aastatel kasutati Viljandis konvendihoone idatiiva restaureerimistöödel Võrus toodetud kaasaegseid kärgtelliseid, mis olid 2007. aastaks hävinud. Toona keskenduti ka varemetel ronimise probleemile, mida 1980. aastal üritati vältida ladudes „Lode" tellistega värava külgmüüri pealse siksakiliselt.[121] Töid iseloomustab üldine uute telliste kasutamine, mis on iseloomulik nõukogude perioodi teisele poolele. Originaalilähedus ei olnud nii oluline, pigem oli tähtis ilusa tervikpildi loomine.

Lisaks halvale kvaliteedile ei olnud materjale ka saada. Nõnda valiti Vastseliina linnuse juures 1987. aastal tööde järjekorda just selle järgi, et kus saab restaureerimistöid teha, ilma, et oleks vaja hakata hulgaliselt telliseid asendama. Väiksem kogus telliseid loodeti saada Tartu toomkiriku ülejääkidest.[122] Materjaliprobleemide kõrval iseloomustab nõukogude perioodi restaureerimisi ka tööde kohatine lohakas ja oskamatu teostus. Üheks objekti kõige enam hävitavaks restaureerimiseks on olnud 1960–1962. aastani Otepää linnuse juures toimunud tööd. 1960. aastal tehti esmalt suve algul tehtud ebakvaliteetseid ning esteetiliselt vastuvõtmatuid töid ümber ning restaureeriti ka ülejäänud linnust. 1960. aasta Otepää tööde aruandest võib lugeda Olev Printsi arvamust, kuidas piiskopilinnuse varemete esimene restaureerimine oli toimunud ilma õigete alusteta. Puudus dokumentatsioon, telliste ülesladumisel oli kasutatud suvalist rütmi, vuukimistehnika oli lohakas ega järginud puhasvuuki. Lisaks oli kasutatud ankruid, millest sugugi kasu ei olnud.[123] Otepää juures toodi välja tööliste oskamatus ajaloolist vuuki järgi aimata, sama probleem oli ka Tartu toomkiriku varemete juures. Töömeeste hooletuse tugevaimaks näiteks võib pidada 1960. aastate algul Tartu toomkiriku varemetes kokku varisenud ainsat säilinud kontraforsi kaart.[124]

Pärast Eesti taasiseseisvumist on asendamisel peamiselt kasutatud vanu kive või uusi eritellimusel valmistatud telliseid. M. Keskküla sõnul ongi Restori tegutsemise ajal (alates 1996. aastast) Viljandi ordulinnuse juures kasutatud kahel korral uusi telliseid: 2004. aastal, kui kasutati Tartu Jaani kiriku restaureerimisel üle jäänud telliseid[125] ja 2006. aastal, mil nõukogudeaegsed kärgtellised asendati Wienebergeri täistellistega. Ülejäänud asendused on tehtud kohapealt või mõnelt muult objektilt leitutega.[126] Wienebergeri uute telliste mõõtmeteks oli 25x12x6.5 cm ja kasutati ka fassaadikive mõõtmetega 25x8.5x6.5 cm.

[121] Viljandi ordulinnuse konserveerimistööd. MKA, A-8065, lk 3–4.
[122] Vastseliina piiskopilinnuse ajalooline õiend. MKA, s A-1650, lk 48.
[123] Otepäää piiskopilinnuse varemee 1960. a konserveerimistööde aruanne. MKA, s P-393, lk 3–11.
[124] MKA, s P-355, lk 3–5.
[125] Viljandi ordulinnuse teise eeslinnude Varisenud müürilõigu konserveerimis- ja restareerimistööde aruanne. MKA, s A-5608, lk 3.
[126] Intervjuu M. Keskkülaga.

Telliste põhitooraineks oli Aseri kaevanduse sinisavi, liiv. Tooted vormiti vaakumtigulintpressidel, kuivatati tunnelkuivatis ja põletati tunnelahjudes.[127]

Nii Tartu Jaani kui ka Tartu toomkiriku varemete viimase restaureerimise jaoks telliti tellised Aseri tellisetehasest. Kuna mõlemal ehitisel on hulgaliselt ehitusjärke, millest mitmeil on erineva suurusega telliseid kasutatud ning samal ajal olid ka keskaegsed tellised kõikuvate suurustega, siis otsustati võtta sobiv keskmise suurusega tellis. Tellitud kivide mõõdud olid 9x14x30 cm. Müüritellised vormiti metallvormides, profiiltellised käsitsi. Algul põletati telliseid ringahjus, kuid hiljem mindi üle tunnelahjudele,[128] mille tulemusena muutusid tellised heledamaks, peaaegu kollakateks.[129] Jaani kiriku restaureerimisel ei kasutati oaliselt ka vanu telliseid, mida ühest kohast teise ümber paigutati.[130]

Üksitkutele tellistele sobiliku vormi andmiseks on kasutatud nii raiumist kui ka telliste lõikamist. U. Tiirmaa sõnul hakati telliste lõikumist üldiselt kasutama 1960. aastatest alates, tulenevalt uute põletussüsttemide kasutuselevõtust, mis tingis tugevamad, kuid seega ka rabedamad tellised, mis ei pidanud raiumisele vastu.[131] 2000. aastate algul kasutati Jaani kiriku võlvide ladumise juures õige vormiga telliste saamiseks teemantlõikurit.[132]

Valedel alustel restaureerimisi on toimunud ka 21. sajandil. Nõnda vahetati 2007. aastal Viljandi ordulinnuse juures välja 1970.–1980. aastatel laotud tellised, kuid seda tehti 12% lubi-tsementmördiga. 2011. aastaks olid Wienebergeri täistellised jäigastatud keskkonnas soojuspaisumise tõttu killustunud. Otepää piiskopilinnuse juures aga asuti pärast poole sajandi pikkust lagunemist uuesti tööle 2010. aasta suvel, mil puhastati välja pea kogu pealinnuse front ilma edasiste kindlate plaanideta.[133] Seejärel kaeti müürid sademete ja talve kaitseks musta kilega, mis 2011. aasta mai algul endiselt varemete peal asetses, tekitades vee kondenseerumiseks ja varemete edasisteks kahjustusteks sobiva keskkonna.

[127] MKA, s A-8065, lk 61.
[128] Intervjuu U. Tiirmaaga.
[129] Itervjuu K. Alttoaga.
[130] MKA, s A-7900, lk 7.
[133] Intervjuu M. Keskkülaga.
[133] Intervjuu M. Keskkülaga.
[133] Intervjuu M. Keskkülaga.

35. 2006. aastal liiga tugeva mördiga laotud müür Viljandi ordulinnuses.

36. 2012. aasta mais kilega kaetud müürid Otepää piiskopilinnuses.

4.3.3. Soolkahjustuste eemaldamine

Soolade probleemiga on tegeletud Tartu toomkiriku ja Tartu Jaani kiriku juures. 1984. aastal oldi Tartu toomkiriku juures segaduses soolade väljasooldumise põhjuses. Kuna soolad olid nähtavad peamiselt vuukides, siis peeti probleemiks valet müürisegu. Juba kümmekond aastat varem saadeti Moskvasse ka telliseproovid, kuid vastus jäigi tulemata.[134] Soolade eemaldamist on Tartu toomkiriku varemete juures proovitud kahel korral: 2001. ja 2002. aastal. Soolad eemaldati telliste välispinnalt mehaaniliselt liivapritsiga ning tekkinud puru korjati tolmuimejaga kokku.[135]

Kui ilmastiku meelevallas olnuud varemed katustada ning luua stabiilne sisekliima nõnda, et tellistes niiskuse tase pidevalt väheneb, viib see suuremahulise soolade kristalliseerumiseni. Selliseid arenguid on näha Tartu Jaani kiriku juures, kus arvestati restaureerimise käigus, et pinnad, mis olid aastakümneid ilmastiku käes olnud, nagu kooriruum ja põhjalöövi seinad, hakkavad tugevalt soolduma.[136] Et soolasid seintest kätte saada kasutati seal ohverkrohvi meetodit.[137] Praeguseks on soolade kristalliseerumine krohvil juba märgatav. Üksikutes kohtades on ka näha, kuidas seinad on nii niisked, et vuugi kaudu välja kuivades moodustub krohvile vuugimuster. Hetkel aga ei ole teada, et krohvi peagi vahetama hakataks.[138]

[134] MKA, s P-6942, lk 6.
[135] Tartu Toomkiriku restaureerimistööde aruanne. MKA, s A-7697, lk 5.
[136] MKA, s A-7900, lk 3.
[137] Samas, lk 50.
[138] Intervjuu K. Alttoaga.

Kokkuvõte

Telliste tootmine on keskajast kuni 19. sajandini toimunud üsna sarnastel alustel: alustades savi kaevandamisest, sobivaks plonniks segamisest, jätkudes põletamise ja lõpetades jahtumisega. Peamiselt kahjustavad telliseid niiskusega seotud sool- ja külmakahjustused. Mõlema puhul on kahjustavaks teguriks aine kristalliseerumisel suurenev maht, mis poorset tellist lõhub. Suurt ning laastavat kahju teevad ka ebasobivate materjalidega tehtud parandused. Kahjustunud tellismüüritise kõige tüüpilisemad viisid konserveerimiseks on aja jooksul tühjenenud vuukide uuesti täitmine ning lagunenud telliste asendamine tervetega.

Üldiselt võib väita, et keskaegsete tellisehitiste restaureerimine on kõikjal käinud vastavalt aja vaimule, või siis töid teostanud ja juhtinud isikute põlvkonna vaimule. Kui 19. sajandil vaimustuti varasemast kultuuripäradist ning tõusis rahvusliku päritolu väärtustamine, siis ühtlasi hakati üles näitama huvi keskaegsete varemete vastu, tehes nende juures arheoloogilisi kaevamisi. Info saamine oli olulisem, kui pärandi säilitamine ning varemete parandamisele-restaureeerimisele ei mõeldud. Siinkohal on erandiks Tartu toomkiriku varemed, mille kooriosa kujundati sajandi algul ülikooli raamatukoguks. 20. sajandi alguseks oldi pärandi väärtustamisega jõutud nii kaugele, et hoonete restaureerimisele hakati rohkem tähelepanu pöörama. Tööde juures lähtuti enamjaolt originaalist, kuid ei peljatud ära ka fantaasiapõhist lähenemist, materjalikasutuses peeti säilitamist soosivaks tugevate (tsement)mörtide kasutamist. Samal põhimõttel kestsid restaureerimised põhimõtteliselt Eesti taasiseseisvumiseni, mil fantaasiale põhinemist aina enam tauniti ning aina enam üritati kasutada originaalilähedasi materjale. Pea kogu aeg on püütud telliseid asendada samamõõduliste tellistega, kuid selles ei tasu näha restaureerimisfilosoofilist tausta vaid pigem materjali omapärast tulenevat põhjust.

Illustratsioonide nimekiri

1. **Hobujõul töötav tellisveski.** von Bock, Otto, Die Ziegelfabrikation : ein Handbuch umfassend die Herstellung aller Arten von Ziegeln, sowie die Anlage und den Betrieb von Ziegeleien. Leipzig: Voigt, 1901, lk 53.
2. **Tellisveski joonis ja lõige.** Малюга, Иван Григорьевич, Производство кирпича и других глиняных строительных материалов : (с атласом чертежей): для Николаевской Инженерной Академии. С.-Петербург: Яковлев, 1900, tabel 5.
3. **Tellise vormid.** Samas, tabel 7.
4. **Erikujulise tellisvormi näide.** von Kreiling, P, Handbuch der Ziegel-Fabrikation: die Herstellung der gesamten baukeramischen Baustoffe, wie Ziegel, Terrakotten, Röhren, Platten, Kacheln, feuerfeste Waren u.s.w. bearbeitet K. von Dümmler. Halle: Knapp, 1914, lk 141.
5. **Toomkiriku vormitellised. R. Gulekese järgi.** Tartu toomkiriku pikihoone lääneosa ehitusajalooline uurimus. MKA, s A-181, lk 32.
6. **Servistatud tellis Otepäält.** Otepää piiskopilinnuse varemete 1961. a konserveerimis- (ja uurimis-)tööde aruanne. MKA, s P-394, lk 132. Foto: O. Prints.
7. **Tartu toomkiriku vormitellis.** Tartu Toomkiriku restaureerimistööde aruanne. MKA, s 7697, lk 132.
8. **Lihtsama tellisepõletusahju näide.** All asuvad kütteavad, üleval ruum põletatavatele plonnidele. von Kreiling, P, Handbuch der Ziegel-Fabrikation, lk 303.
9. **Soolade kristalliseerumine tellise pinnal Tartu toomkirikus.** Foto: A. L. Sikk.
10. **Liiga tugeva mördiga vuugitud tellised Otepääl.** Foto: A. L. Sikk.
11. **Tartu Jaani kiriku sammaldunud tellis.** Foto: A. L. Sikk.
12. **Ohverkrohv. Tartu Jaani kirik, põhjakõrgsein 2012.** Foto: A. L. Sikk.
13. **Sool ohverkrohvil. Tartu Jaani kirik 2012.** Foto: A. L. Sikk.
14. **Telliste asendamine.** Ashurst, John; Ashurst, Nicola, Brick, Terracotta and Earth. Practical building conservation: English heritage technical handbook. Volume 2. Hants: Ashgate, 1998, lk 52.
15. **Näide tellismüüri parandamisest mördiga.** Samas, lk 57.

16. **Tartu Jaani kirik pärast II maailmasõda.** Aruanne Tartu Jaani kiriku juures 1954/55. a. teostatud töödest. Fotomaterjal (Köide II). MKA, s P-81-A, lk 10.
17. **Vaade Jaani kirikule 20. sajandi algul.** Samas, lk 6.
18. **Vaade Jaani kirikule 2012. aastal.** Foto: A. L. Sikk.
19. **1920. aastate õhvaade Tartu toomkiriku varemetele.** MKA, s A-181, lk 45.
20. **Vaade Tartu toomkiriku varemetele, 2012.** Foto: A. L. Sikk.
21. **Viljandi ordulinnuse konvendihoone läänesein 1958. aastal.** MKA. Foto: R. Valdre.
22. **Viljandi ordulinnuse konvendihoone läänesein 2012. aastal.** Foto: A. L. Sikk.
23. **Vaade linnusevaremetele 1961.** Otepää linnuse varemed. Otepää linnuse varemete tehnilise seisundi hinnang. Esimese etapi konserveerimis- ja korrastustööre põhiprojekt. MKA, s P-13595, lk 18. Foto: O. Prints.
24. **Vaade linnusevaremetele 2006.** Samas, lk 18. Foto: M. Keskküla.
25. **Vastseliina linnuse varemed 1934. aastal.** Vastseliina piiskopilinnuse ajalooline õiend. MKA, s A-1659, pag. Foto: I. Treifeld.
26. **Vastseliina ordulinnuse varemed 2012. aastal.** Foto: A. L. Sikk.
27. **Vastseliina linnuse kirdetorni varisemisohtlik müüritise osa.** 2002. aastal. Vastseliina piiskopilinnusel 2002. aastaks kavandatud tööde projektdokumetatsioon. MKA, s A-4761, lk 10.
28. **Pealt ümaraks kulunud müüritis Viljandi ordulinnuses. 2012. aastal.** Foto: A. L. Sikk.
29. **Mördi nakke katsetamine Tartu toomkiriku juures 2001. aastal.** Tartu Toomkiriku konserveerimistööde vahearuanne. MKA, s A-6019, lk 19.
30. **Heleda mördiga vuugitud asendustellised Tartu toomkirikus.** Foto: A. L. Sikk.
31. **Originaali imiteeriv tugikaar Tartu toomkirikus.** Foto: A. L. Sikk.
32. **Glasuurtelliste asendamine Tartu Jaani kirikus.** Foto: A. L. Sikk.
33. **Restaureeritud müüritis 1960. aastal Otepää linnuses.** Otepääa piiskopilinnuse varemee 1960. a konserveerimistööde aruanne. MKA, s P-393, lk 92. Foto: O. Prints.

34. **Sama müüritis 1961. aastal.** MKA, s P-394, lk 21. Foto: O. Prints.
35. **2006. aastal liiga tugeva mördiga laotud müür Viljandi ordulinnuses.** Foto: A. L. Sikk.
36. **2012. aasta mais kilega kaetud müürid Otepää piiskopilinnuses.** Foto: A. L. Sikk.

Kasutatud allikad ja kirjandus

Arhiivimaterjalid

Muinsuskaitseameti arhiiv

Alttoa, Kaur, Keskküla, Mart. Otepää linnuse varemed. Otepää linnuse varemete tehnilise seisundi hinnang. Esimese etapi konserveerimis- ja korrastustööre põhiprojekt. MKA, s P-13595.

Alttoa, Kaur, Keskküla, Mart. Viljandi ordulinnuse konserveerimise ja tustamise muinsuskaistse eritingimused. MKA, s A-5118.

Alttoa, Kaur. Otepää linnnuse varemed. Muinsuskaitse eritingimused Otepää linnuse esimese etapi konserveerimis- ja korrastustöödeks. MKA, s A-6699.

Alttoa, Kaur. Vastseliina piiskopilinnuse ajalooline õiend. MKA, s A-1650.

Alttoa, Kaur. Viljandi ordulinnuse ajalooline õiend. MKA, s A-1074. Aruanne Tartu Jaani kiriku juures 1954/55. a. teostatud töödest. Fotomaterjal (Köide II). MKA, s P-81-A.

Kannelmäe, Illar. Tartu Toomkiriku varemete 1962.a konserveerimistööde metoodiline programm ja tehnoloogiline juhend. MKA, s P-355.

Kannelmäe, Illar. Tartu toomkiriku varemete tehnilise seisukord ja ettepanekud remont-restaureerimistöödeks. MKA, s P-198.

Keskküla, Mart. Viljandi ordulinnuse konserveerimistööd. MKA, s A-8065.

Prints, Olev. Otepää piiskopilinnuse varemete 1961. a. konserveerimis- (ja uurimis) tööde aruanne. MKA, s P-394.

Prints, Olev. Otepäää piiskopilinnuse varemee 1960. a konserveerimistööde aruanne. MKA, s P-393.

Zobel, Rein.Tartu Toomkiriku konserveerimisettepanek. MKA, s P-1613.

Tamm, Jaan, Eestis esineva ehitustellise tüpoloogia ja dateeringu väljaselgitamine.Eeltööd. MKA, s P-2004.

Tartu Tookiriku varemete põhjalöövi võlvikute ja põhja kõrgseina konserveerimistööd. MKA, s A-8147.

Tiirmaa, Udo. Jaani kirik. Ehituskehandis esinevate vormitelliste fikseerimine. MKA, s P-3256.

Tiirmaa, Udo. Tartu Toomkiriku restaureerimistööde aruanne. MKA, s A-7697.

Tiirmaa, Udo.Tartu Toomkiriku konserveerimistööde vahearuanne. MKA, s A-6019.

Tiirmaa, Udo. Tartu Toomiriku varemete konserveerimise ettepanekud. MKA, s P-6942.

Traksmaa, Toivo. Tartu Jaani kirik restaureerimistööd. Aruanne 2002. MKA, s A-5124.

Traksmaa, Toivo. Tartu Jaani kirik restaureerimistööd. Aruanne 2003. MKA, s A-7900.

TRÜ ajaloo- ja teadusloo muuseumi projekteerimise eritingimused ja lahteülesande täpsustamine. MKA, s A-444.

Uuetalu, Heino. Vastseliina piiskopilinnuse kagutorni muinsuskaitselised eritingimused, uuringud koos tehnoloogiliste nõuetega põhiprojekti koostamiseks. MKA, s P-15300.

Uuetalu, Heino. Vastseliina piiskopilinnuse varemete nurgatorni katustamise- ja vahelagede põhiprojekt. MKA, s P-15928.

Priks, H. Viljandi ordulinnuse teise eeslinnude Varisenud müürilõigu konserveerimis- ja restareerimistööde aruanne. MKA, s A-5608.

Tartu Linnavalitsuse kultuuriväärtuste talituse arhiiv

Tiirmaa, Udo. Tartu Toomkiriku varemete konserveerimise VI etapi tööde üleandmise dokumentatsioon ja aruanne. Tartu linnavalitsuse kultuuriväärtuste talituse arhiiv.

Magistritööd

Puhm, Rave, Eesti savitelliste tootmise ajalugu. Magistritöö Eesti Kunistakadeemia disainiteaduskond. Tallinn, 2008.

Publikatsioonid

Alttoa, Kaur, Eesti arhitektuur 2. Läänemaa, Saaremaa, Hiiumaa, Pärnumaa, Viljandimaa. Toim V. Raam. Tallinn: Valgus, 1996.

Alttoa, Kaur, Eesti arhitektuur 4. Tartumaa, Jõgevamaa, Valgamaa, Võrumaa, Põlvamaa. Toim V. Raam. Tallinn: Valgus, 1999.

Alttoa, Kaur, Eesti kirikud III. Tartu Jaani kirik. Tallinn: Muinsuskaitseamet, 2011.

Ashurst, John, Ashurst, Nicola, Brick, Terracotta and Earth. Practical building conservation: English heritage technical handbook. Volume 2. Hants: Ashgate, 1998.

Ashurst, John, Ashurst, Nicola, Stone masonry. Practical building conservation: English heritage technical handbook. Volume 1. Hants: Ashgate, 1998.

Baer, N.S, Fitz, S, Livingston, R.A, Introduction. Conservation of historic brick structures: case studies and reports of research. Eds N.S. Baer, S. Fitz, R.A. Livingston. Padstow,: Donhead Publishing, 1998, lk 1–10

Bionda, David, Storemry, Per, Modelling the Behaviour of Salt Mixtures in Walls: A Case Study from Tenaillevon. The study of salt deterioration mechanisms: decay of brick walls influenced by interior climate changes, Ed T. von Konow. Helsinki : Suomenlinnan hoitokunta, 2002, lk 95-101.

von Bock, Otto, Die Ziegelfabrikation : ein Handbuch umfassend die Herstellung aller Arten von Ziegeln, sowie die Anlage und den Betrieb von Ziegeleien. Leipzig: Voigt, 1901.

Caner-Saltik, E.N, Schumann I, Franke, L, Stages of Damage in the Structure of Brick Due to Salt Crystallization. Conservation of historic brick structures: case studies and reports of research, Eds N.S. Baer, S. Fitz, R.A. Livingston. Padstow: Donhead Publishing Ltd, 1998, lk 45–58.

Franke, L, Grabau, J, Influence of Salt Content on the Drying Behavior of Brick. Conservation of historic brick structures: case studies and reports of research. Eds N.S. Baer, S, Fitz, R.A, Livingston. Padstow,: Donhead Publishing, 1998, lk 59–68.

Franke, L, Schumann, I, Causes and Mechanisms of the Decay of Historic Brick Buildings in Northen Germany. Conservation of historic brick structures: case studies and reports of research. Eds N.S. Baer, S. Fitz, R.A. Livingston. Padstow: Donhead Publishing, 1998, lk 24–34.

Guillitte, O, Bioreceptivity and Biodeterioration of Brick Structures. Conservation of historic brick structures: case studies and reports of research. Eds N.S. Baer, S. Fitz, R.A. Livingston. Padstow: Donhead Publishing, 1998, lk 69–84.

Karma, Otto *sen*. Punane Kunda 1870. Tallinn, 1968, lk 6–7

von Konow, Thorborg, Salt Deteration. The study of salt deterioration mechanisms: decay of brick walls influenced by interior climate changes, Ed T. von Konow. Helsinki : Suomenlinnan hoitokunta, 2002, lk 15–28.

von Kreiling, Phillip, Handbuch der Ziegel-Fabrikation: die Herstellung der gesamten baukeramischen Baustoffe, wie Ziegel, Terrakotten, Röhren, Platten, Kacheln, feuerfeste Waren u.s.w. bearbeitet K. von Dümmler. Halle: Knapp, 1914.

Малюга, Иван Григорьевич, Производство кирпича и других глиняных строительных материалов : (с атласом чертежей): для Николаевской Инженерной Академии. С.-Петербург: Яковлев, 1900.

Ormisson-Lahe, Anu. Johann Wilhelm Krause 1757-1828 : kataloog 3. Linnaehitajana Tartus. Tallinn: Eesti Keele Sihtasutus, 2011, lk 99–182.

Panu, Kaila, Majatohter I osa.Tallinn:Viplala, 1999.

Stock, Mikael, Brickwork. Materials and skills for historic building conservation, Ed M. Forsuth. Oxford: Blackwell, 2008.

Tiirmaa, Udo, Tartu Jaani kiriku vormitellistest. Tartu – minevik, tänapäev. Toim Jüri Linnus. Tallinn: ENSV Teaduste Akadeemia, 1985, lk 71–86.

Veski, Arvo, Tellise toormine kolhoosis. Tallinn: Eesti Riiklik Kirjastus, 1951.

Wender, Ederhardt; von Konow, Tholborg, Conclusions and Recommendations. The study of salt deterioration mechanisms: decay of brick walls influenced by interior climate changes, Ed T. von Konow. Helsinki : Suomenlinnan hoitokunta, 2002, lk 109–115.

Intervjuud

M. Keskkülaga 04.V.2012.

U. Tiirmaaga 09.V.2012.

K. Alttoaga 08.V.2012.

Summary

The knowledge of how to make bricks and mortar were brought to Estonia by the crusaders in the beginning of 13th century. In those parts of Estonia were is a lack of natural stone materials brick became very important when building the monuments of culture and defence. While looking deeper to the problems of decay in those medieval structures, it is important to know the process of making bricks. In short it contains mining of the clay, forming the raw ("green") bricks, drying them and then the difficult process of burning, which ends with slow state of cooling down. The most decay is caused by decay and salt movements in the structure. Salt as well as water cause damage while crystallizing. Also damage is caused by using unsuitable materials that does not work with the quite soft and porous bricks.

In Estonia the conservation of medieval brick structures has been in correlation with the general movements in the understanding of conservational philosophy. In the 19th century the interest was purely archaeological without further titivation with the exception of reconstructing the choir of Tartu's Dome into the library of University of Tartu in the beginning of the century. Further developments related to the revival styles heightened the value of historic buildings and so from the end of 19th to the second part of 20th century they were treated accordingly with a inch of imagination where thought necessary. While the strong materials were considered more retaining the use of concrete based mortars and plasters, were highly recommended, although they were one of main reasons for further decay of historic brick structures in addition to the below standard materials manufactured in the Soviet period. With the rising popularity of Scandinavian conservation methods the use of original materials rose highly in the turn-of-the-century, and has been growing ever since.