

EESTI KUNSTIAKADEEMIA TALLINNA RESTAUREERIMISKOOL



**AJALOOLISTEL KIVIHOONETEL 1994-2003
RESTAUREERITUD LUBIKROHVFASSAADIDE
SEISUNDIUURING.**

MAGISTRITÖÖ.

Magistrand: Janno Meriloo

Juhendaja: prof. Lembi Raado

Konsultant: prof. Juhan Maiste

Tallinn 2005

<u>SISUKORD</u>	2
1. <u>Sissejuhatus</u>	5
1.1. Töö eesmärk ja ülesanded	7
2. <u>Restaureerimisfilosoofiast ja -mördist</u>	8
2.1. Restaureerimine materjalist lähtuvalt	9
2.2. Restaureerimine ja raha	13
2.3. Nõuded restaureerimismördile	15
2.4. Varasemast uurimistööst lubimörtide osas	16
3. <u>Lubja olemusest ja kivilumisprotsessist</u>	20
3.1. Õhkclubi	21
3.2. Õhkclubja kivilumine	22
3.3. Hüdrauliline lubi	22
3.4. Koostiskomponentide vastastikused füüsilised ja keemilised toimed mördis	23
4. <u>Lubjast ja lubimördist-krohvist läbi ajaloo</u>	24
4.1. Lubja saamisest	25
4.2. Lubja kasutamise arengust	27
4.3. Lubimördi valmistamisest	28
4.4. Krohvimisest	35
3.6. Krohvipinnad eri ajastutel	37
5. <u>Lubikrohvi põhiomadustest</u>	38
5.1. Krohvide mehhaanilistest omadustest	39
5.2. Krohvide niiskusomadustest	43
5.3. Külmaskindlusest	44
5.4. Kokkuvõtteks	45
6. <u>Uuritud fassaadide kirjeldused</u>	46
6.1. Toompea lossi peafassaad (Lossiplats 1A, Tallinn)	47
6.2. Panga- ja büroohoone Tartus (Raekoja pl. 20, Tartu)	52
6.3. Linnateatri hoone Tallinnas (Lai 19/Aida 2, Tallinn)	56
6.4. Toompea lossi lõunatiiva fassaad (Lossiplats 1A, Tallinn)	61
6.5. Stenbocki maja Toompeal (Rahukohtu 3, Tallinn)	66
6.6. Rootsi-Mihkli kirik (Rüütli 7/9, Tallinn)	71
6.7. Büroohoone Tallinnas (Juhkentali 58, Tallinn)	76

6.8. Büroohoone Tallinnas (Rahukohtu 1, Tallinn)	80
6.9. Elamuhoone Toompeal (Kohtu 2/Piiskopi2, Tallinn)	85
6.10. Büroohoone Tartus (Raekoja pl. 12, Tartu)	89
6.11. Büroohoone Tartus (Raekoja pl. 16/Kompanii 2, Tartu)	93
6.12. Büroohoone Tartus (Näituse 3, Tartu)	98
7. <u>Fassaadikrohvide koostismaterjalid ja nende omadused</u>	102
7.1. Sideained - saaremaa lubjapasta, tavaline portlandtsement (AS Kunda Nordic Tsement), valge portlandtsement (Aalborg Portland A/S, Taani), kustutamata lubi (AS Nordkalk, Rakke); kustutatud lubi (AS Zabudova, Valgevene)	103
7.2. Täiteained - Männiku jäme- ja peenliiv (AS Silikaat), Kiiu jäme- ja keskmine liiv (OÜ Kiiu Soon), Piusa klaasiliiv, sõelutud kuivliivad (fraktsioonid 0,63...2 mm; 0...0,8 mm; 2...6 mm, AS Silikaat)	104
7.3. Lubi-liiv pooltooted (AS Silikaat lubiliivsegu, OÜ Kaubeton lubiliivsegu)	109
8. <u>Välikrohvitöödeks sobilikud ilmastikutingimused Eestis</u>	111
8.1. Ilmastikutingimuste mõju lubi- ja lubitsementkrohvide kivinemisele	112
8.2. Ilmastikutingimuste keskmiste näitajate arvutusmeetod	114
8.3. Välikrohvitööde sobilik lõpuaeg Eesti ilmastikutingimustes	115
8.4. Ilmastiku üldgraafikud Tallinna (1994, 1995, 1998, 1999, 2001, 2002) näitajate alusel.	116
8.5. Ilmastiku üldgraafikud Tartu (1994, 1995, 2002, 2003) näitajate alusel.	118
9. <u>Fassaadide korduvad kahjustused</u>	121
9.1. Liigniiskuse kahjustav mõju	123
9.2. Soolade kahjustav mõju	129
9.3. Hoone vajumise või muu konstruktiivse liikumise mõju	130
9.4. Krohvimördi koostise, krohvimistehnoloogia mõju	132
10. <u>Kokkuvõtted, järeldused</u>	133
10.1. Uuritud fassaadide krohvide koostised – koondtabel	138
10.2. Uuritud fassaadidel krohvikahjustused – koondtabel	141
<u>Summary</u>	142
<u>Viidatud kirjandus.</u>	145

<u>Lisad</u>	148
1. Persoonid	149
2. 1991.a. lubjaseminari kokkuvõte	150
3. TTÜ ehitusmaterjalide katselabori protokoll nr 712/04 (Viljandi vana müürimört)	152
4. TTÜ ehitusmaterjalide katselabori protokoll nr 294/05 (Toompea lossi külgfassaadi krohv)	153
5. Raekoja pl. 20, Tartu hoone välisseinte krohvi ja värvikatete tüübi ning seisundi uurimine (06.05.94; TÜ orgaanilise keemia instituut)	154
6. Raekoja pl. 16, Tartu hoone väliskrohvide analüüsid (28.06.95; TÜ Orgaanilise keemia instituut)	160
7. Rootsi-Mihkli kiriku krohvfassaadide viimistlemise ettepanekud (25.05.99; OÜ Vana Tallinn)	167
8. Rootsi-Mihkli kiriku välis- ja sisekrohvi koostise uurimine, analüüsi protokoll (04.10.99; TTÜ materjaliuuringute keskus)	170

1. SISSEJUHATUS

Traditsiooniline lubjapõletamine, lubja märgkustutamine ja saadud lubjast mördi valmistamine on tänaseks läbinud u 5000 aasta pikkuse tee. Eesti ala on sellel teel olnud alates 13. sajandi algusest (ehk pea 800 aastat), kui saksa, rootsi ja taani invasiooni tulemusena toodi koos ristiusuga siia ka lubjapõletamise ja sellest segu valmistamise oskus. Eesti alal algas kivist hoonete ja rajatiste ehitamise ajajärk. Uue võimu keskustena kerkisid kivist piiskopi- või ordulinnused Tallinnasse, Tartusse, Viljandisse, Rakverre, Lihulasse, Haapsallu, Pöidesse ja mujale [33].

Tööstuslik lubi ja portlandtsement, millest viimane lõi betoon- ja raudbetoonkonstruktsioonide näol aluse tõeliseks revolutsiooniks ehitustehnikas ja ehitusmaterjalide tööstuses, on viimase 150 aasta leiutised. Traditsionaalse märgkustutatud lubja lugu aga ulatub aegade hämarusse. Ometi on viimase aastasaja ehitustehnilised saavutused ja tööstuslik kiirtootmine pannud terveid inimpõlvi üha enam unustama vanu traditsionaalseid ehitustehnikaid ja -materjale, mis on omakorda pannud tõsise löögi alla vanade ja väärtuslike kiviehitiste ning -rajatiste õige kohtlemise nende restaureerimistöödel.

Eesti alal andis lubisideainele tõsiselt negatiivse fooni Nõukogude Liidus ainult tööstuslikud toodetud madalakvaliteedilised lubjad, millest tehtud lubimördid- ja krohvid olid kerged lagunema. Seetõttu lisati mörti pea alati rohkesti tsementi, mis andis mördimaterjalile vähemalt tugevuse. Puhta lubimördi ja -krohvi mõiste oli kadumas unustusse. Traditsioonilise märgkustutatud lubja tootmine lakkas täielikult.

Ajalooliste kiviehitiste ja -rajatiste müüritistele ja krohvkatetele tekitati sellel perioodil tsement- või tsement-lubimörtidega korvamatut kahju.

Uuesti pöörduti Eesti alal kvaliteetse, kõrge aktiivsusega märgkustutatud lubjast traditsionaalsete lubimörtide valmistamise juurde tagasi 1990-te aastate alguses, mil Saaremaal hakati sellist lubja tootma. Toimus lubimörtide taasavastamine ja kasutuselevõtt. Järk-järgult hakkas taastuma usk lubjasse kui sideainesse.

Kuna Nõukogude Eesti perioodil oli märgkustutatud lubja valmistamise ja kasutamise traditsioon katkenud, oli 1990-tel aastatel tahe lubimörte ja -krohve kasutada sageli suurem, kui teadmised sobivaima koostise ja parima kasutusviisi kohta. Seetõttu tehti ka rohkesti vigu. Selgus, et lubmört on võrreldes tollel ajal veel harjumuspäraste tsement-lubikrohvidega suhteliselt nõrk ja võib ebasoodsates ilmastikutingimustes (näiteks pideva märgumise või kõrge niiskusega piirkondades) osutada küllaltki vähevastupidavaks ja kiiresti lagunevaks materjaliks.

Lubimörtide ja –krohvide kasutamine oli stiihiline ja Eestimaa eri paigus erinev. Omavaheline läbikäimine ja kogemuste vahetamine oli kas minimaalne või puudus üldse.

1990-te aastate teisel poolel ilmus eesti keeles üha enam sellealaseid artikleid jm. kirjandust ning 1990.-te lõpus ilmus esimene põhjalikum uurimistöö [2] kohalikust lubjast ja liivast valmistatud mörtide kohta .

Käesoleva töö autor töötab alates 1993.-st aastast Eesti ühes suurimas restaureerimise- ja rekonstrueerimisega tegelevas ehitusettevõttes AS Restor, mistõttu on lubimörtide taaskasutuselevõtu ja arenguga koduvabariigis väga tihedalt ka tööalaselt seotud olnud. Olen teostanud ja juhitud paljude ajalooliste hoonete fassaadide remont-restaureerimistöid, samuti olen jälginud huviga teiste sellealaseid tegemisi, mistõttu on võimalik saadud kogemuste põhjal teha kasutatud krohvimistehnoloogiad, krohvisegude koostisi ja tehtud vigu käsitlev kokkuvõte ja üldistus.

1.1. Töö ülesanded ja eesmärk.

Antud töö eesmärgiks on:

- teha kokkuvõte teoreetiliste teadmiste arengust lubimörtide-krohvide osas Eestis peale nende „taasavastamist” 1990.-tel;
- anda hinnang sellel ajaperioodil teostatud fassaadikrohvidele, lähtudes restaureerimisfilosoofiast ja olnud teoreetilistest teadmistest;
- jätta konkreetsete fassaadide krohvide põhjalike uurimistulemuste näol baasinformatsioon nende fassaadide järgnevatel restaureerimistel sobivate krohvikoostiste doseerimiseks.

Töö ülesandeks on ajavahemikus 1994...2004 teostatud fassaaditööde põhjal anda ülevaade ja teha kokkuvõtted:

- originaalkrohvide koostisest;
- remont-restaureerimisel kasutatud krohvimörtide koostisest;
- krohvimörtides kasutatud komponentmaterjalidest;
- ilmastikutingimustest krohvitööde ajal;
- fassaadidel esinevatest värvi- ja krohvikahjustustest.

Püstitatud ülesannete täitmiseks on uurimisobjektidena välja valitud 12 erinevat, ajavahemikus 1994-2004.a. krohvitud, silmapaistvate ajalooliste hoonete fassaadi Tallinna ja Tartu kesklinnades.

2. RESTAUREERIMIS- **FILOSOOFIAST**

2.1. Restaureermine materjalist lähtuvalt

Sõnad *FIRMITAS*, *COMMODITAS ET VENUSTAS* (vastupidavus, mugavus ja maitse) kuuluvad Antiik-Rooma insenerile ja arhitektile *Vitruvius*ele (vt lisa 1), kes iseloomustas nendega põhiomadusi, millele ehitatavad hooned peavad vastama [1, lk 18].

Möödunud aegade ehitustehnikast ja –kunstist saame aimu tänu suurele hulgale, üle terve maailma säilinud ehitistele ja rajatistele, mis tänu oma vanusele annavad mõista ka vastupidavusest.

Vastupidavuse –Rooma *firmitase* - tagamine kaasaja ehitustehnika mõistes tähendab tugevate ja tihedate materjalide kasutamist nagu teras, betoon ning kõikvõimalikud plastmassid. Kogu ehitustehnika ja -materjalide arenguloo jooksul on insenerid ja arhitektid püüelnud selles valdkonnas suurema tugevuse saavutamise poole uusi konstruktiivseid lahendusi välja mõeldes ning ehitusmaterjale täiustades. Tõeline revolutsioon selles osas algas peale portlandtsemendi leiutamist 19. sajandi esimesel poolel [4, lk 543] Portland-tsemendi kasutuselevõtt pani aluse uuele ajajärgule, kuna võimaldas luua suure kandevõime ja väga erineva kujuga betoon- ja raudbetootarindeid. Inseneridel õnnestus liita terase suur tõmbetugevus ja betooni suur survetugevus koos töötavaks väga tugevaks ja jäigaks konstruktsiooniks. Insenerid ja arhitektid leidsid läbi betooni ammuotsitud “tugevusekivi”. Alata sai “pilvelõhkujate” ajajärk.

Ajaloolisest vaatevinklist on meie praegune ehitustehnika vaid mööduv nähtus. Kuid see mööduv nähtus on suure ohu allikaks vanade aegade ehitusmeetoditega loodud hoonetele. Ehitustehnika plahvatuslik areng viimase saja aasta jooksul on väga kiiresti võõrutanud inimesi varasemast, väga pikka aega domineerinud traditsionaalsest ehitustehnikast ja -materjalidest, mistõttu on suur oht, et vanade ehitiste või rajatiste restaureerimistöödel võidakse rakendada valimatult uusi tehnikaid ning liiga tugevaid ja tihedaid materjale.

Eri aegadel on vanade hoonete või rajatiste puhul arutletud ja vaieldud erinevate restaureerimisdoktriinide eelistamise üle. Restaureerimise puhul on tegemist vigastatud või hilisemate lisanditega moonutatud kultuuripärandi ennistamise-, taastamise- või uuendamisega võimalikult esialgsel kujul [5, lk 109].

Nii teoreetiliselt kui praktiliselt saab eristada vähemalt kolme lähenemist restaureerimiskonseptsioonile:

- säilitamine ehk konserveerimine;
- vähesel määral remont, mis ei muutu veel ümberehituseks;

- ümberehitus ehk rekonstrueerimine.

Nendest ükskõik millise suuna eelistamisel tekib kohe rida uusi küsimusi, mille hulgast on oluline ka, millist ehitustehnikat ja materjale võib seejuures kasutada?

Arvamusi on olnud väga erinevaid ja vastakaid.

Inglise 19. sajandi kirjanik ja arhitektuurikriitik *John Ruskin* (vt lisa 1) on kirjutanud:

“Restaureerimine tähendab kõige totaalsemat hävitamist, mille all üks ehitis võib kannatada: hävitamine, millest jäänuseid alles ei jää; hävitamine, millega kaasneb hävitatud asja vale ehk võlts kirjeldus. Vaimu, mis on antud ainult töömehe käe ja silma läbi, ei saa tagasi kutsuda. Teine aeg saab anda teise vaimu ning siis on tegemist uue ehitisega. Surnud töömehe vaimu ei saa koguda ning käskida juhtida teisi käsi ja teisi mõtteid. Pigem vajugu põrmuks, kadugu! Loomulik surm on parem, kui kunstlik elu!” [6, lk 194-195].

Prantsuse 19. sajandi arhitekt ja suur praktik *Eugène Viollet-le-Duc* (vt lisa 1), Ruskini kaasaegne, uskus vastupidiselt Ruskinile mateeriat, mitte vaimu. Ta oli arvamusel, et vanu ehitisi ja rajatisi ei ole vaja mitte alati kõigest väest elustada, et üksikasjalikult tuleb tundma õppida nende struktuuri, et neid siis ettekirjutatud tingimusetel taas luua. Mingi eseme taasloomiseks, ennistamiseks on vajalik teada, mida sisaldab ja millest koosneb originaalse. Viollet-le-Duc'i arvas, et ehitise või rajatise restaureerimine ei ole ainult selle säilitamine, parandamine või ümberkujundamine, vaid sellisesse seisukorda viimine, milles see pole kunagi olnud. Ta oli aldis kasutama ühiskonna poolt pakutavaid uusi ressursse ja tehnikaid öeldes: *”Kui arhitektid täna ei taha hävitada oma elukutset, peavad nad saama ka osavateks konstruktoriteks, kes on valmis kasutama kõiki ressursse, mida pakub meie kaasaja ühiskond.”* [7].

Itaalia kunstiajaloolane ja restaureerimisteoreetik *Cesare Brandi* (vt lisa 1) määratles restaureerimist üldiselt iga liiki interventsiooniga, mis võimaldab inimtegevuse produktidel tagasi saada oma funktsiooni. Restaureeritav on ainult kunstiteose (ka. arhitektuur) materiaalne vorm. Analüüsides kunstiteose materiaalsust, viitab ta selle duaalsele iseloomule ning toob välja mõisted *struktuur*, mis arhitektuuri puhul on ehitusblokid tervikuna, ja *väline kuju*, milleks on ehitusblokkide väline kiht. Brandi väite kohaselt kuulub restaureerimise alla just see strukturaalne osa, väline kuju peaks aga säiluma võimalikult autentsena. [8, lk 232-236].

Restaureerimine tähendab suures osas valiku tegemist järgmiste aspektide vahel:

- funktsionaalsed ja ajaloolised nõuded;

- põhimõtteline või eetiline valik muutmise ja säilitamise vahel;
- eri meetodite valik muutmise või säilitamise kasuks.

Valiku teeb inimene oma ajas, lähtudes mõtlemise arengust, tehnilistest ja majanduslikest võimalustest ning poliitikast (vt. fotod 1,2 ja 2A).



Foto 1 aastal 2001



Foto 2 aastal 2005

Tartu Toomkiriku põhjatorn ült enne ja pärast rekonstrueerimist



Kaasajal Rootsi arhitektuuris restaureerimiskunsti mõtestaja Ove Hidemark* on oma artiklites korduvalt rääkinud vananemise ilu mõtest. Ta kirjutab, et: "...vananemine on väärtus omaette, mida ei tohi peatada tehniliste imevahenditega, või kui ehk siis pidurdada

Foto 2A Eri ajastute konserveerimisjäljed Rak- Õige materjali ja õige tehnika valikuga veres: lubimört (2004) ja tsementmört (80-dad) saame pehmedada vananemise kiirust ilma, et võtaksime ära võimaluse saada sellest elamust." [1, lk 8].

Ta nõuab restaureerimis- ja hooldustöödel materjaliökoloogia järgimist ehk selliste materjalide kasutamist, millede koosmõju tagab ehitiseosa tasakaalu.

"Hooldada tuleb materjalidega, mis vananevad samas tempos ümbritsevaga, mis ei muuda ümbritseva tehnilisi eeldusi. Parema, kui parandatud koht rikutakse ära, kui et seda ümbritsev materjal rikutakse." [1, lk 9].

Tänapäeva inseneridel ja tehnikutel on raske mõista, et vanade ehitiste ja rajatiste tugevus ja vastupidavus (mida kinnitab nende pikk iga) on seisnenud tegelikult nende nõrkuses ehk selles, et neis on kasutatud tehniliselt nõrku materjalide komponente. Näiteks ilma ühegi deformatsioonivuugita keskajal ehitatud pikk ja massiivne tornidega Tallinna linnamüür (vt. foto 3) on hästi säilinud paljuski tänu nõrgale, kuid elastsele lubimördist müürimördile.

Hidemark, rõhutades kahe erineva jõusüsteemi, kaasaegse ja vanema ehitustehnika konflikti, on läinud nende võrdlemisel küllaltki kaugele. Ta ei piirdu ainult materjalide ja tehnikate oluliste erinevustega, aga viitab ka vanade ja uute ehitiste/rajatiste täiesti erinevale "aastasele



tehnilisele rütmile", mille respektseerimist nad *Foto3 Tornide väljak, Tallinnas 20.saj alul* hilisemal hooldusel nõuavad [1, lk 14-15]. Nii ehitati varem peamiselt suvepoolaasta jooksul, kuna talvel ei ole võimalik näiteks lubimördiga müüri laduda ja krohvida. Tänapäeval teostatakse ehitus- ja hooldustöid aastaringselt, kuna kättesaadavad on ka

teised materjalid ja tehnikad. “Materjalide ökoloogiast” üleastumise tõttu võivad aga hoolduskulud tulevikus osutuda katastroofiliselt kalliks.

Restaureerimistööga tegeleja jaoks on keeruliseim kahe vägagi erineva ideoloogia ühendamine praktiliseks väljundiks. Esimene ideoloogia püüab kinnitada uue restaureerimismaterjali (näiteks mördi) pikaajalisust kokkupuutes algse materjaliga. Teine ideoloogia aga nõuab, et restaureeritava hoone autentsus säilitataks.

Ajalugu peegeldub objektis, materjalis – seega materjali restaureerimisega kinnistame ajaloo, -seega on originaalil väärtus, mis aitab mõista meie juuri, traditsioone. Koopia ei oma algallikat, koopia võib anda vaid peegelduse. Seega nii koopia kui rekonstruktsioon ei saa olla autentsed.

Kui eesmärgiks on välise vormi säilitamine, saab nõrgad ja murenevad/lagunevad materjalid vahetada vastupidavamate vastu. Kui aga eesmärgis on säilitada originaalmaterjali, tuleb reeglina minna kompromissile, mille praktiline väljendus sõltub konkreetse objekti eripäradest. Ühelt poolt tuleks materjali need osad, mis enam oma tehnilist funktsiooni ei täida, igal juhul välja vahetada. Teiselt poolt peaks originaalmaterjal maksimaalselt (sõltumata tehnilisest olukorrast) säiluma, uus materjal (näiteks mörtide puhul) peab sellisel juhul originaalmaterjali kaitsma, mitte kahjustama. Hindemark`i arvates peavad vana ehitustehnika ja materjalid võimalikult komplekselt: “...saama võimaluse saada päästetud tuleviku nimel. Kui mitte pikemaks ajaks, siis järgmise põlvkonna hinnangutel peab olema sarnane alus, nagu see, mille meie omal ajal üle võtsime ja mille üle kohut mõistame.” [1, lk 18-19]. Kahjuks on seda nõuet praktikas kohati väga raske järgida, kuna uue (küll sarnase, loomulikult) materjali omadused ning koosmõju vanaga ei ole ennustatavad.

Kasutuses oleva vana ehitise või rajatise lagunevate osade väljavahetamine, olgu selleks siis kivi, krohv, puit või plekk, on siiski vältimatu, kuid selleks tuleb kasutada sobivat ehitustehnikat ja võimalikult traditsionaalseid materjale. Ka Hindemark`il jääb alles küsimus, et “...kuidas pakkuda spetsiifilisi vananemisprotsesse, et tulemus oleks usutav...” [1, lk 14].

Igal juhul toovad kõik seda laadi vahelesekkumised endaga kaasa riske, võides anda nii paremaid, aga ka halvemaid tulemusi. Alles pärast pikka prooviperioodi saab hakata tulemustest rääkima.

2.2. Restaureerimine ja raha

Kummardades Raha puhas neitsilikkust, kõikvõimsa Raha ema, on see protestantlik viis kummardada Madonnat [6]. Kui Rumalal on palju raha võib ehituslikuks tulemuseks olla midagi negatiivses plaanis väga ettearvamatut. John Ruskin on öelnud, et *Rumal ehitab rumalalt, Tark arukalt, Virtuoso kaunit ja Tige nurjatult* [6, lk 135]. On parim, kui raha ja rumaluse teljele ei jääks ette mõni ehitismälestis.

Vanade väärtuslike hoonete või rajatiste säilimise jaoks võib raharessursi mõju kriitiliseks või isegi hukatuslikuks osutuda juhul, kui:

- raha on liiga vähe - pidevalt vajaliku remondi ja hoolduse puudumisel ehitise aja jooksul lihtsalt hävineb kulumise teel ebasoodsates tingimustes;
- raha on liiga palju – millisel juhul võidakse lahendustega kalduda liialdustesse.

Ajalugu on rikas näidete poolest.

- Riia linn on olnud soodsa asukoha tõttu tähtis sadamalinn ja kaubanduskeskus Hansa Liidu aegadel, hiljem tähtis tööstus-, kaubandus- ja Balti piirkonna halduskeskus Tsaari Venemaa perioodil. Läbi aegade on valitsenud õitseng ja jõukus, mille tulemuseks on muljetavaldava hoonestusega, kuid suhteliselt uus kesklinn. Iga uue aja jõukus ja raha on soovinud ennast jäädvustada ja sageli õnnestub see realiseerida varasemate ehitiste vundamentidele.
- Stockholm. Kuigi linn ei ole sõdades kannatada saanud, otsustati Teiste maailmasõja järgsel perioodil süsteemselt likvideerida kesklinna puithoonete kvartalid ning asendada modernsema hoonestusega. Täna on tehtud tõsisest veast aru saadud ja rootslased on möödunud aegade puithoonestuse tulihingelised väärtustajad ning kaitse propageerijad mitte ainult Rootsis, vaid ekspordivad aktiivselt seda suunda ja vajalikke teadmisi ka lähiümbruse maadesse.
- Tallinn minetas peale jõukat ja aktiivset hansaaega järk-järgult oma tähtsuse ning muutus Tsaari Venemaa perioodil uniseks kubermangulinnaks. Konservatiivne vaesus peale hansaaega pärssis aktiivset ehitustegevust, eemalejäämine suurematest sõjatandritest aitas säilitada olemasolevat hoonestust, tänu millele on keskaegsed ehitised ja rajatised erakordselt hästi ning terviklikult säilinud.

Tänapäeva Eestis moodustavad peamise osa mahukamate remont-restaureerimistööde tellijatest erastruktuurid – eraettevõtted ja eraisikud – kes on saanud tagasi, ostnud või investeerinud muul viisil vanadesse hoonetesse ja rajatistesse. Dirigendikepik on tihtipeale tellija käes, kes rahastab ja tegelikult võtab enesele ka vastutuse teostatava eest. Kõikidel projektidel on reeglina äriplaan ja tasuvusplaan, sest investeeritav raha peab tootma uut raha. Metseenlusejuhtumeid on kas vähe või pole üldse.

Vältimaks raha poolt olulisel määral lõpptulemi dikteerimist on vajalik konseptuaalselt määratleda, millistes küsimustes olla vankumatu ning kus teha kompromisse ning millega peavad arvestama kõik protsessis osalevad pooled - arhitektid, projekteerijad, insenerid, ajaloolise järelevalve teostajad restauraatorid ning muidugi ka tellija ise.

Võib nimetada kahte põhisuunda, mille alusel on võimalik teha otsuseid:

1. kompromissitult tuleb säilitada ja konserveerida väga väärtuslikke asju, mida on vähe ja mis on isegi museaalse väärtusega (näiteks talalaed, maalitud seintel ja talalagedel, raiddetailid jms);
2. kompromisse võib teha vähemväärtuslike objektide ja detailide osas, millede uuendamine on oluline hoone plaanilahenduse, funktsionaalsuse ja normaalse ekspluateerimise seisukohalt. Nii tuleb hoonetes kaasajastada kütte-, veevarustuse-, kanalisatsioonisüsteemid jt eriosad, mida hoone esmaehitamisel sisuliselt ei eksisteerinud või eksisteeris teisel kujul.

Kindlasti ei tohi minna kõige lihtsamat teed, kui väärtuslikust hoonest jäetakse alles ainult välismüürid ja mõned üksikud detailid ning kogu ülejäänud osa ehitatakse üles uue ja modernsena. Selliseid näiteid võib rohkesti leida nii Euroopast kui Eestist.

Kuulekalt on vaja hoida seda, mis on tõene, ilus ja väärtuslik. Kuulekus on distsipliin, haritus ja austus [6, lk 209].



Foto 4 Stenbocki maja 1996 suvel

2.3. Nõuded restaureerimismördile

Restaureerimismördi definitsioon võiks olla järgmine: originaalmördiga oma omadustelt võimalikult sarnane mört, mis peab originaalmördi kaitsma ning olema lagunemise korral võimalikult lihtsalt eemaldatav ja uuendatav [26, lk 9].

Üldistes deklaratsioonides mingeid spetsiaalseid nõudeid mördi omadustele ja materjalidele ei esitata, kuna need peab määrama konkreetse ehitise/rajatise originaalmördi uurimistulemused.

Eestis on restaureerimismörtide käsitusel levinud üldine arvamus “hea, traditsioonilisel märglubjal baseeruvast lubimördist” ja “halvast, mittekölblikust tsementmördist”. Nii must-valge käsitus ei ole muidugi õigustatud, sest vanade mörtide uurimistulemused on andnud väga erinevaid tulemusi väga “rasvaste” ja “lahjade” lubimörtide, hüdrauliliste lubimörtide ja (ehitistel alates 19. sajandi lõpust) lubitsementmörtide näol. Kusjuures olulisel määral varieeruvad ja erinevad mörtides kasutatud lubja enda koostis, täiteaine terastikuline koostis, lisandid ja nähtavasti ka valmistusviisid. Oluline on ikkagi originaalmördi omaduste võimalikult täpne uurimine ja siis restaureerimismördis jäljendamine, kusjuures vana mört võib osutuda ka lubitsementmördiks. Nii on näiteks käesolevas töös uuritud, 1935.a. rekonstrueeritud Toompea lossi lõunatiiva fassaadi krohvimört lubi-tsementmört (komponentide lubi-tsement-liiv massisuhtena 1:0,6:7,4) (vt lisa 4).

Peamiseks probleemiks on asjaolu, et käepärasemate uurimistulemustena saame me tänapäeval vanades mörtides määratleda sideaine(-te) tüübi, sideaine(-te) ja täiteaine massivahekorra ning täiteaine terastikulise koostise. Paraku ei anna need tulemused veel täit infot originaalmördi jäljendamiseks, mistõttu ei praktilisest ega restaureerimisfilosoofilisest vaatenurgast lähtudes ole teada, milliseid tagajärgi sekkumine esialgsesse müürikonstruksiooni juhul, kui kõiki nõudmisi parandusmördi puhul ei täideta, kaasa võib tuua.

Üldlevinumad kirjanduses esinevad mõningad soovitusel ja nõuded restaureerimis- ja parandusmörtidele on :

- tehniliselt peaks mört tegema “koostööd” esialgse mördi ning alusmüüritisega, mille tagaks originaalmördile võimalikul sarnase mördiresepti väljatöötamine;
- väljanägemiselt peaks mört sarnanema esialgse mördiga;

- mört ei tohiks olla originaalmördist oluliselt tugevam või tihedam - see suurendaks riski vana mördi lagunemiseks;
- viimistlismördil peaks olema madal elastsusmoodul;
- restaureerimistöodel tuleks kasutada traditsioonilist, pikalt lubjaaugus (isegi 5...10 aastat) laagerdunud märgkustutatud lupja;
- veeslahustuvate soolade sisaldus peaks mördis olema võimalikult madal;
- mörti peaks saama kergelt eemaldada ilma originaalmörti ja alusmüüritist kahjustamata [26, lk 18-20].

2.4. Varasemast uurimistööst lubimörtide osas

Rahvusvaheliselt on kõige rohkem sellealseid uuringuid tehtud Skandinaavias. Aktiivsema uurimise ja eksperimenteerimise üheks põhjuseks on Põhjamaade küllaltki ebasoodsad (rohked sademed, kõrge niiskus, talviti palju külmumis-sulamistsükleid) ilmastikutingimused, mille mõjul materjalid ja mördid murenevad ning lagunevad intensiivsemalt.

Põhjamaadest on enim uurimusi tehtud Rootsis. 1950-ndail tegi ulatusliku uurimistöö aruande G. Hindersson – “Lubi- ja lubitsementmört. Sisekrohv betoonil” [43], kus esmakordselt uuriti ka krohvide nakketugevust ja selle seost krohvide teiste mehhaaniliste omadustega.

1980-ndail avaldas mitu olulist krohviuurimust K. Sandin: fassaadi niiskustehnikat käsitlev “Krohvi mõju fassaadi niiskusbilansile” [44] ning krohvi mehhaanilisi omadusi (sh naket) käsitlev “Krohvi- ja väliskihiprobleemid: teadus, hüpoteesid ja praktiline kogemus”. [45]. 1984.aastal ilmusid “Lubikrohv 1” ja “Lubikrohv 2” [9]. Esimeses oli kokku võetud 220-ne 1960-80 Rootsis teostatud krohvimis- ja värvimistööde inventeering. Teises on O. Hindmark ja I. Holmström käsitlenud tolle ajahetke tehnilisi teadmisi lubikrohvist. Need teosed on tõlgitud ka eesti keeleks.

1990-ndail avaldas rootsi töögrupp (K. Sandin, J-E. Lindqvist, H. Sandström jt.) ajalooliste hoonete krohviuuringud “Lõuna-Rootsi vanade lubikrohvide ja -mörtide analüüsid” [46].

Teistes põhjamaades oli kuni 1990-te aasateni tegelikke uuringuid tehtud vaid VTT-s (Riiklik Tehniline Uurimiskeskus) Soomes 1985 aastal, mil avaldati esimesed analüütilisemat laadi uurimused lubja - ning viimistlismördi alal : T. Perander “ Vanad ja kaasaegsed mördid ajalooliste ehitiste restaureerimisel” [47]. 1997 ilmus T. von

Konow'I põhjalik restaureerimismörte käsitlev uurimustöö "Restaureerimine ja parandamine krohvi- ja müürimördiga" [26], milles antakse nõudeid ja soovitusi restaureermismördi koostisele.

Taanis ja Norras oli lubikrohviuuringute osa tühine. Toetunud on lihtsalt praktilistele kogemustele selles valdkonnas [26, lk 9].

Ühistööna avaldas põhjamaade töögrupp koosseisus H. Dührkop (Taani), V. Saretok (Rootsi), T. Sneck (Soome) ja S.D. Svendsen (Norra) 1966.a. ulatusliku käsiraamatu "Mört. Müürimine. Krohvimine" [48], kus käsitleti ka lubikrohvi ja müüride renoveerimist.

Laborikatseid sobivate lubikrohvisegude püsivuse uurimiseks on siiski tehtud vähe. Rohkem on uuritud vanu ajaloolisi mördisegusid, mille koostised nii sideaine sisalduse kui täiteaine terasuuruse jaotuse poolest on väga erinevad ning samuti sisaldavad paljud mördid erineval hulgal hüdraulisi komponente. Uurida on saadud ainult säilinud mördisegusid, mis on (kas õnnestunud koostise või vihma-, külmavaba asukoha tõttu) vastu pidanud aastasadu.

Rahvusvaheliselt huvi lubisideaine baasil restaureerimismörtide vastu algas 1980-ndatel, mil Roomas toimus (1981) sümposium "Ajalooliste ehitiste konserveerimisel kasutatavad mördid ja tsemendid". Tõsisem praktiline tegevus algas siiski 1990-ndate alguses. Loodi erinevaid komiteesid ja uurimisgruppe, millest oluliseimana võib ära tuua Eurolime (1991, foorum Euroopa teadlastele, tootjatele ja ekspertidele). Eurolime esialgne idee oli uurimuste ning tulemuste omavaheline ühendamine, kuid selleks vajalikke ressursse ei ole käepärast olnud. Uurimuste ühendamine on keeruline, kuna mördisegude toormaterjalid on sageli puudulikult kirjeldatud, mistõttu kirjutatu ümbertöötamine, täiendamine või praktiline kasutamine muutub teiste poolt väga raskeks [26].

2004.a. alguses moodustati Peterburi, Soome ja Eesti ehitusnimeste ja materjalitootjate initsiatiivil Balti Restaauraatorite Assotsiatsioon eesmärgiga siduda enam Balti merd ümbritsevate riikide restauraatoreid ja anda seeläbi täiendav võimalus teadmiste-kogemuste vahetuseks ning koolituseks. Tõsisemalt käsitleti ka lubimörtidega seonduvat. Selgus, et piirkondade väljakujunenud traditsioonid ja kogemused on piisavalt erinevad, et neid mingi läbiva joonena ühendada. Nii on Baltikumi riikidest Leedul väga tugevad Poola ja Saksamaa mõjud, kus vanadel hoonetel kasutatakse väga julgelt ja suures mahu saneerivaid lubitsementmörte või mörte hüdraulilisest lubjast (nõ valmis

krohvisüsteeme). Saksamaa ja Poola hoonestus sai Teises maailmasõjas väga suuri purustusi, mistõttu väga palju vanu hooneid on lihtsalt vormisiliselt ennistatud (uuesti üles ehitatud, näiteks Varssavi vanalinn), millisel juhul materjali autentsuse tagamine, ka. krohvi- ja müürimörtide osas, on nagunii võimatu.

Petreiburis ollakse hetkel analoogses olukorras, milles Eesti oli 1990-te alguses, mil hakati lubimörtide ja –värvide tehnoloogiaid “taasavastama”.

Eestis toimus esimene lubjalane seminar 1991.a. aprillis, kus tõdeti, et *viimastel aastakümnetel oli ajalooliste hoonete krohvimörtide ja –värvitüüpide valikul tehtud tõsisemaid ehitustehnoloogilisi vigu ja kus võeti suund selliste hoonete fassaadide restaureerimisel traditsioonilisel märglubjal baseeruvate krohvide-värvide kasutamisele* (vt lisa 2).

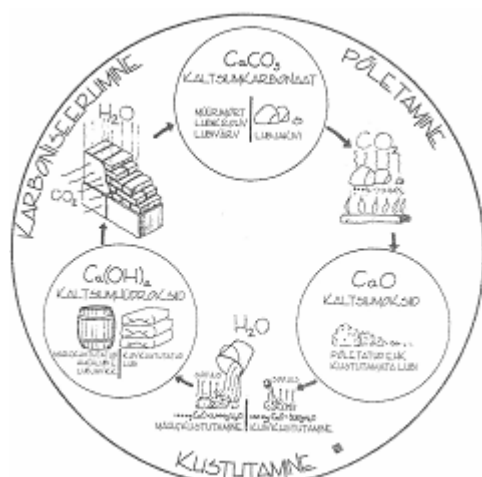
Eestis on väga tugevad põhjamaade, eelkõige Rootsi sellealaste teadmiste ja traditsioonide mõjud. 1990-te teisel poolel teostati Eestis Rootsi riigi rahaliste vahendite abil ja juhtimisel mitu olulist objekti- Kadrioru loss ja Rootsi-Mihkli kirik. Mõlema hoone vanadele krohvdele tehti väga põhjalikud uuringud (vt lisad 7, 8) mille alusel töötati välja restaureerimistehnoloogia. Rootsi-Mihkli kiriku krohvi on uuritud ka käesolevas töös.

Esimesed põhjalikumad uurimistööd kodumaistel traditsioonilistel materjalidel baseeruvatest lubimörtidest on teostatud insener Heino Uuetalu initsiatiivil ja juhtimisel aastatel 1999 (“Lubimörtide koostisest ja kasutamisest konserveerimis- ja restaureerimistöödel”) [2] ja 2000 (“Konserveerimis- ja restaureerimistöödel kasutatavate lubi- ja segamörtide koostise ja püsivuse uurimine”) [38] Tallinna Tehnikaülikooli ehitusmaterjalide katselaboris. Töodes on uuritud kodumaisel märglubjal (nn. “Saaremaa lubi”) ja tsemendil (Kunda Nordic portlandtsement) erineva koostisega lubi- ja lubitsementmörtide kivilinemiskineetikat, tugevust, külmutuskindlust, veeauru läbilaskvust. 2003.a. kaitses teemal “Lubimörtide püsivusomaduste parandamise võimalused” [29] TTÜ-s magistratöö Andrus Uuetalu, kes osales ka eelmisi uurimusi teinud töögrupi töös.

3. LUBJA OLEMUSEST JA KIVINEMISPROTSESSIT

3.1. Õhklubi

Lubi on õhksideaine, s.t. et tardumine ja kivinemine toimuvad õhus [28, lk 2]. Õhklubi on puhaste (erinevaid lisandeid mitte enam kui 6...8 %) ja tihedate kaltsiumkarbonaatsete (CaCO_3) kivimite põletamise produkt [27]. Lubjakivi põletamisel toimub selle lagunemine: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$, mille tulemusena süsinikdioksiid



eraldub ja tekitab kaltsiumoksiid ehk kustutamata lubi. Tööstuslikus õhkclubja tootmisprotsessis (suurtes šahtahjudes) toimub lubjakivi põletamine temperatuurivahemikus 1000...1200° C. Traditsioonilises lubjaahjus ja puitkütte kasutamisel on põletustemperatuur madalam, mistõttu saadakse oluliselt reaktsioonivõimelisem lubi [29, lk 3]. Temperatuurivahemikus 800...850° C lubjakivi põletamisel tekitab käsnataolise struktuuriga, väikese kristallisuurusega (~ 0,2...0,3 µm) ja suure eripinnaga põletatud (kustutamata) lubi. Kuumutustemperatuuri tõusmisel üle 900° C kasvab lubja kristallide suurus kuni 0,5 µm, väheneb eripind ja koos sellega reaktsioonivõimelisus [27]. Seetõttu on tööstuslikult toodetud lubi traditsioonilisest lubjast oluliselt väiksema reaktsiooni kiirusega. Põletatud õhkclubja tükid või Joonis 1 Märgkustutatud lubja ringlus [11] pulber muutuvad vee lisamisel:

$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2 - 65 \text{ kJ}$, peeneteraliseks kustutatud lubjaks ehk kaltsiumhüdrosiidiks ning eraldub kindel soojushulk.

Tööstusliku kustutamise korral lisatakse jahvatatud CaO-le keemiliseks kustutusreaktsiooniks vajalik veehulk (u 320 g vett/1000 g lubjale) [11, lk 13]. Saadakse tehniline ehk kuivkustutatud pulberlubi.

Traditsioonilise tükclubja kustutamisel lisatakse CaO-le vett liiaga, nii et tekitab taigna püdel mass. Kustunud lubjamassil tuleb seejärel lasta laagerduda lubjaaugus, kus liigne vesi eraldub pinnasesse ja tulemuseks on lubjapasta, mis mahuliselt sisaldab umbes 50 % Ca(OH)_2 ja 50% vaba vett. Nii saadakse traditsionaalne ehk märgkustutatud lubjapasta.

Põletatud lubja kustumise kiirust mõjutab otseselt selle kristallide ja eripinna suurus. Mida suuremad on kristallid, seda väiksem on reageerimisvõime ning seda aeglasemalt toimub hüdratatsiooniprotsess.

Märgkustutatud lubja lubjaaugus nõutud laagerdusaeg on eri aegadel olnud väga erinev: 10...25 aastat (vanad ehitusmeistrid) [26, lk 19], 3 aastat (Vitruviuse) [11, lk 13], 1-2 aastat (Saaremaa lubja tootmis-protsessis) [13, lk 37]. Pikema laagerduaja nõue on põhjendatav sellega, et peale Rooma riigi kokkuvarisemist ja tsentraalsete lubjavalmistamisteadmiste ajutist kaotamist valmistati rohkesti väiksema kustumiskiirusega ala- ja ülepõletatud lubja (vt. peatükk __), mis nõudis täielikuks kustumiseks enam aega.

3.2. Õhkclubja kivinemisprotsessist

Lubja kivistumist nimetatakse karbonaatseks kivistumiseks, kusjuures toimuvad kaks paralleelselt toimuvat protsessi:

1. Ca(OH)_2 väljakristalliseerumine üleküllastunud vesilahusest, mis saab võimalikuks vee aurustumise tõttu. Moodustub geel, mis tiheneb, tekkivad Ca(OH)_2 kristallid, mis kasvades ja üksteisest läbi põimudes moodustavad struktuuri.

2. kristalliseerunud Ca(OH)_2 karboniseerumine õhus leiduva süsihappegaasi CO_2 toimel: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, mille tulemusena moodustub karbonaatne tehiskivi [27].

Õhu käes karboniseerumine on aeglane protsess. K. Åkessoni andmetel kulub näiteks 10 mm paksuse lubikrohvikihiki kivistumiseks soodsatel tingimustel üks kuu [12, lk 7]. Esimesena karboniseeruvad mördi pealsmised kihid, mis omakorda aeglustab süsihappegaasi pääsu mördi sisemiste kihtideni ning protsess aeglustub veelgi. Niisiis saavutavad lubimördid oma esmase tugevuse kuivamise ja Ca(OH)_2 ümberkristalliseerumise arvel, edaspidine karboniseerumisprotsess võib toimuda veel aastaid.

Hoolimata sellest, et karboniseerumise käigus tekib vesi, on vaja lisaniiskust selleks, et karboniseerumise jätkumiseks lahustada õhus leiduvat süsihappegaasi. Madala niiskuse-sisalduse juures ei saa mört karboniseeruda. Sobiv on mört niiskusega 5...8 % [26, lk 22].

3.3. Hüdrauliline lubi

Hüdraulilistel lupjadel on omadus tarduda ja kividena nii õhus kui vee keskkonnas [28, lk 3]. Hüdrauliline lubi on savilisandit (8...25%) sisaldavate lubjakivide põletamise produkt (nagu portlandtsementgi, kuid ilma toormaterjali klinkriks „kokkuküpsetamata” ehk madalamal temperatuuril). Mida enam lubjakivi sisaldab savilisandit, seda madalam on optimaalne põletustemperatuur, jäädes peamiselt vahemikku 900...1100° C. Nimelt, Al_2O_3 , Fe_2O_3 ja SiO_2 oksiidide tooraines sisaldumisel tekkivad põletustemperatuuridel 800-1200°C kaltsiumsilikaadid, -ferriidid ja -aluminaadid, mis muudavad lubja aeglaselt kustuvaks [27]. Kuna hüdrauliline lubi kivistub ka vee keskkonnas, siis seda lubjaaugus laagerdada ei saa. Hüdraulise lubja kivinemisel toimuvad kaks paralleelset protsessi:

- suhteliselt kiiresti (tundide ja päevadega) geelstruktuuri moodustumine (iseloomulik portlandtsemendile);

- suhteliselt aeglaselt (nädalate ja kuudega) kristallisatsioon ja karboniseerumine (iseloomulik õhklubjale).

Geelstruktuuri dominatsioon ja tugevus tehiskivis (seega ka tehiskivi terviklik tugevus) sõltub hüdrautiliselt reageeriva aine osatähtsusest tooraines, võrreldes lubianega.

3.3. Koostiskomponentide vastastikused füüsilised ja keemilised toimed mördis.

Sideaine (lubi, tsement või mõlemad koos) ülesandeks on siduda ja fikseerida mört-sideaine ja liiva segu – tekkivas tehiskivis ühtseks massiks. Vesi on vajalik, et muuta mört töödeldavaks ja aktiveerida sideaine kivistumisprotsess. Ainult puhta sideaine kasutamine ei ole võimalik nii majanduslikel kui tehnilistel põhjustel: see oleks liiga kallis ning puhas sideaine segatuna veega kivistub suure mahukahanemise tõttu lõhki. Seetõttu on vajalik täiteainena liiva kasutamine. Liivaterade ja sideaine vahel tekkivad kontaktpinnad on otseses sõltuvuses liivaterade mineraloogilisest koostisest, suurusest ja kujust ning sideaine jaotusest liivaterade vahel. Vesi mõrdisegus on vajalik ka liiva ja sideaine vaheliste kontaktpindade niisutamiseks ning tühja ruumi ja pooride täitmiseks, kusjuures osa veest kuivab välja pinna kaudu, osa imeb endasse aluskiht.

Enne kivistumise algust on mördi ja vee vahelisteks füüsilisteks mõjudeks: mördile töödeldavuse andmine; mördile esmase poorstruktuuri tekkimine (peale segamist ja enne kuivamise algust); mördis pragude tekkimine (kui vesi kuivab liiga kiiresti mördist välja) [26, lk 21]. Vee reageerimisel sideainega algavad keemilised reaktsioonid: lubja karboniseerumine ja tsemendi hüdratiseerumine, mille tulemusena tekkib tehiskivi.

Peale mördi kivistumist avaldab selle püsivusele olulist füüsilist toimet taas vesi: mördi märgumine sademete, pinnasevee või kondentsvee tõttu; märgunud mördis vee külmumine (paisumine) ja sulamine (kokkutõmbumine); lahustunud soolade transport mördis, vee aurustumispiirkodades soolade väljakristalliseerumine ning selle lõhkuv mõju (täpsemalt käsitletud ptk 9).

4. LUBJAST JA LUBI- MÖRDIST-KROHVIST LÄBI AJALOO

Lupja hakati sideainena tarvitama hiljem kui savi ja kipsi. Müüri-, krohvimörtide ja värvide valmistamiseks kasutati seda siiski Mesopotaamia aladel, Egiptuses ja Hiinas juba mitmeid tuhandeid aastaid enne Kristust. Üks vanimaid lubjapõletusahje on leitud endise Mesopotaamia aladelt, mille vanus arvatakse olevat ca 2500 a. eKr [3, lk 2-4].

Lubimördi valmistamine toimus nagu tänapäevalgi: lubjakivi põletamisel saadud lubi

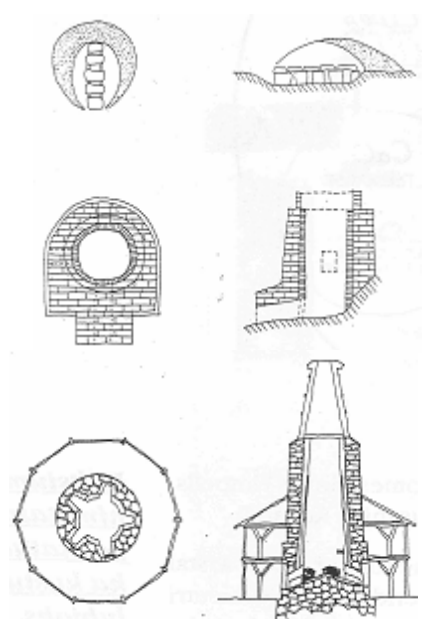


kustutati ja segati vett lisades sobivas vahekorras liivaga.

Vaadeldes lubimörte-ja krohve läbi ajaloo, võib öelda, et aastasadade jooksul kujunenud ja muutunud kohalikest ehitustavadest lähtuvalt on nende koostised väga erinevad. Asjaolu, et vanad lubimördid ja –krohvid on tänaseni säilinud, annab tunnistust, et tegemist on ehitusmaterjaliga, millel võib soodaste tingimuste korral olla märkimisväärselt pikk eluiga. Fotol 5 Foto 5 Müürimört Viljandi linnusest on saetud pind väga hästi säilinud lubimördist vanusega u 500 a. Viljandi ordulinnuse müüritisest. Selle mördi survetugevuseks saadi lubikrohvi kohta suurepäraseks 6,2 ja 8,4 N/mm² (vt. lisa 3).

4.1. Lubja saamisest

Joonis 2 Eri tüüpe lubjaahje [9, lk 12] Sobiva lubjakivi murdmisest.



Läbi ajaloo on soovitud leida võimalikult puhast kivi (st. ilma savimullata ja toonivate soolade lisandita). Lubjakivi püüti murda värskeist, kergelt niisketest kaljudest. Mida kõvem oli kivi, seda paremat lupja arvati see andvat. Eelistati kristallilist kivimit settelisele.

Poorsest kivist arvati siiski saavat head lupja krohvimördiks, ränilisandiga kivist aga head lupja võlvide ja teiste ehitiste konstruktiivsete osade müürimiseks.

Aja jooksul hakati hindama ka vähem puhtaid

lubjakivisorte: savilisandid andsid mördile hüdraulilised omadused, magneesiumirikkus (dolomiitsed lubjakivid) tagas tugevuse [9, lk 12-14].

Transpordiloo ja -maksumuse seisukohalt oli juba siis ülioluline oli murdmiskoha ligipääsetavus.

Lubjakivi põletamisest. Lubjakivi on põletatud reeglina murdmiskoha juures, sest murtud kivid on vedamiseks rasked. Põletamisel kergeneb mass peaaegu poole võrra. Põletusahju konstruktsioon on aja jooksul varieerunud ja täiustunud (vt. joonis 2), muutunud on ka lubjakivi ahju ladumise viis. Lihtsaimaks lubjapõletusahjuks on olnud

miil – osaliselt maasse kaevatud kolme seinaga ja katuseeta ruum. Antiik- Rooma aegadest on säilinud ca 6-8 m kõrgete püstahjude kirjeldused [10, lk 3]. Ahjude suuruse määras toodanguvajadus. Põletusel oli tähtis paigutada kivimaterjal ja kütus selliselt, et oleks tagatud õhu (hapniku) ühtlane juurdepääs, mis tagaks kogu ahjutäie lubjakivi võimalikult ühtlase põlemise. Samuti olid olulised põletuse aeg ja temperatuur.

Igal põletusahjumeistril olid reeglina omad tavad ja erioskused, millest olenes põletuse



Foto 6 Lubjaahju sisevaade

Lubjatootmine Saaremaal 90-ndate keskel.



Foto 7 Lubja põletusprotsess

kvaliteet. Selle alusel eelistati ühte põletusmeistrit teisele.

Kütusena kasutati enamasti puitu, õlimaarjaskivi leiu- aladel vähesel määral ka

seda.

Tänapäevane tööstuslik

lubja- põletamine sai alguse 1885.a. leiutatud pöördahjudes [11, lk 11]. Sellega algas tööstuslikult toodetud kuivkustutatud lubja tootmine.

Põletusjärgsest kustutamisest.

Põletatud ehk kustutamata lubja kustutamiseks lisatakse vett ja toimuva keemilise reaktsiooni tulemusena (kaltsiumoksiidi ühinemisel veega) moodustub kaltsiumhüdroksiid ehk kustutatud lubi [11, lk 12]. Kuna keemilise reaktsiooni käigus eraldub rohkesti soojust, läheb vesi keema ja osaliselt aurustub. Kustutamisel suureneb lubja maht u 200-350% [11, lk 13].

Lubja kustutamiseks kasutati erinevaid tehnikaid, näiteks:

- kustutamine lubjaaugus niiskes maapinnas;
- kuhikustutamine;
- kustutamine vahetult mördisegamise käigus.

Kuni tööstusliku lubjapõletuseni ja kustutamiseni (kuivkustutamiseni) rakendati lubja märgkustutamist- vett lisati nii palju, et kustutatud lubi muutus märjaks taignaks. Kustutatud lubja võib säilitada ükskõik kui kaua, aja jooksul selle kvaliteet ainult paraneb. Liiga lühikese laagerdusaja jooksul ei pruugi vesi pääseda lubja sisemiste osadeni, mistõttu lubi kustub ebaühtlaselt. Antiik-Roomas pidi ehitusmeister, näiteks, vastutama selle eest, et lubi oleks lubjaaugus laagerdunud vähemalt kolm aastat. Antiik-Rooma insener ja arhitekt Vitruvius on kirjutanud, et kui labidas jääb

lubjатаignasse lüües ja sealt välja tõmmates puhtaks, siis on lubi lahja. Kui lubjатаigen jääb labida külge nagu liim, on lubi korralik [11, lk 12].

Kuhikustutamist on kasutatud vähesel määral näiteks Gotlandil. Põletatud lubjakivi kaeti liivaga ja läbi liiva lisati aeglaselt vett. Kustutamise lõppedes segati liiv otse lubjasse. Saadud vähima veesisaldusega mört võimaldas rammusamaid segusid, kui teised kustutusmeetodid [9, 39-40].

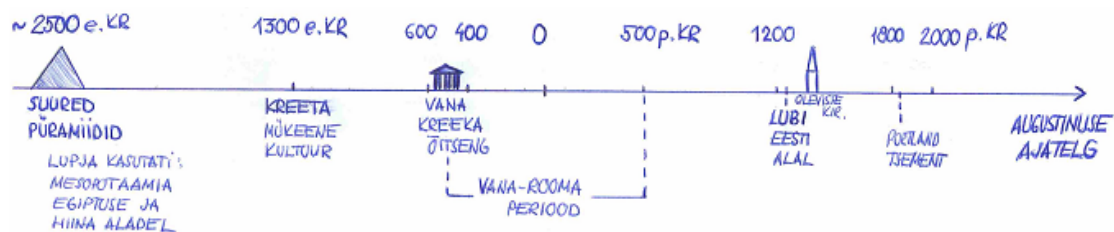
17. sajandi teisest poolest on Euroopast ja Põhjamaadest teateid lubja kustutamisest mördi segamise käigus. Selline segu arvati saavat tugevam.

Hüdraulilist lubja ei tohi peale märgkustutamist säilitada lubjaaugus, sest ta seob ka vee all. Seetõttu kasutati märjalt kustutatud hüdraulilist lubja kesk- ja uusaegsete ehitiste müüri- ja krohvitöödel ehitusplatsil väikeste osade kaupa, mis kasutati mõne päeva jooksul ka ära.

Tööstuslikult põletatud lubja puhul kasutatakse kuivkustutamist. Põhimõte on, et peenestatud kustutamata lubjale pihustatakse täpselt niipalju vett, kui kustumiseks on vajalik. Saadakse kustutatud pulberlubi [12, lk 3].

4.2. Lubja kasutamise arengust

Lubja põletamise ja kasutamise oskus on Lääne kultuuriruumi aladel liikunud alljärgnevalt: Egiptus, Mesopotaamia alad (alates 3. aastatuhande keskpaigast eKr) → Kreea saar (Mükeene kõrgkultuur u 1000 a eKr) → Antiik-Kreeka (alates 1. aastatuhande keskpaigast eKr kasutati juba laialdaselt, näiteks Ateena Pikad müürid) → Antiik-Rooma (alates 1. aastatuhande keskpaigast eKr kasutati väga laialdaselt, kujunesid välja üleriigilised kvaliteeditavad) → Ida-Rooma ehk Bütsants (alates 4. saj pKr) → Germaani alad (alates 1. aastatuhande lõpust pKr) → Skandinaavia, Vene alad (u 1000 a pKr).



Joonis 3 Lubja kasutamise areng üldisel ajateljel

Nagu töö sissejuhatuses juba kirjeldatud, jõudis lubja põletamise ja lubimördi valmistamise oskus Eesti alale 13. sajandi alguses tule ja mõõgaga, kui Saksa, Taani ja Rootsi sõjajõud siinsed alad vallutasid. Lubja teekonnaks Ateenast Tallinnani kulus u

1700 aastat [13, lk 29]. Maa uutel omanikel oli vaja ehitada rohkesti kivikirikuid uue usu kinnistamiseks ja paganrahva ristimiseks ning ordu- ja piiskopilinnuseid uue võimu kantsidena. Lubja Eestisse jõudmisel avanes Eesti põhja- ja lääneosas rohkesti leiduva paekivi tõeline väärtus ehitusmaterjalina.

Kiiresti kujunes lubjatootmisest tööstusharu mörtide valmistamiseks, mis hoogustus eriti mõisate ehitamisega. Lubja põletamine muutus mõisnikele kasulikuks tuluallikaks, sest koos linnade arenguga läks lubjamüük üha paremini. Mõisates viljeldi edukalt kaht tulusat põletusprotsessi, viina- ja lubja põletust.

4.3. Lubimördi valmistamisest

Lubimördi on tavaliselt peetud nõrgaks ja ebakindlaks, eriti niiskes keskkonnas. Tähtsaimaks eesmärgiks on olnud mördi suure tugevuse saavutamine, mis on pannud ehitusmeistreid mörtide koostisega eksperimenteerima. Tänapäevani säilinud vanad müüri- ja krohvimördid annavad tunnistust nende eksperimentide edukusest. Samas on teada, et alati ei ole lubimördid ka õnnestunud.

Roomlaste kasutatud ja osadel ehitistel ka tänapäevani säilinud lubimördi suur tugevus põhjustas arvamuse, et tolleaegsed ehitajad valdasid mingit erilist, nüüdseks kaduma läinud saladust. Mörtide analüüs on selle väite ümber lükanud. Kvaliteetse lubimördi tagavad pikalt lubjaaugus laagerdunud lubi sideainena, õige terastikulise koostisega liiv ja nende hoolikas segamine.

Täiteaine – liiv.

Puhas lubi veega moodustab sideainekivi, mis olulise mahukahanemise tõttu lõhki kuivab. Seetõttu tuli lubja lahjendada liivaga. Oluline oli ka majanduslik kaalutus- lubi oli piisavalt hinnaline, mistõttu püüti lubja mördis kasutada ainult nii palju kui vaja. Hea mördiliiv peab:

- olema mulla- ja huumusevaba;
- koosnema erineva suurusega teradest, millest u 5-10% oleks fillerit ehk peeneteralist osa;

- sisaldama kandilise, nurkja kujuga ja krobelse pinnaga liivateri, mis omavahel ei libiseks (vt foto 8); halvim on lamedateraline ja siledapinnaline liiv [11, lk 16].

Oluline on, et lubi täidaks maksimaalselt liivaterade vahelise ruumi, sest see tagab ühtlase ja tugeva struktuuri. Lamedateralise liiva terade nurkja asendi korral üksteise

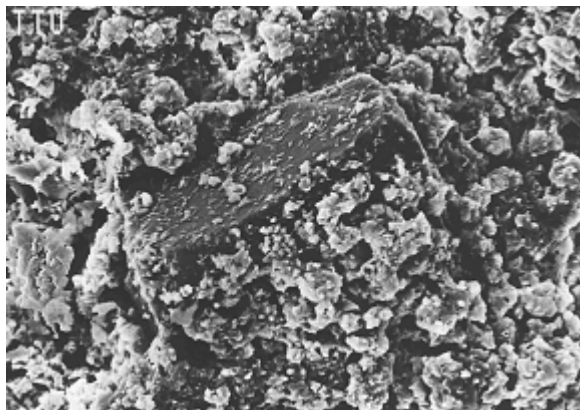


Foto 8 Elektronmikroskoobifoto Toompea lossipea-fassaadi krohvist – ideaalne liivatera (1994).

suhtes võib jätta nende vahele palju tühja ruumi, mida sideaineosised ei pruugi kogu mahus täita. Sile pind halvendab liivaterade naket sideaineosistega. Samuti on liivaterad ka üksteisega kokkupuutekohtades sileda pinna tõttu kergemad liikuma (näiteks mördi deformatsioonide korral).

puhtust sellele valge riide pealeheitmisega - must liiv määrib riide [11, lk 16].

AntiikRooma arhitekt Vitruvius soovitas u 2000 aastat tagasi kontrollida liiva

Lubimörtide valmistamiseks on enamasti kasutatud kohalikke liivasid. Paksude krohvikihide puhul on püütud kasutada jämedateralist liiva, õhemate kihtide puhul peenemateralist liiva. Kasutada ei saa liiva, mille terade läbimõõt ületab 1/3 krohvikihi paksusest. Vanem kirjandus teeb vahet mere-, järve-, jõe- ja karjäär-, oruliiva vahel, kusjuures reeglina eelistati viimast. Karjäär-, oruliiv võis sisaldada rohkem peeneteralist materjali, oli vaba meresooladest (küll võis teinekord sisaldada mulda) ja suurem oli terade nurkja kuju tõenäosus. Mere-, järve- ja jõeliivade peamiseks puuduseks on loetud ka liivaterade siledat pinda, mille on põhjustanud vee lihviv toime [9, lk 37].

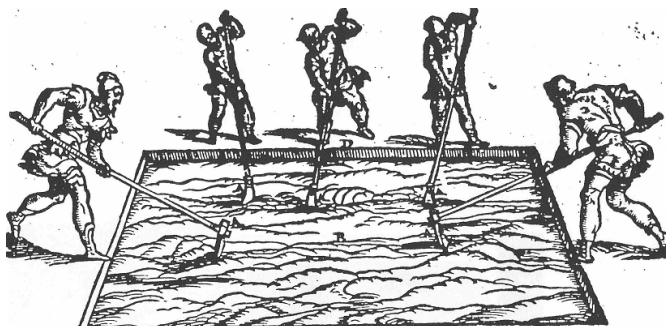
Mördilisanditena on kasutatud:

- Mitteorgaanilistest materjalidest - peenestatud lubjakivi, jahvatatud müürimörti, kuivatatud lubjataigent, tellisepuru, mitmesuguseid kivisorte, savilisandeid, tuhkasid jm;
- Orgaanilistest ainetest - mune, kala, verd, uriini, õli, piimatooteid, õlu, veini.

Kivi- ja tellisepuru kasutati mördilisandina juba Antiik-Kreekas ja -Roomas. Teati, et mõningad peenestatud vulkaanilised kivimid lubimördi koosseisus annavad mördi, mis

on suure tugevusega ning püsiv halbades ilmastikuoludes, magedas ja isegi merevees. Antiik-Kreekas kasutati lubimördi lisandina Santorini saare vulkaanilist tuffi, Antiik-Roomas Napoli lahe ääres leiduvat punast tuffi. Parimaid tulemusi andis vulkaanipurskes mahapõlenud Puteolis kaevandatud tuff, mida nimetati putsolaaniks [10, lk 3]. Vitruviuse andmetel parandas mördi kvaliteeti ka põletatud savinõude tükkide jahvatis-sõelumistulemi lisamine. Sellist lisandit kasutati Antiik-Roomas kohtades, kus tuffi ei olnud. Vitruvius soovitas lubimördis kasutada tellisepuru koos liivaga vahekorras 1:3 [10, lk 4-5]. Ka Viljandi vana müürimördi saepinnal (vt. foto 5) on näha tellisetükke.

Üldiselt sooviti mineraalsete, mitteorgaanilisest materjalidest lisanditega parandada mördi hüdraatilisi omadusi ja suurendada tugevust. Kasutatud erinevate orgaaniliste lisandite tegelik funktsioon on jäänud ebaselgeks. Näiteks õlu võis toimida mahtu tekitavalt. Kala ja loomaosi lisati juba lubja kustutamisel ja need lahustusid täielikult. Ehk mõjutasid nad lubimördi lõplikku poorsust [9, lk 14-15].



Joonis 4 Mördisegamine keskajal [14]

Lubimördi valmistamise viise oli palju. Segu segamist on läbi aegade peetud väga tähtsaks ja töömahukaks. Parim tulemus arvati saavutatavat läbi korraliku segamise ja kloppimisega. Mörti segati mördikastides mördi-

kaabitsatega või piitsutati mördipiitsadega. Kesk- ja uusaegsed mördikaabitsad nägid välja kirka või kõpla moodi (vt joonis 4). Vanemas kirjanduses räägitakse peamiselt mördi korralikust piitsutamisest. Mördipiits oli puust varrega ja metallotsaga tööriist, millega siis klopiti ja piitsutati mördi pinda. Mördipiitsaga oli võimalik segada liiva lubjатаignasse ilma vett lisamata. Ka sai sellega purustada suuremaid lubjakamakaid, mida paljudel juhtudel lisati mördisse.

Mörtide segamine masinate abil algas alles 20. sajandi alguses.

Lubimörtide koostisest.

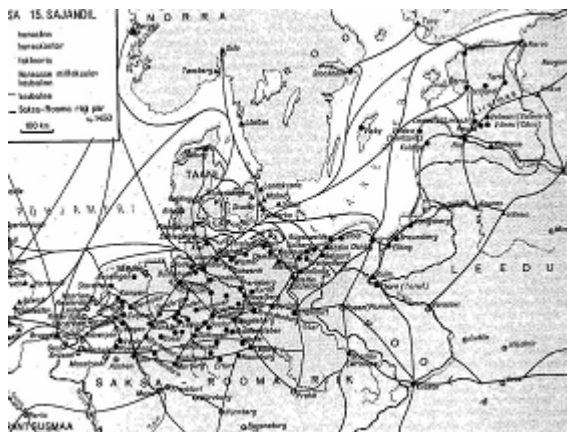
Ajaloos on peetud lubimörtide valmistamise alal autoriteetideks eriti Vitruviust, Albertit ja Palladiot (vt lisa 1), kelle teoste kaudu on tollased teadmised jõudnud ka tänasesse päeva.

Antiik-Roomas oli kvaliteetse lubimördi tegemise oskus levinud kogu riigis. Kehtisid ka meie mõistes teatud standardid, näiteks nõue, et lubi peab augus laagerduma vähemalt kolm aastat, soovitusel lisandite kasutamise kohta jms.

Peale Rooma impeeriumi lagunemist langes lubimördi kvaliteet oluliselt, lisandite kasutamine unustati või seda tehti juhuslikult. Kekaegsete lubimörtide kvaliteedi ebastabiilsuse peamiseks põhjusteks oli feodaalhiskonna killustatus ja sellest tulenevalt piiratud kauba-, sellealaste teadmiste- ja kogemustevahetus, mistõttu:

- lupja toodeti põhiliselt kohalikust lubjakivist, mis ei pruukinud olla aaktiivseks lubjaks kõige sobivama mineraloogilise koostisega;
- lupja ja lubimörte valmistasid kohalikud ehitusmeistrid, kelle teadmised ja oskused võisid olla küllaltki piiratud.

Näiteks on sakside ja normannide ehitistes palju kasutatud vähepõletatud lupja [10, lk



Joonis 5 Hansaliidu kaubateed 15.sajandil [15].

sajandil, st. Hansa Liidu ajal (vt joonis 6).



tähelepaneku, et lubi nakkub paremini samasuguse kiviga, eriti kui see on samast murrust [11, lk 17]. Täiteainena peenestatud lubjakivi kasutamisel jõuti lubja (sideaine-

4]. Alates 12. sajandist hakkas lubimörtide kvaliteet paranema, milles mängis olulist rolli Hansa Liidu (nõ. Euroopa esimese majandusliidu) toimimine ja õitseng 13.-15. sajandil (vt joonis 5). Elava kaubavahetuse käigus levisid ja ühtlustusid ka teadmised kvaliteetsete lubimörtide valmistamise kohta. Kõrgekvaliteedilised lubimördid tulidki taas ehitustegevuses kasutusele 14.

Läbi aegade on lubimördi koostisosi doseeritud mahulises vahekorras. Vanemas kirjanduses (Vitruvius, Alberti, Palladio) on soovitatud lubja ja täiteaine mahusuhet 1:2 või 1:3, sõltuvalt liiva iseloomust ja lisanditest [9, lk 12]. Segud olid küllaltki „rammusad” ehk lubjarikkad. Alberti on 15. sajandil kirja pannud huvitava

Joonis 6 Mörditegemine keskaegsel ehitusel [16] lubi täitelubi) - liiva mahu suhteni 1:1.

Segud olid küll lubjarikkad, kuid ei põhjustanud olulisi kuivamispragusid. Nähtavasti oli kasutatud lubi kas ala- või ülepõletatud, millest annavad tunnistust suured lubjakivitükid, mida vanemate mörtide koostises sageli leidub. Ka Viljandi vanas müürimördis on näha valgeid lubjakivitükke – vt foto 5.

Suurlinnade areng ja aktiivne ehitustegevus 17. sajandi Euroopas suurendas oluliselt müüri- ja krohvimörtidesse vajaliku lubja nõudlust. Lubjasisaldus vähenes nii müüri- kui krohvimörtides. Lubja vähesust mördis püüti korvata savi lisamisega, millega arvati segule andvat ka hüdraulilist efekti, mis paraku ei olnud õige.

Parim lubimört peaks sisaldama nii palju lubja, et see kataks kõikide liivaterade pinnad, sidudes need omavahel [11, lk 15].

Vene insener-arhitekt N. Rošeford on 1918.a.-l kirjeldanud optimaalset, „rasvase” lubja baasil tehtavat lubimörti järgmiselt: *”Mördis peab lubja mass täitma liivaterade vahelised tühemikud nii, et ilma lubjata ja lubjaga liiva maht jääb samaks.”*

Liivaterade vaheliste tühemike maht sõltub liiva terastikulisest koostisest, kuid jääb reeglina vahemikku 0,29 – 0,42 liivahulga kogumahust; keskmiseks näitajaks on võetud 0,33 mahuosa [19, lk

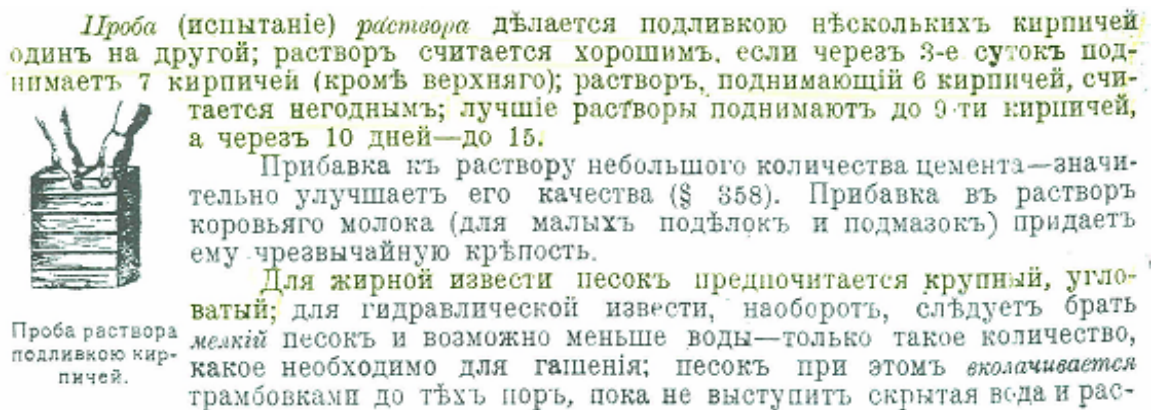


Foto 9 Sobivustest tellismüüritise mördi väljaselgitamiseks [19, lk 315]

309]. Sisuliselt tähendab see lubimörti, kus lubja ja liiva mahu suhte on 1:2, mida loetakse tänapäeval vägagi ”rammusaks” mördiks. Samas raamatus on kirjeldatud ka, kuidas selgitada müürimördi sobivust tellis-müüritise jaoks. Kaheksast tellisest tehakse proovipost, mille kivide vahed täidetakse täielikult mördiga. Kui kolme päeva pärast tõstetakse proovipost (ehk 7 telliskivi) kõige ülemisest tellisest kinni hoides ühes tükis üles, on mört sobiv; kui tõstetakse üles näiteks 6 kivi, tuleb mörti pidada ebasobivaks. Hea müürimördi korral peaks olema võimalik 10 päeva pärast üles tõsta kuni 15 kivine post [19, lk 315].



Foto10 Tõstetakse Tartu Toomkirku müüri-mördi testimiseks (2001)

ja dimensioonid. Lõpuks leiti tsemendis see, mida oldi pikalt otsitud - võimalus valmistada tugevat ja veekindlat mörti. Nii algas ka lubi-tsementmörtide ajajärk. Erinevates ehitiste osades hakati mörtides varieerima lubja-tsemendi-täiteaine erinevate mahuvahekordadega.

Fassaadikrohvide tugevuse ja ilmastikukindluse suurendamiseks hakati lisama mördile tsementi. Eestis alustati tsemendi tootmist 1873.aastal Kundas [20, lk 210] ning see mõjutas oluliselt ka siinsete mörtide koostist. Eesti arhitekt K. Böläu on 1938.a-l ühe sagedamini kasutatava krohviliigina kirjeldanud lubikrohvi: „Lubjakrohv on hästi kurnatud ja pikemat aega seisnud lubjataignast (iga ehitaja huvides on hoolt kanda selle eest, et nõuetava 20 päeva asemel lubjataigen oleks seisnud vähemalt 2 kuud, muidu väikesed kustutamata jäänud lubjatükikesed kustuvad hiljem krohvis ning lõhuvad seda) ning 2-4 osast liivast koosnev segu, millele tuleb ühe kandekasti kohta lisada labidatäis tsementi.” [21, lk 172]. Tsemendi lisamine lubimörtidesse oli täiesti soovitatav ja normaalne. Kuni Teise maailmasõjani eelistati ka fassaadikrohvidena

Sellisel tingimustel määrati müürimördi sobivust 2001.aastal Tartu Toomkiriku müüritise konserveerimis- ja restaureerimistöodel (vt foto10). Testiti viie erineva, Tartu piirkonnas liivakarjäärade liiva ja lubjataigna segusid mahuvahekorras 1:3 (Saaremaa lubjataigen:liiv). Sobivaimaks müürimördiks osutus segu _____ karjääri liivaga (vt lisa__ - liiva terastikuline koostis).

19. sajandi keskpaigast algas tsemendi võidukäik, mis andis sideainematerjalina ehitustegevusele täiesti uued võimalused

Lubjataignast mördid tüüpekiliiks

Näitaja	Lubja sort		
	I	II	Jäätmeist lubi
50%-lise lubjataigna ligikaudne saagis 1 t kustutamata tükklubjast m ³	2,6...2,4	2,4...2,0	—
Mördi mahuline koostis (lubi:liiv) krohvi krundikihiks	1:4; 1:3	1:3; 1:2,5	1:1,5; 1:1
Liiva kulu 1 m ³ lubimördi kohta m ³	4...3	3...2,5	1,5...1
Mördi saagis 1 m ³ taigna kohta m ³	3,7...3	3...2,7	2...1,7
Lubjataigna, mille püdedus standardkoonuse järgi on 12 cm, ligikaudne mahukaal kg/m ³	1300	1350	1500

Märkus. Liiva poorsuseks on võetud 35...38%. Kui liivas on rohkem tüükuid, siis kulub lubja rohkem.

peamiselt tsemendilisandiga lubikrohve (näiteks Toompea lossi külgfassaad, vt edaspidi).

Nõukogude-Eesti perioodil traditsiooniline lubjavalmistamine katkes. Väiksema aktiivsusega II ja

III sordi lubja toodeti tööstuslikult Rakkes. Aja jooksul tootmismahud küll kasvasid, kuid lubja kvaliteet jäi keskpäraseks. Selle perioodi ehitus-käsiraamatuid sirvides torkab silma vägagi rikkalik teoreetiline pagas lubimörtide kohta - rohketes tabelites on ära näidatud erinevate lubjasortide lupjade ja erinevate terastikulise koostisega liivade ning nende erineva mahuvahekorra baasil saadavate segude sobivus ehitiste

Tabel 1 *Lubjатаignast mõrdid täitekihiks* [22, lk] _____ erinevates osades kasutamiseks (näiteks vt. tabel 1). Paraku haigutas teooria ja tegelikkuse vahel kuristik. II ja III sordi lubjast saadava mördiga tehtava töö kvaliteeti halvendas olulisel määral madal töökultuur (vt joonis 6) ja vangide rohke kasutamine ehitustel. Reeglina lisati kõikidesse krohvisegudesse rohkesti tsementi, et lubimördist saaks mingigi mört.



Joonis 7 „Kui te mehed, mahti saate, siis katsuge

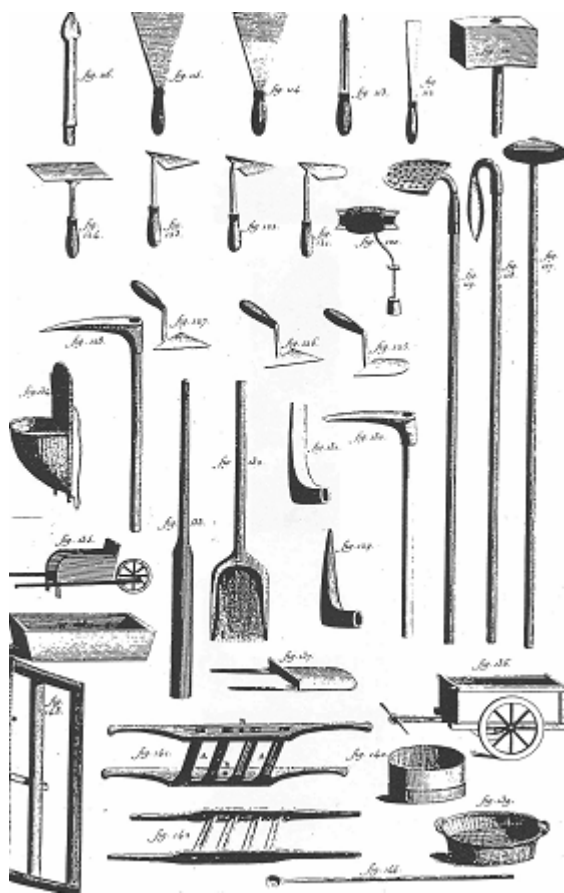
vahepeal tööd ka teha!” R.Ohlau karikatuur (1984) krohvisegus näiteks vähese tsemendi,

Tänapäeval on Eestis lubja traditsiooniline tootmine taastatud (1990-te alguses Saaremaal) ja kohalik kõrge aktiivsusega (vt ptk 3) lubi on olemas. Ajalooliselt väärtuslike hoonete remont-restaureerimisel ongi krohvimiseks kasutatatud just Saaremaa lubja ja eri liivade segu enim levinud mahuvahekorraga 1:3. Täiendavalt varieeritakse

poorsust suurendavate lisandite, telliskivipuru lisamisega ning erineva terastikulise koostisega liivasid kasutades.

4.4. Krohvimisest

Krohvi esmane ülesanne on kivi pinna kaitsmine ilmastiku eest, sest massiivmüüritises kasutati tihti vähem vastupidavat kivi. Müüritöid tehti lubimördiga ja sama segu kasutamine ka krohvimisel oli täiesti loogiline. Juba Antiik-Kreekas ja -Roomas kaitses



lubikrohv poorsest laavakivist ehitatud majade pindu [11, lk 6].

Krohvimise tööriistad on antiikajast kuni tänapäevani olnud peamiselt eri tüüpi kellud (vt joonis 8 ja foto 11). Sitke ja pastataoline (nagu pahtel) lubimört pressiti kelluga aluspinnale hästi õhukese kihina ja krohv jälgis müüri pinna nõgususi ja kumerusi. Krohvipind suruti kokku ja siluti metallist tööriistadega, peamiselt kelludega, millest on tulnud ka mõiste „kellukrohv”. Silumislaud (tänapäevaste hõõrutite eelkäija) võeti kasutusele 17. sajandi lõpus, mil üha enam tekkis vajadus saada lõpptulemuseks viimistletud kivile iseloomulik sile pind. Põhjuseks võis olla ka mörtide muutumine

Joonis 8 Müürsepp-krohviija tööriistad

lahjemaks (st liivasemaks), jämedamatera-

18. saj. [23, lk].

lisemaks,

vedelamaks,

samuti

kõrgendatud nõuded krohvi välispinna suhtes, ka muutus krohvitöö seeläbi efektiivsemaks. Vanade krohvide uurimisel on selgunud, et krohv kanti pinnale ühes või kahes kihis. Viimase korral kaeti krohvi aluspind lihtsalt õhukese lubjarikkama seguga. Õhuke pealiskiht oli sageli alumisse kihti

Foto 11 Müürsepp-krohviija tööriistad

2004.a. pehmelt sissepressitud rasvane lubjатаigen Rakvere linnuse konserveerimistöodel.

_____ vähese täiteainesisega, mis pidi andma väliskihile peenema poorsuse. Pindade metallriistaga (kellu) silumine, mida tehti 19. sajandini, võis suurendada veelgi pealiskihi peenepoorilist struktuuri, mis on oluline niiskuse hea liikumise tagamiseks.



Silumislaudade ilmumise ja silekrohvi tekkega hakati järk-järgult rakendama ka mitmekihilist (isegi kolm või enam kihti) krohvimist. Suurema kihtide arvu põhjustas vajadus ajada sileda viimistluspinna saamiseks alus võimalikult tasaseks. Kui ehitise müüritis oli laotud ebaühtlasest looduskivist (näiteks paekivist), tuligi üksteise peale kanda mitmeid krohvikihite. Rootsi inseneri C. Stålini 1834. aastal

ilmunud krohvi-tööde juhendi kohaselt visati esimene kiht müüritisele kopplabidaga nii, et see täitis vuugid ja moodustas pinnale õhukese koore. Mördi kuivamisel visati teine, õhem kiht, mida kuivamise ajal siluti juba lauaga. See oli jämekrohvi kiht. Eriti hea pinnaviimistluse saavutamiseks kanti eelmisele peale veel kolmas silutav kiht, peenkrohv [11, lk 25].

Vana põhimõte oli, et mida rohkem pinna suunas, seda rohkem lupja ja



peeneteralisemat liiva mört sisaldas. Taanlase J. Holmi 1850. aastal ilmunud krohvimisjuhendis on toodud lubja ja liiva mahusuhteks alates alumisest

kihist- 1:3, 1:2,5 ja 1:1,25 (peeneteralise liivaga) ja kihtide paksusteks vastavalt 12mm, 9mm ja 4mm [11, lk 26].

Tänapäeva mõistes siledad krohvipinnad, nurgad **Foto 12 Viimistluskihi liiva sõelumine** jms ilmusid 19. sajandi teisel poolel. Tänapäevani kasutatakse remonditavatel ja

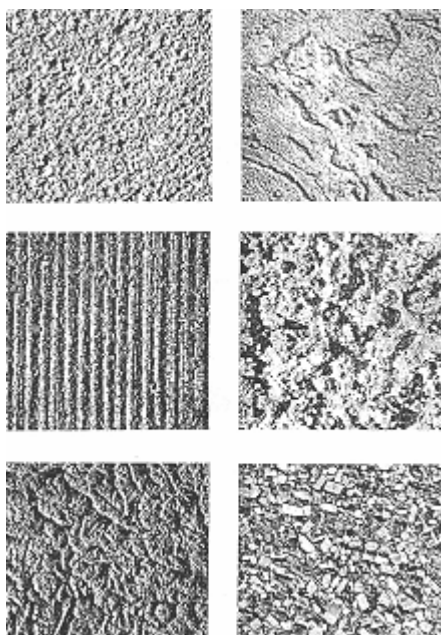


restaureeritavatel ehitistel, samuti ka uusehitustel reeglina kolmekihilist (sisseviske-, täite- ja viimistluskiht) krohvimist (vt fotod 12, 13 viimistluskihi materjalide ettevalmistustööd Stenbocki maja fasaadide krohvitöödel 1997.a. suvel). Eri kihtides sideaine-liiva mahusuhte valikul on põhimõtteks, et **Foto 13 Viimistluskihi lubja kurnamine** iga järgmise kihi segu peab olema eelmise omast nõrgem.

4.5. Krohvipinnad eri ajastutel

Ajalooliselt võib siin eristada kahte perioodi:

1. antiik- ja keskaeg, kui krohvi kasutati viletsama kivi kaitsmiseks ilmastiku mõju eest ja õhukese krohvikihiga pealekandmine teostati kelluga. Krohvikihist moodustas kivipinnale kaitsva õhukese „naha“ jälgides müüritise kuju. Nii tehti Antiik- Roomas ja ka meil keskkajal. Tallinna linnamüüri ja kõikide keskaegsete ehitiste pinnad olid krohvikihiga kaitstud. Nii oli Tallinn keskajal ilus valge linn, mitte paekivihall nagu tänapäeval.



2. hilisem aeg, mil krohv on täitnud juba rohkem esteetilist ülesannet. Krohaviga imiteeritakse kivipinda ja stiililiselt siin suurt vahet ei ole. Eriti kasutati krohaviga kivipindade imiteerimist Põhjamaades ja Eestis, kus kalleid looduskiviplaate (näiteks marmorit) ei olnud võtta. Kasutusele tulid kvaadrid, rustika, pilastrid, sambad, plastilised vormid, samuti erinevad viimistluspinnad (näiteks pritskrohv jm, vt foto 14).

Foto 14 Krohvide viimistluspinnad [21, lk 174]

Tööstuslikult on lubja põletatud ja seda kuivkustutatud ning pulberlubjast mörte valmistatud veidi üle 100 aasta. Tööstuslik tootmine oli efektiivsem ja lubi muutus oluliselt odavamaks, kuid lubja kvaliteet langes. Eestis on tööstuslikult toodetud lubjaga valmistatud mördid-krohvid jätnud oma jälje rohkete rikutud ja lagunened fassaadide näol just Nõukogude Eesti suurtootmise perioodist, mistõttu kaotati mõneks ajaks ka usk lubjasse kui sideainesse.

5. LUBIKROHVIDE **PÕHIOMADUSTEST**

Krohvi peamiseks ülesandeks on alusmüüritise kivide kaitsmine ilmastiku negatiivsete mõjude eest (sademed, temperatuuri deformatsioonid jm.) Piltlikult on tegemist hoone „nahaga”. Keskaegse kellukrohvitehnoloogia ajastul see täpselt nii ka oli, mil kelluga suruti müüritisele õhuke krohvikihit, mis järgis müüritise kuju [9, lk 42]. Esteelisuse mõõde tuli krohvkatetele hiljem, mil võeti kasutusele krohvihõõruti ja krohviga hakati seintel jälendama näiteks kiviplaate (krohvirustika) – vt p. 4.6.

Fassaadikrohvi ja alusmüüritise erinevad omadused peavad järgima teatud „optimaalsuse” printsiipi ning olema kooskõlas ka kliimatingimustega. Kuna puudub kõikidele olukordadele sobiv universaalkrohv, on vanade ajalooliste hoonete restaureerimiskrohvi doseerimisel üheks peanõudeks algupärase, õnnestunud krohvi võimalikult täpne imiteetrimine.

Krohvi põhiomadusteks on:

- mehhaanilised omadused;
- niiskusomadused.

Ülejäänud krohvile tähtsad näitajad (elastsus, külmakindlus, vastupidavus sooladele jt.) on sageli kombinatsioonid põhiomadustest.

5.1. Krohvide mehhaanilistest omadustest.

Mehhaanilisest aspektist peavad krohvikihid olema üles ehitatud nii, et :

- nad nakuksid hästi alusmüüritisega;
- püsiksid omavahel hästi koos;

- nende tugevusnäitajad nõrgeneksid järk-järgult krohvi välispinna suunas.

Selline käsitlus kehtib mitmekihilistele krohvkatetele, mis muutusid iseloomulikuks peale krohvilaua (ehk hõõruti) kasutuselevõtmist uusajal.

Krohvkatete kui terviklike süsteemide mehhaanilisi omadusi ja lõpptulemust mõjutavad kõik krohvimõrdi koostiskomponentide (liiv, sideaine, lisandid, vesi) omadused, segamisviis, krohvimistehnoloogia, alusmüüritise omadused ning ilmastikutingimused nii krohvimise ajal kui pärast seda [9, lk 44]. Arvestades eelnevat püütakse käesolevas töös uuritavatele krohvidele objektiivse hinnangu andmiseks kirjeldada iga fassaadi puhul võimalikult paljusid nendest omadustest ja tingimustest.

Läbi ajaloo on mörtide koostisi katsetades ja doseerides püüeldud suurema tugevuse saavutamise poole, kuna on arvatud, et mida suurem tugevus, seda parem kvaliteet. Mörtide puhul kõige rohkem uuritud tugevusnäitaja, mille alusel on krohve ka liigitatud, on survetugevus. Tegelikult ei ole see krohvide puhul oluline näitaja, sest fassaadikrohv ei pea olema kuulikindel ega täitma hoonekarbi konstruktiivse kooshoidmise ülesannet. Survetugevuse kui enimkirjeldatud näitaja taga on nähtavasti asjaolu, et seda on laboritingimustes kergem mõõta. Hoopis keerulisem on teha mõõtmisi juba seinale kantud krohviga. Fassaadikrohvide puhul on olulised pigem krohvi madal survetugevus, aga head niiskustehnilised- ja nakkeomadused ning madal elastsusmoodul.

Krohv peab nakkuma hästi alusmüüritisega, seejuures tugevusnäitajad peavad olema viimasest madalamad, et krohvi oleks võimalik eemaldada ilma alusmüüritist kahjustamata. Sellele tingimusele vastab puhas lubimört, mis on iseloomulik krohvimaterjal enamusele ehitismälestistele. Kuna lubimört on elastne materjal ja suudab seetõttu vastu võtta ning neutraliseerida erinevaid pingeid ilma purunemata, siis ei pea selle nake alusmüüritisega olema väga tugev. Krohvis tekkivate pingete põhjustajateks on [29, lk 16]:

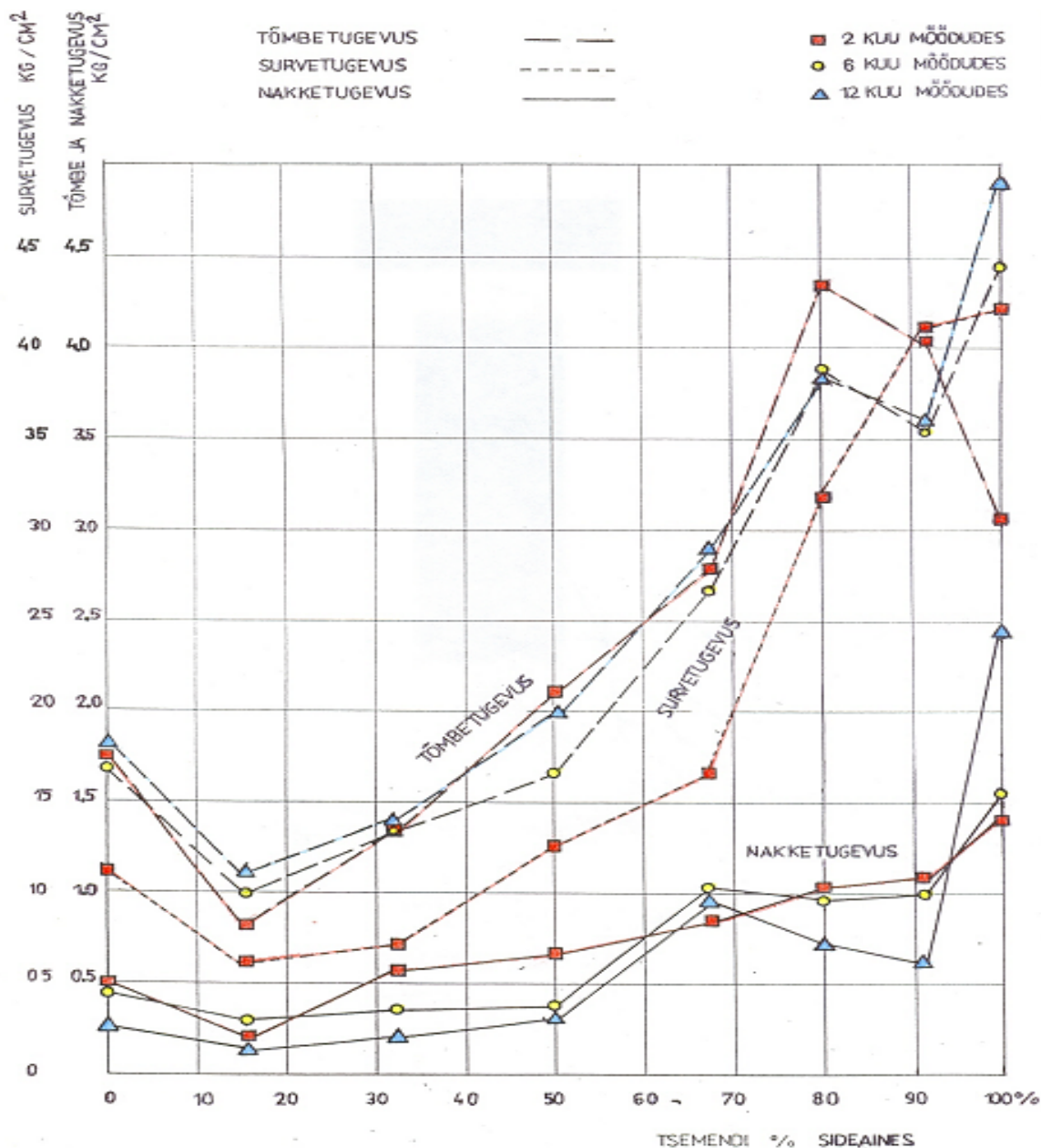
- temperatuuri ja niiskuse erinevused piirdekonstruktsioonis;
- krohvi enda mahukahanemine kuivamise ja kivinemise käigus;
- ehitise või selle osade deformatsioonid.

Hea nake alusmüüritisega peab olema jäigematel ja vähemelastsematel krohvimaterjalidel: lubitsemend- või tsementkrohvidel. Tsemendirikka sisseviskekrohvi eeliseks on, et see muudab järgmiste krohviikihtide jaoks ebaühtlase imavusega aluspinna ühtlaselt imavaks, mistõttu hõõrutiga saab siluda-töödelda suuri krohvipindu üheaegselt. Kuna osadel vanematel (keskaegsed ja vanemad) ehitistel hõõrutiga silutud krohvi ei esine, polnud ka mingi imavust ühtlustava kruntkrohvi olemaolu oluline. Lubikrohvide puhul sobiv suure imavusega

alusmüüritisel (näiteks telliskivi, lubimördi vuuk) kruntkrohvina kasutada lahjat, vähima võimaliku sideainesisaldusega mörti [9, lk 45].

Lubikrohvide puhul on põhjamaa aladel lühikese suveperioodi (s.t. normaalste kivistumistingimuste) tõttu kõige raskem tagada nõuet, et krohvi tugevusnäitajad nõrgeneks järk-järgult krohvi välispinna suunas. Lubikrohvi karboniseerumine toimub aeglaselt ja välispinnalt sissepoole, mistõttu paksemate krohvkatete puhul ei jõua alumised krohvikihid enne sügis-talve saabumist piisavalt kivineda. Nii jäävad alumised krohvikihid pealmistest nõrgemateks ja juba esimese talve jooksul on krohvikahjustuste tekkimine vältimatu. Selline oht on eelkõige just mitmekihiliste paksemate lubikrohvide puhul. Seetõttu kõikide lisandite ja tehnoloogiate kasutamine, mis kiirendavad ja kergendavad lubikrohvi karboniseerumist, on ka lubikrohvi pikaealisuse nurgakiviks. Ühe vahendina soovitatakse näiteks alumiste krohvihihtide (enne uue kihi pealekandmist) niisutamist spetsiaalselt doseeritud süsihappeveega [12, lk 7]. Keskaegsed kellukrohvid, mida kanti alusmüüritisele peamiselt ühekihilisena ja millega järgiti maksimaalselt alusmüüritise pinnareljeefi, olid seetõttu võimalikult õhukesed. See asjaolu andis võimaluse kogu krohvikihil sügis-talveks karboniseeruda. Nähtavast oli kogu krohvikihi kivistumise tagamine esimese suve jooksul keskaegsete ehitusmeistritel üks prioriteete. Kruntkrohvis ei ole soovitatav kasutada pooretekitavad lisandeid, kuna õhupoorid kogunevad (eriti hästi imavate alusmüüritiste korral) nakkuvustsooni, nõrgendades sellega nakkuvust [9, lk 52].

Ühe tähelepanuväärsema ja ülevaatlikuma uurimuse erinevate sideainedoseeringutega (lubi ja tsement) krohvide mehhaaniliste omaduste (surve-, tõmbe- ja nakketugevus) omavahelistest seostest on teinud G. Hinderson 1950-tel aastatel [43].



Joonis 9 Erinevate krohvisortide mehhaaniliste omaduste uurimistulemused. Sideaine ja liiva kaalusuhe katsekehades on 1:4. Sideaine doseeringud esitatud kaalusuhtena. Hinderson 1958

Mördisegud olid krohvitud betoonist aluspõhjale. Kivistumine toimus temperatuuril +17 C ja õhuniiskusel 40%. Hinderssoni uurimistulemustest selgus, et seosed mördimaterjalide surve- ja nakketugevuste vahel on täiesti olemas. Kahe kuu vanuste proovikehade katsetamisel järgivad surve- ja nakketugevuste graafikud sarnast kuju: mõlemad tugevusomadused langevad väikes tsemendisalduse korral (u kuni 15%-ni sideainest); edasi toimub tugevusomaduste tõus-
 nakketugevusel ühtlane, survetugevusel hüppeline.
 Nakketugevuse seisukohalt on Hindersoni katsetulemuste andmetel huvitavad järgmised asjaolud:

- aastase kivistumisega krohvide nakketugevuse näitajad on enamjaolt madalamad väiksema kivistumisajaga krohvide näitajatest; võimalikuks põhjuseks võib olla asjaolu, et lubitsementmörtide kivilinemisel moodustub esmase struktuuri tsementsideaine, mille nake betoonaluspinnaga on parem; lubisideaine baasil moodustuv tehiskivi hakkab aeglasema kivistumisprotsessi tõttu segakrohvis rolli mängima hiljem ning tekkiva lubjakivi halva nakke tõttu betoonalusega (see on üldiselt teada) langeb aja jooksul ka segakrohvi üldine nakketugevus; seda fakti kinnitab ka puhta tsementmördi oluliselt parem nakketugevus aluspinnaga;
- mördis väikese osa (10...15%) teise sideaine doseerimine põhisideainesse viib nakketugevuse järsu langemiseni, võrreldes ühel sideainel põhineva mördiga;
- puhta lubimördi nakketugevus betoonalusel ühe aastase kivistumisaja järel on u 0,25 kG/cm² (ehk 0,025 N/mm²); madalaim nakketugevus on u 15%-se tsemendilisandiga lubimördil- u 0,1..0,15 kG/cm² (ehk 0,01...0,015 N/mm²); kõrgeim nakketugevus on puhtal tsementmördil- u 2,4 kG/cm² (ehk 0,24 N/mm²); tsementmördi nakketugevus betoonalusel on u 10 korda kõrgem lubimördi omast;
- nii nakke-(ühe aasta näitajad) kui survetugevus (kahe kuu näitajad) vähenevad väikese tsemendiosise korral sideaines võrreldes puhta lubimördiga; võimalikuks põhjuseks on asjaolu, et tsement ei toimi veel tugevdava komponendina ja lubi ei kivistu enam parimal viisil; tugevusnäitajad jõuavad samale tasemele ja muutuvad suuremaks alates lubja ja tsemendi võrdsest kaalutasemestkogu sideaine kaalust; sisuliselt tähendaks see, et lubi- ja tsementsideaine kooskasutamine mördis on mehhaaniliste tugevusnäitajate alusel mõttekas alates nende kaalusuhtest 50/50% kogu sideainemassi kaalust.

Hindersoni katsetulemused kehtivad ainult betoonaluste korral. Tulemusi laiendada teiste materjalidega (näiteks pae- või telliskivist) alusmüüritise liikidele. Seetõttu ei ole uurimistulemused otseselt ülekantavad ajalooliste hoonete jaoks, kuna betoon on uus materjal. Samuti ei tohi ajaloolistel hoonetel mingil juhul kasutada suure tsemendisisaldusega (rääkimata üle 50%-i) krohve, kuna selline mört on näiteks niiskustehniliselt oluliselt tihedam puhtast lubimördist, tuues seetõttu kaasa terve rea uusi ohte.

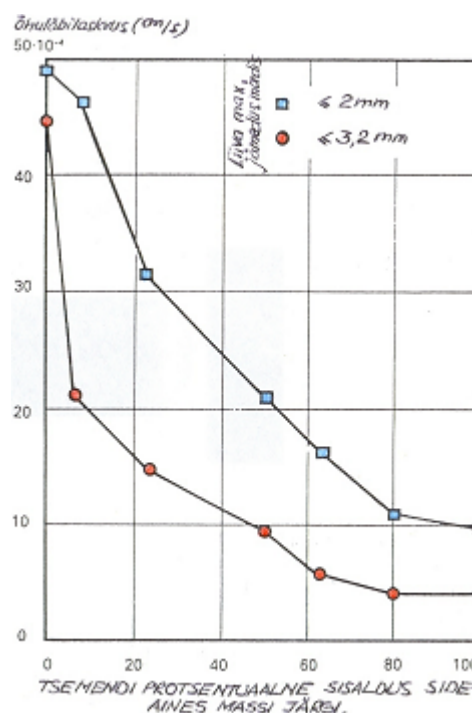
5.2. Krohvide niiskusomadustest.



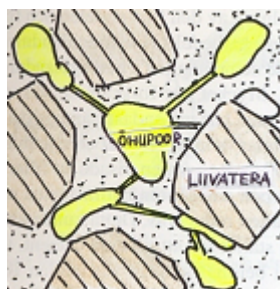
Joonis 10

kindlusega krohvi, hoolimata sellest, kas tegemist on puhta lubimördi või vähese tsemendisisaldusega lubitsementmördiga [44]. Mitte- või väheimav alusmüüritis õhukese krohvikihiga all ei aita veega küllastunud krohvipoore tühjendada ning kui vesi jääb krohvi, võib see seal külmudes krohvstruktuuri purustada. Niiskusetransport imavas materjalis sõltub selle urbsusest, pooride struktuurist ja pooride suuruse jaotusest. Poorne mört on väga keerukas poorisüsteem, kus suured ja väikesed poorid on mördis üksteisest isoleeritud, seotud mõne teise pooriga või pragude kaudu (vt joonis 10) [26, lk 36]. Mördi poorsus oleneb paljudest asjaoludest: sideaine ja liiva omavaheline suhte ja liiva terastikuline koostis määravad, kui tihedalt sideaine ning liiva terad omavahel asuvad; sideaine tüübist (hüdrauline või lubisideaine); alusmüüritise imamisvõimest; õhku siseseviiva lisandi kasutamisest ning mördi esmase kuivamise tingimustest enne kivistumist.

Suured poorid täituvad seda kiiremini veega, mida suurem on poori raadius; väikeste pooridega mördi imamisvõime on küll suur, kuid väikesed poorid imavad madala imamiskiiruse tõttu kaua. Sama reegli pöörasus kehtib ka vee väljakuivamisel [45]. Seega väiksete pooridega krohv hoiab alusmüüritist paremini kuivana. Lubisideaine on peenepooriline, aeglaselt imav materjal. Erinevad uuringud on näidanud, et mida jämeda-teralisem mördis on liiv, seda madalam on mördi õhu- ja veeauruläbilaskvus. Seost illustreerib näiteks Hindersoni poolt tehtud sellealane uurimis (vt joonis 11- õhuläbilaskvuse sõltuvus tsemendi-sisaldusest lubitsementmördis peale 28 päevast kivistumist). Samuti vähendab õhu- ja veeauruläbilaskvust ka tsemendilisand sideaines.



Joonis 11 Õhuläbilaskvuse uuringud. Sideaine/liiva kaalusuhe 1:8. Hinderson, 1958.



Joonis 12



Joonis 13

Jämedama terastikulise koostisega liivaga mörtides jääb liivaterade ja sideaine vahele pragusid ja õõnsusi (vt joonis 12), mis niiskumisel kiiresti veega täituvad. Peenem liivaosis aitab koos sideainega paremini täita suuremate liivaterade vahesid (vt joonis 13), mistõttu mört tuleb tihedam ja peenepoorilisem

[26, lk 33]. Tsemendisisaldus mördis vähendab pooride suurust, tekitades tihedama ja peenepoorilisema mördi. Seejuures külmakindlus suureneb, kuid õhu- ja veeauruläbivuse näitajada vähenevad. Lubitsementkrohv on sissetungivale niiskusele peenepoorilisuse tõttu puhtast lubikrohvist parem tõke, kuid vastupidiselt on ka niiskuse väljaliikumine krohvist halvem. Viimane asjaolu võib põhjustada tõsiseid krohvikahjustusi (vt p. 9.1.).

5.3. Külmakindlusest.

Teatud kindla mehhaanilise tugevuse ja niiskusesisalduse juures sõltub krohvi lõhkikülmumine või säilumine materjali pooride suurusest, kujust ja pooristruktuurist. Levinuim on põhimõte, et kui vesi väiksemates poorides külmub ja paisub, peab nende lähedal olema suuremaid õhuga (või ainult osaliselt veega) täidetud poore. Külmuvale veele peab olema piisavalt paisumisruumi. Uurimistulemused on näidanud, et ajaloolised lubimördid sisaldasid küllaltki palju, u 20...30% õhupoore, kusjuures olulise osa sellest suuri poore [29, lk 18]. Hea pooristruktuur ja täielik kivistumine annavad haprale kuid elastsele lubikrohvile väga hea külmakindluse, mida tõendab ka osade lubimörtide vägagi pikk eluiga. Näiteks Viljandi ajalooline müürimört pidas ilma tugevusnäitajate (survetugevus) languseta vastu 30 külmumistsükli (rohkem lihtsalt ei tehtud, vt. lisa 13.1). Hüdrauliliste sideainetel (tsement, hüdrauliline lubi) on suurem mõju poorisüsteemile ja seega ka külmakindlusele. Näiteks tsemendimineraalide hüdratatsiooniprotsessi tulemusena tekkib kivistumisel mörti palju geeli- ja kapillaarpore. Erinevad uurimistulemused on näidanud, et näiteks tsemendisisalduse kasv lubi-tsementmördis tõstab ka mördi külmakindlust. A. Uuetalu on oma uurimistöös [29] teinud järeldused, et väikese tsemendi-lisandiga lubimördi (mahuline koostis 1:0,2:3) külmakindlus on 100% kõrgem (22 tsükli), kui puhtal lubimördil (1:3; 11 tsükli). Tänapäeval on võimalik pooristruktuuri parandada ja pooride mahtu mörtides tõsta õhku sisseviivate lisandite kasutamisega. Näiteks A.Uuetalu andmetel [29] tõusis õhku sisseviiva lisandi kasutamisel (õhusisalduse tõstmisel u 10 kuni 20%-ni) lubimördil (1:3)

külmakindlus 11-lt 21-le külmatsüklile (ehk 90%), lubitsegmentmördil (1:0,2:3) aga 22-lt 55-le (!) tsüklile (ehk 150%). Õhku sisseviiva lisandi peamine ülesanne ei ole niivõrd rohke arvu täiendavate õhumullide loomine, kuivõrd nende stabiliseerimine. Oluline on selliste lisandite eri toodete mõju eelnevalt katsetada, kuna see võib osutuda ka hoopis negatiivseks. Von Konowi uurimistulemusena on mördi ebatõhus poorsüsteem suurte pooride ja õõnsustega, kuna imab kohe endasse vett kuni küllastumispunktini, mistõttu külma mõjule vastu ei pea; väikesed poorid imavad aeglaselt ning sellisel poorsüsteemil on hea külmataluvus [26, lk 38].

Oluliseks näitajaks krohvkatete puhul on ka näiteks vastupidavus sooladele. Vees lahustunud soolad liiguvad müüritises koos niiskusega viimase aurustumispiirkondade suunas, kus nad krohvipooridesse ja tühemikesse välja kristalliseeruvad ning võivad nii krohvstruktuuri lõhkuda (täpsemalt käsitletud p. 9.2.).

5.4. Kokkuvõtteks

Ülevaate põhjal krohvide põhiomadustest nähtub, et nende kujunemine sõltub komplekselt tervest reast parameetritest: sideaine tüübist, liiva terastikulisest koostisest, sideaine ja liiva omavahelisest doseeringust, lisandite olemasolust, vee hulgast, segamisviisist ja –ajast, mördi töödeldavusest, krohvimistehnoloogiast, alusmüüritise materjali omadustest ja pinna puhtusest, alusmüüritise niiskuse- ja soolasisaldusest, mördi esmase kuivamise tingimustest, ilmastikutingimused nii krohvimise ajal kui pärast seda. Laborikatsed ja –uuringud koostiskomponentide sobivate doseeringute ja lisandite väljaselgitamiseks on väga olulised ja annavad baasinformatsiooni krohvimörtide õnnestumiseks. Väga palju sõltub krohvkatte lõplik kvaliteet aga ka konkreetsest teostusest ja tingimustest töömaal. Seetõttu saab tõese pildi fassaadikrohvist meile anda nende olukord laboritingimustest märksa keerulisemas tegelikkuses.

6.FASSAADIDE JA

KROHVIDE

INFORMATSIOON

6.1. TOOMPEA LOSS – PEAFASSAAD

Asukoht: Lossiplats 1A , Tallinn

Hoone ajaloost:

Toompea linnuse idatiib rekonstrueeriti aastatel 1767-1773 (arhitekt J. Schultz) Eestimaa kubermanguvalitsuse hooneks.



Sellest ajast ka peafassaadi neobarokne ilme. Hoone on arhitektuurimälestis.

Foto 14 Toompealossi peafassaadi üldvaade

Informatsioon vana fassaadikrohvi kohta:

Tegemist oli puhta lubikrohviga. Kasutatud oli küllaltki jämedateralist liiva. Krohvis olid nähtavad rohked valged lubjatükid. Vana krohvi koostise täpsemat uuringut ei teostatud.

Uue krohvimördi koostis, kasutatud materjalid:

Krohvimine teostati klassikaliselt kolmekihilisena: sisseviske-, täite- ja viimistluskiht.

Mördi põhimaterjalidena kasutati:

- Saaremaa lubjapasta;
- Männiku karjääri liiva;
- Kunda portlandtsement (hall)

Mördile lisati sisseviskekihti, alusmüüritisega (paas, mõnede üksikute punase tellise osistega) parema nakke saavutamiseks halli tsementi kuni 10% sideainest mahu järgi. Õhukese viimistluskihina kasutati Soome firma OY PARTEK värvilist, fassaadipassi tooni alusel tellitud valmis lubisegu K- 100/900.

Projektdokumentatsioonis ettenähtule liivatera maksimaalsed läbimõõdud eri krohvikihitides:

- | | |
|--|--------------|
| - sisseviskekihis | - max 3-4 mm |
| - täitekihis | - max 3-4 mm |
| - viimistluskihis | - max 2 mm |
| - karniiside ja pinna profiilide viimistluskihis | - max 1 mm |

Foto 15 Fassaadi uuskrohv lubivärvi all



Sisseviskekihi mört-	lubjapasta: tsement: Männiku jäme liiv = 1: 0,1: 2,5
Täitekihi mört-	lubjapasta: Männiku peen liiv = 1: 2,5
Viimistluskihi mört-	valmis OY PARTEK segu

Sisseviske- ja täitekihi mördid valmistati tavalise mördisegistiga kohapeal.

Pealekantud kihtide arv kõigub 3...4 kihi vahel. Sisseviske- ja täitekihtide paksused ca 15...20 mm, viimistluskihil ca 2...3 mm. Piirkondades, kus vana lubikrohv säilis, teostati 1-2 täitekihti ja viimistluskiht. Piirkondades, kus vana krohv eemaldati kuni alusmüüritiseni, teostati sisseviskekiht, 1-2 täitekihti (olenevalt alusmüüritise tasasusest) ja viimistluskiht.

Krohvi paksus uuringukohas eri katsekehadel 30...40 mm.

Sokkel krohviti lubitsementkrohviga ja värviti „Hansa Sokkel” värviga järgmise, 1995.a. kevadel.

Fassaad on värvitud ehitusobjektile valmistatud/segatud lubivärviga samal aastal. Kasutati Saare lubja värvilubja pastat ja Soomes tarnitus, Optiroc pigmente. Kokku kanti peale 6 värvikihti. Planeeritud oli maksimaalselt neli, kuid esimesed kihid tulid liiga lahnad ja ei katnud pinda korralikult ära.

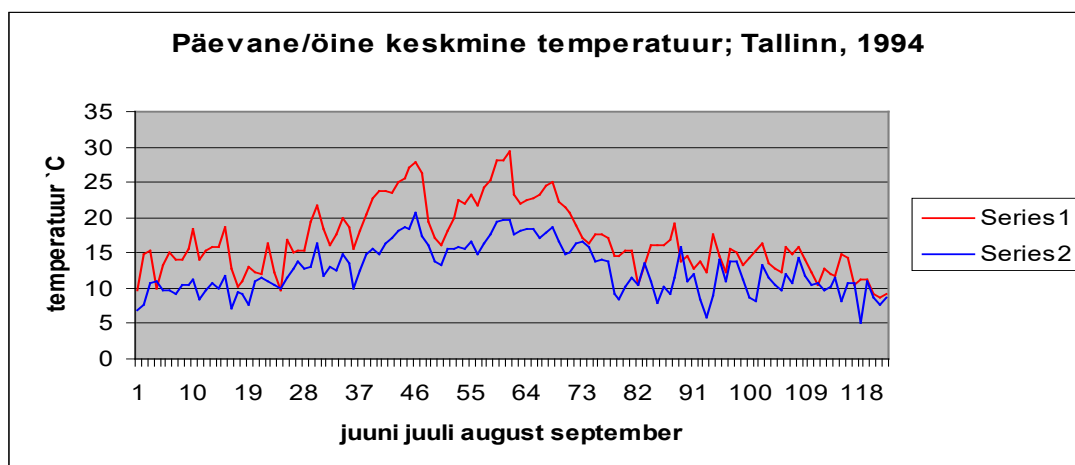
Teostusaeg, käik:

Juuni – september 1994.a. Krohvitööd lõpetati augusti keskpaigas. Värvimistööd lõpetati oktoobri lõpus.

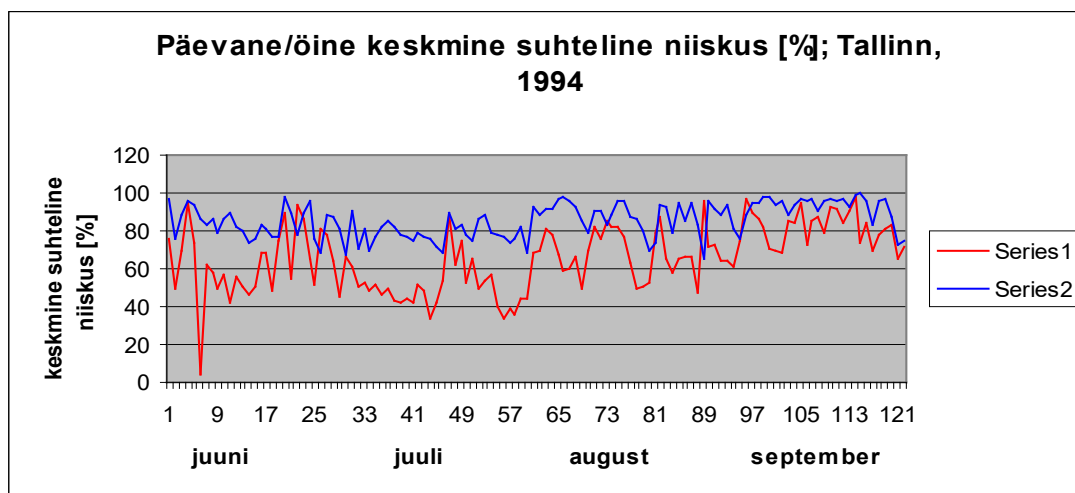
Tabel 2 Ilmastikuolud tööde teostamise ajal

Kuu	temperatuur* ööine/päevane C	õhuniiskus* ööine/päevane %	sademete hulk/ sajupäevade arv mm / päeva	päikesepaiste hulk päevas h (tundi)
Juuni	7...15 / 10...20	80...100/ 50...90	ca 40 / 14	11
Juuli	10...20 / 17...27	70...90 / 40...70	ca 5 / 2	14
August	10...20 / 15...30	80...95 / 50...80	ca 190 / 14	8
September	5...15 / 10...17	80...100/ 70...90	ca 70 / 18	5

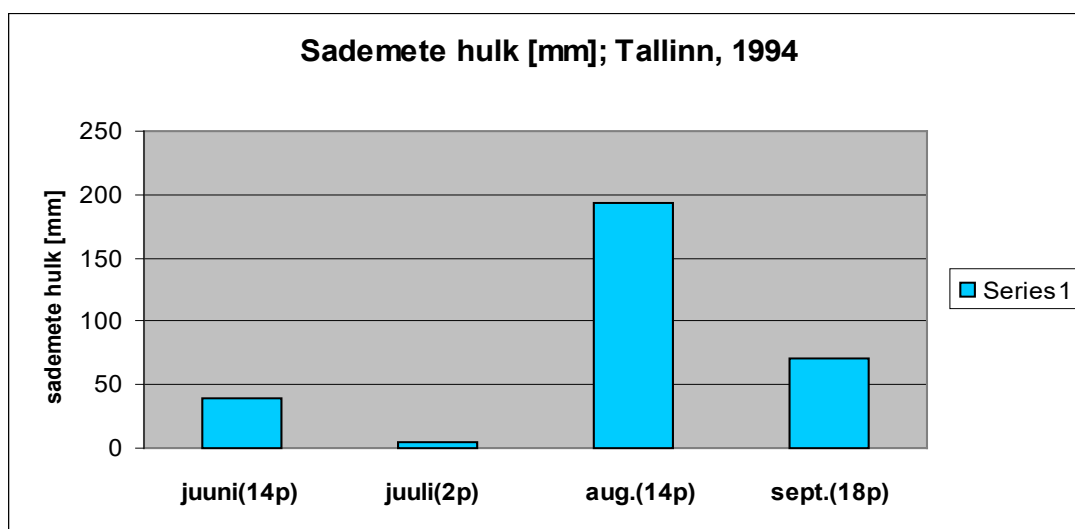
Joonis 14



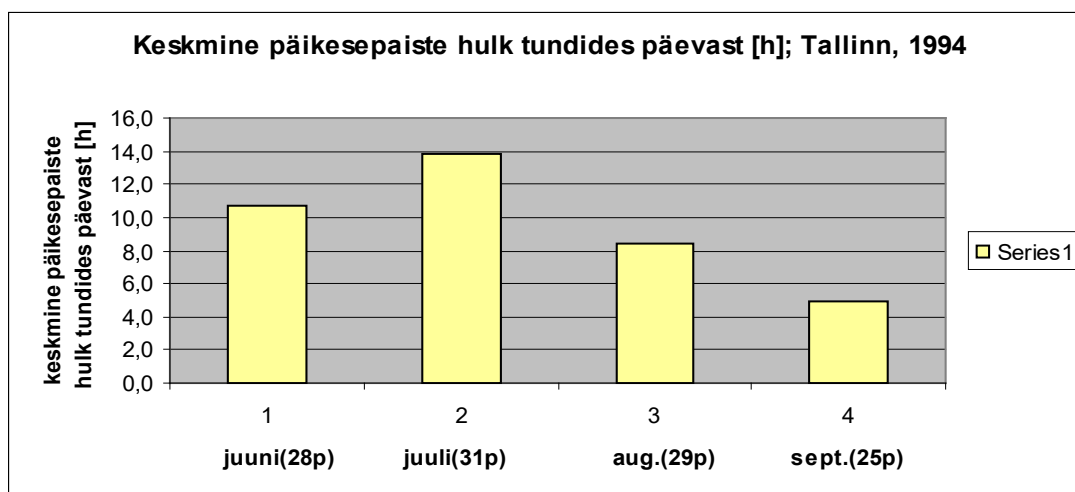
Joonis 15



Joonis 16



Joonis 17



Fassaaditööde maht- 950 m².

Tööde läbiviimisel oli üheks eesmärgiks võimalikult palju säilitada vana lubikrohvi. Paraku õnnestus see ainult osaliselt. Fassaad oli 1980-tel üle värvitud mittehingava Kenitex sünteetilise värviga ja kohati oli vana krohv värvi all pudedaks muutunud ning alusmüüritisest lahti tulnud. Pudenumast hoidiski krohvi kohati kilejas värv.

Tugeva sünteetilise värvi eemaldamiseks tuli kasutada liivapritsi. Eelnevalt tehti proove ka vesi- ja vesi-liivapesuga, kuid nende efektiivsus oli väike. Liivapritsiga eemaldati värvikihid kuni krohvini ja osaliselt ka halvas olukorras krohv. Osa tugevalt kobisevat (st. alusmüüritisest lahtiolevat) krohvi eemaldati täiendavalt



Foto 15 Fassaad tööde ajal 1994.a.

piikamise teel. Vana krohvi õnnestus säilitada ca 30-35% peafassaadi kogupinnast. Puhastatud karniisipinnad, avade ümbrused ja suuremad mõrad alusmüüritises kaeti tsingitud krohvivõrguga. Teostati 3..4 kihiline krohvimine.

Krohvitööde põhimaht langes juunisse ja juulisse.

Eriti juuli oli erakordselt sademetevaene,

päikesepaisteline, soe ja madala suhtelise

õhuniiskusega (vt. tabel 2- ilmastikuolud). Krohvist niiskuse väljakuivamise vastu teostati sellel perioodil hommikuti ja õhtuti krohvitud fassaadipindade kastmist-niisutamist. Otsese päikese eest kaitseks kaeti tellingud valgete kiledega (vt. foto 15). Kiled ja kilekatus kaitses (eriti augustikuu intensiivste vihmade ajal) värskeid krohvipindu mahauhtumise ja liigse märgumise eest.

Oluliseks erinevuseks teiste krohvfassaadidega Eestis oli, et viimistluskihina kasutati juba toonitud (fassaadi värvi) lubimörti (valmistatud ja tarnitud Soomest). Asja mõte seisnes selles, et lubivärv võib teatud aja jooksul ilmastiku tõttu fassaadilt ära kuluda. Kui ka viimistluskiht on värvi tooni, ei paista värvi kulumine koheselt silma ja uue ülevärvimisega võib kauem oodata.

Fassaadi värvimine lõpetati oktoobri lõpus, mil ilmastik oli oluliselt külmenend (öökülmad, sdas juba ka lund).

Fassaadi tänane olukord:

2004.a. uuendati sokli- ja rõdualuse võlvistiku krohvid, kõgu ülejäänud krohv- ja värvkate on aastast 1994. Fassaadil esineb üksikuid, alusmüüritise liikumistest tekkinud konstruktiivseid pragusid.

Foto 16

Kõige alumisel, soklipealsel rustikajoonte vahelisel krohvitahveldisel, mis on fassaadi põhipinnast (st. välja arvatud sokkel) ainukesena kaetud silikaatvärviga, esineb mõnedel kohtadel värvi koorumist (vt. foto 16). Põhjuseks peamiselt seinast väljaliikuvate soolade surve.

Foto 17

I/II korruse vahekarniisi plekist ca 15-20 cm kõrgusel esineb krohvipinnal niiskusest tekkinud tumedam rant (vt. foto 17). Ca 15-20 cm kõrguseni kaeti lubivärvitud pind hüdrofoobiga, et kaitsta krohvipinda pidevast märgumisest (näit talvel plekil lumi) tekkida võiva kahjustuse eest. Hüdrofoob on oma ülesande täitnud. Krohv on säilinud normaalselt, ainult üksikutes kohtades esineb pindmise kihi pudenemist.

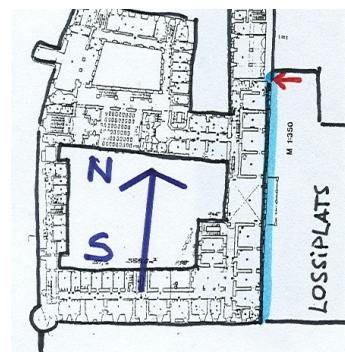
Foto 18

Tugevamad krohvikahjustused esinevad räästapiirkonnas vihmaveetorude lehrtrite juures põhjustatuna viimaste läbijooksudest (vt. foto 18).

Kokkuvõtteks võib öelda, et fassaadil esineb küll lokaalseid krohvikahjustusi, kuid nende põhjuseks on kas vastavate kohtade pidev märgumine või soolade väljaliikumine. Krohv ise on püsinud hästi. Fassaadi „tervet” olukorda aitab parandada ka asjaolu, et kuigi osadelt kohtadelt on lubivärv maha kulunud, ei ole need kohad eriti märgatavad, kuna viimistluskiht sai tehtud samuti roosat värvi.

Fassaadi paiknemine ilmakaarte suhtes:

Idafassaad, vt joonis 18.

Joonis 18

6.2. PANGA- JA BÜROOHOONE TARTUS

Asukoht: Raekoja plats 20, Tartu

Hoone ajaloost:

Neorenessanss-stiilis 3-korruseline hoone ehitati aastatel 1876-79 arhitekt M.W.A. Rötšcheri projekti järgi pangahoonena. 1908.a. muudeti fassaadi ja siseruumide jaotust E. Trompovski projekti järgi. Fassaadile paigaldati tsingiga legreeritud vasest skulptuurid. On arhitektuurimälestis.



Foto 19 Hoone üldvaade

Informatsioon vana fassaadikrohvi kohta:

Vana fassaadikrohvi ja -värvi kohta teostatud uuringud Tartu Ülikooli orgaanilise keemia instituudi poolt (vt. lisa 5). Krohviproovid võeti neljast kohast hoone lõunafassaadilt, kaks proovi soklist ja kaks seinast. Analüüsid näitasid, et seinte krohv oli puhas lubikrohv. Soklikrohv oli hüdrauliline, s.t. sisaldas tsementi.

Paistab silma, et vana krohvi liiva terastikuline koostis sisaldas põhiosas peent osist (< 1mm). Tulemuste põhjal doseeriti ka uute mörtide koostis.

Võeti ka seitse värviproovi. Analüüsid näitasid, et alumised (krohvipinnale lähemad) neli värvikihti olid lubivärvid. Pealmised kolm värvikihti olid sünteetilised, mittehingavad värvid.

Uue krohvimördi koostis, kasutatud materjalid:

Fassaadi uusprohv on puhas lubikrohv.

Mördi põhimaterjalidena kasutati:

- lubjapasta (AS Saare Lubi);
- Kukemetsa karjääri liiv;
- Piusa peenliiv (klaasiliiv)

Foto 20 Uuskrohv

silikaatvärvi all



Sisseviske- ja täitekihi mört-	lubjapasta: Kukemetsa karjääri liiv 1:3
Vüimistluskkihi mört-	analooone vahekord, liivaks Piusa liiv

Sisseviske- ja täitekihi teostamisel teostati töömaal Kukemetsa karjääri liiva täiendav sõelumine. Eesmärgiks oli saada võimalikult originaalilähedase terastikulise koostisega liiv, milleks analüüside põhjal oli: >3mm 0; >1mm ca 20%; >0,25 mm ca 70%; <0,25mm ca 10%.

Pealekantud sisseviske- ja täitekihtide paksused ca 15 mm.

Seinamüüritise materjaliks on punane tellis, mistõttu oli krohvi aluspind suhteliselt sirge ja ühtlane. Hoolimata viimasest olid krohvikihid paksud. Viimistluskihi paksus ca 5 mm. Krohvi kogupaksus uuringukohas 55...65 mm.

Hoone sokliosade on krohvitud kõrgema tsemendisisaldusega mördiga.

Krohvipind kaetud silikaatvärviga „Hansa Silikaat”, soklipind värviga „Hansa Sokkel”.

Teostusaeg, käik:

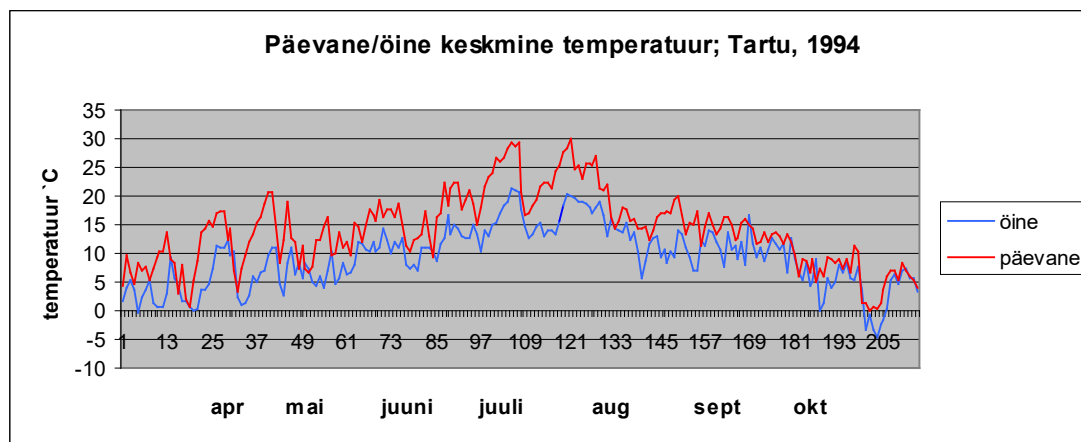
Mai – august 1994.a. Krohvitööd lõpetati augusti lõpus. Värvimistööd teostati järgmise aasta suvel.

Tabel 3 Ilmastikuolud tööde teostamise ajal:

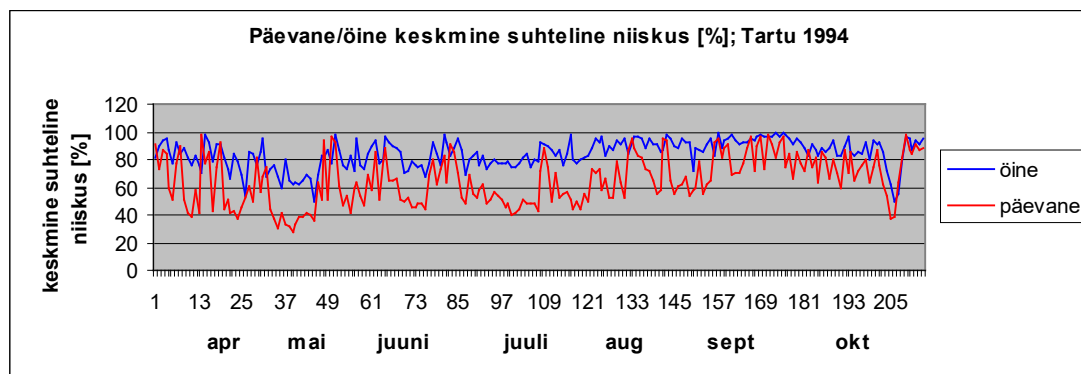
Kuu	temperatuur* ööine/päevane C	õhuniiskus* ööine/päevane %	sademete hulk/ sajupäevade arv mm / päeva	päikesepaiste hulk päevas h (tundi)
<i>Mai</i>	5...10 / 10...15	70...90/ 50...80	ca 60 / 8	9
<i>Juuni</i>	8...13 / 12...17	70...90 / 50...80	ca 70 / 15	8
<i>Juuli</i>	15...20 / 22...27	80...100/ 50...70	ca 50 / 6	13
<i>August</i>	12...17 / 18...23	80...100 / 50...80	ca 60 / 13	7

- tabelis kajastatud vahemikke, kuhu antud kalendrikuul langes enamus vastavaid näite

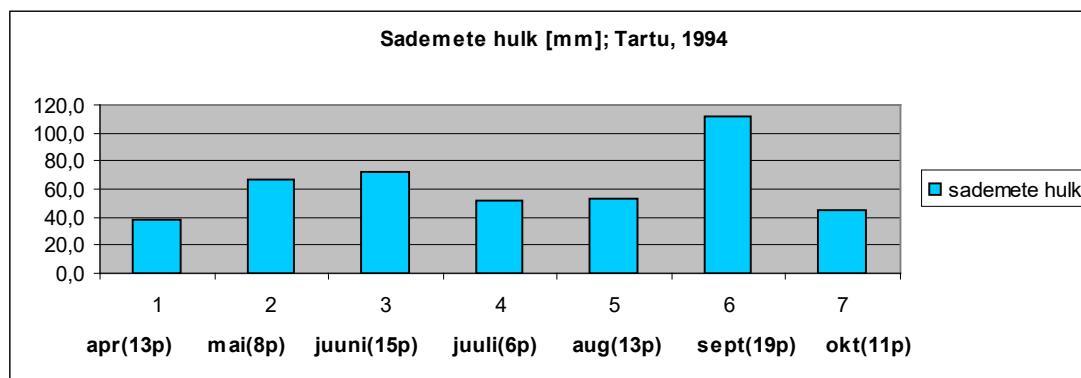
Joonis 19



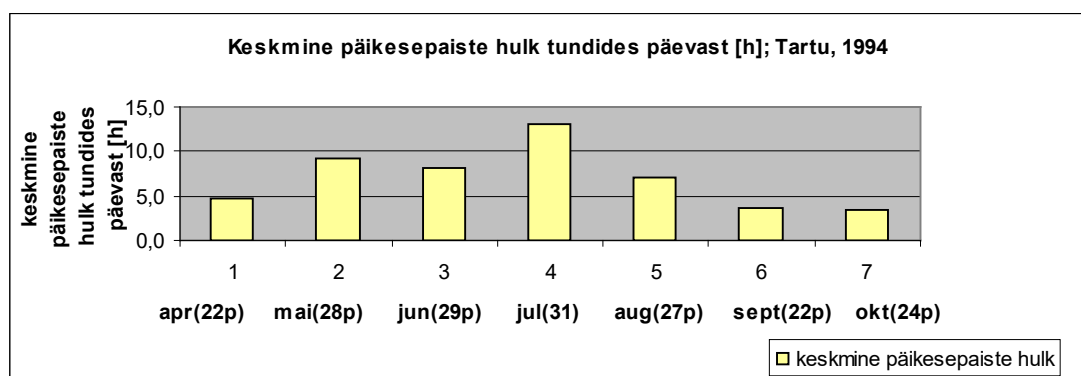
Joonis 20



Joonis 21



Joonis 22



Vana krohvi pindmised kihid, irdunud osad eemaldati liivapritsiaga. Kokkuvõttes jäi vana krohvi alumisi kihte järgi ca 20% fassaadidest (enamus sellest hoone põhjafassaadil).

Krohvimine teostatud kogu mahus silekrohvina. Krohvitööde maht teostati ajavahemikus mai-august. Värvimistööd teostati järgmisel aastal soodsate ilmastikuolude tulekul. Püüti igati järgida lubikrohvidega teostuse õiget tehnoloogiat. Ilmastikutingimused lubikrohvi karboniseerumiseks ja kivistumiseks olid normaalsed. Oli väga soe ja madala päevase suhtelise õhuniiskusega suvi. Juulis ja augustis olid tõsised kuumalaine, mil temperatuur päeval oli vahemikus 25.. 30C. See nõudis krohvitud pindade järjepidevat kastmist ja kaitsmist otsese päikese eest. Ilmastik jahenes natuke juba augusti lõpus, langes mõnedel öödel juba ca 5C-ni. Kokkuvõttes teostati krohvitööd piisavalt kõrge temperatuuriga ajaperioodil, mis piisava kastmise korral lõi kõik eeldused krohvi õnnestumiseks.

Fassaadi tänane olukord: Fassaadil esineb lokaalseid krohvi- ja värvikahjustusi I ja II korruse vaheliselt ning räästakarniisilt (vt.

Foto 21

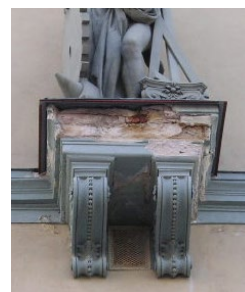


foto 21), mis on seotud nende kohtade pideva märgumisega räästa või karniisipleki defektide tõttu.

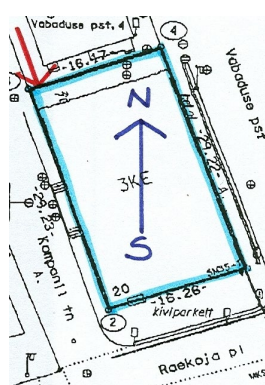
Soklil on nähtav tervel perimeetril pragudevõrgustikku, sokli ja põhifassaadipinna üleminekukohas on (ca 100 cm kõrgusel) mitmeid kohti, kus pinnakrohv on pudenenud (vt. foto 22).

Fassaadi põhikrohvipinnad on normaalses seisus ja fassaadi üldilme hea.



Foto 22

Võetud katsekehade asukoht fassaadil:



Joonis 23

Hoone põhjafassaadi paremas nurgas, kõrgus maapinnast 140 cm. Sokli kõrgus 100 cm (vt foto 23). Katste teostamise koha taga köetav ruum, punasest tellisest seina paksus 100 cm.



Foto 23



Foto 24

Uuringukohas täielikult uskrohv. Eristatavad täite- ja viimistluskihi üleminek. Sisseviske- ja täitekihid väga ühtlased, omavahelisi üleminekuid näha ei ole. Sisseviske- ja täitekihtide kogu paksus ca 60 mm, viimistluskihil ca 5mm (vt. foto 24).

Fassaadi paiknemine ilmakaarte suhtes: väiksemad fassaadid on põhj-lõuna suunal; suuremad ida-lääne suunal- vt joonis 23.

6.3. LINNATEATRI HOONE FASSAADID

Asukoht: Lai tn 19 / Aida 2 , Tallinn

Hoone ajaloost:

Tänapäevani säilinud mõõtmetes ja fassaadipindadega 3-korruseline kahe katuseärgkliga barokne elamahoone on ehitatud ajavahemikus 1631 – 41.a. Hoone on arhitektuurimälestis.



Foto 25 *Hoone idafassaad*

Informatsioon vana fassaadikrohvi kohta:

Vana krohvi koostise täpsemat uuringut ei teostatud. Arvestades hoone ehitusaega on originaalkrohv olnud kindlasti lubikrohv.

Fassaadi olukord enne rekonstrueerimistööde algust: alumistes kihtides osaliselt säilinud lubikrohvi kihte; pealiskihides rohked tsementseguga parandused; kaetud mittehingava värviga, mis paljudest kohtadest koorus.

Uue krohvimördi koostis, kasutatud materjalid:

Mördi põhimaterjalidena kasutati:

- lubjapasta (AS Saare Lubi);
- Männiku karjääri peenliiv (AS Silikaat);
- Kunda hall Portlandtsement (AS

Hoone erinevatel fassaadidel olid krohvimistüübid erinevad:

- Lai tn pool silekrohv;
- Aia tn pool kellukrohv.

Kellukrohviga fassaadikrohvi koostis:

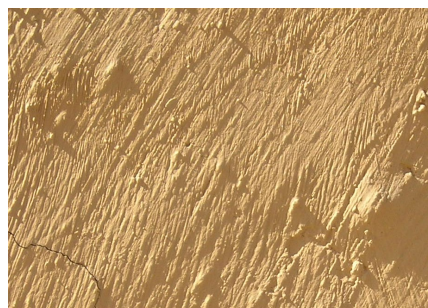


Foto 26 *Uus kellukrohv lubi- ja silikaatvärvi all.*

Sisseviske- ja täitekihi mört-	lubjapasta: hall tsement :Männiku peen liiv = 1:0,1:3
Viimistluskihi mört-	analoogne vahekord, liiv on täiendavalt sõelutud läbi peene võrgu

Silekrohviga fassaadikrohvi koostis:

Sisseviskekihi mört-	lubjapasta:hall tsement:Männiku jäme liiv = 1:0,1:3
Täitekihi mört-	lubjapasta: Männiku jäme liiv = 1:3

Viimistluskihi mört-	analoogne vahekord; Männiku peen liiv on täiendavalt sõelutud läbi peene võrgu
----------------------	--

Mördi segamine toimus töömaal tavalistes mörd segistitega.

Silekrohviga fassaadil teostati klassikaline 3-kihiline krohv (osaliselt 4-kihiline, kus aluspinna ebatasasused olid suuremad). Pealekantud sisseviske- ja täitekihtide paksused kuni 15 mm. Viimistluskihi paksus ca 3..5 mm.

Kellukrohviga fassaadil teostati 2-kihiline krohv. Viimistluskiht töödeldi metallkelluga.

Krohvi kogupaksus uuringukohas (kellukrohv) 15...20 mm.

Soklikrohvi koostis põhikrohvist erinev, tsemendi sisaldus kõrgem.

Krohvipind kaetud töömaal suurtes tünnides (200 l) ise segatud lubivärviga. Värviti 3 kihti. Soklipind kaeti värviga „Hansa Sokkel”.

Teostusaeg, käik:

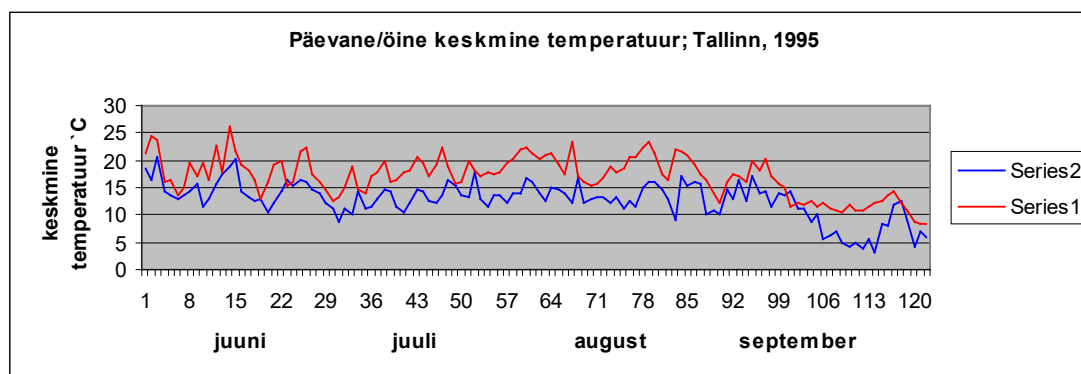
Juuni- august 1995.a. Krohvitööd lõpetati septembri alguses.

Tabel 4 Ilmastikuolud tööde teostamise ajal:

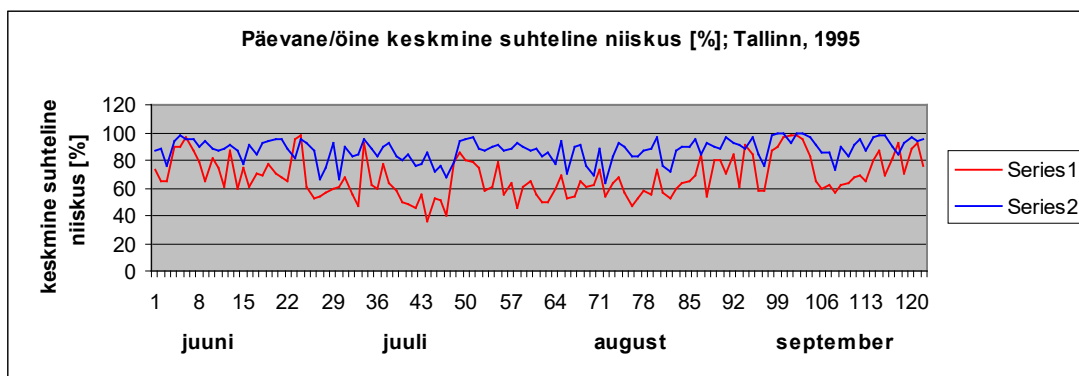
Kuu	temperatuur* ööine/päevane C	õhuniiskus* ööine/päevane %	sademete hulk/ sajupäevade arv mm / päeva	päikesepaiste hulk päevas h (tundi)
<i>Juuni</i>	12...18 / 17...25	80...95/ 60...90	ca 110 / 18	11
<i>Juuli</i>	10...15 / 15...20	70...90 / 50...80	ca 45 / 9	12
<i>August</i>	12...16 / 17...23	70...95 / 50...80	ca 55 / 10	11
<i>September</i>	5...15 / 10...18	80...100/ 60...90	ca 60 / 13	7

- tabelis kajastatud vahemikke, kuhu antud kalendrikuul langes enamus vastavaid näite

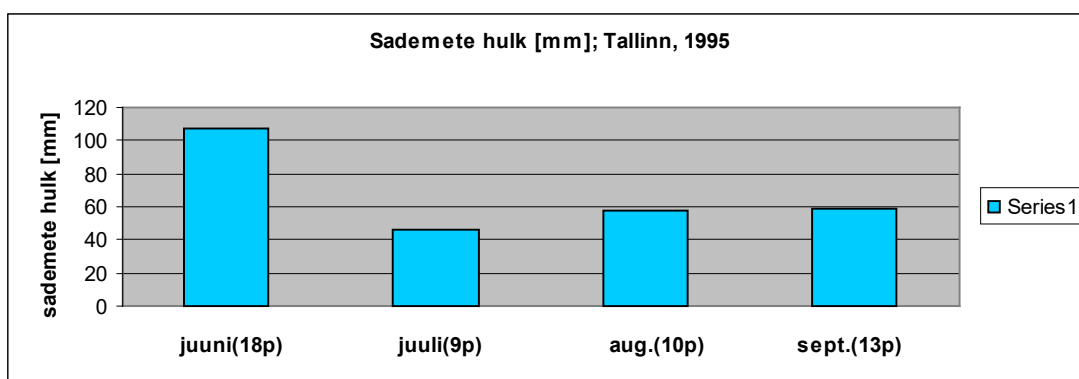
Joonis 24



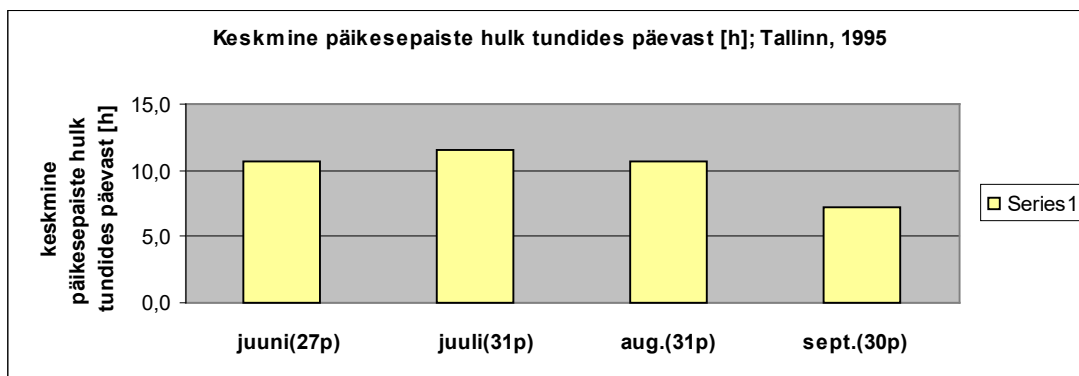
Joonis 25



Joonis 26



Joonis 27



Fassaadi pind - ca 1500 m².

Vana krohv eemaldati piikamise teel. Tsingitud krohvivõrku paigaldati otse paekivile ja ainult kriitilistesse piirkondadesse: praod alusmüüritises, avade ümbrused, sokkel. Paekivist alusmüüritis tüüpiliselt ebaühtlane. Paksemad krohvikihid ulatusid kuni 9 cm-ni, mis krohviti 6 kihiga.

Krohvi kanti pinnale krohvipritsidega. Uus krohvi kiht kanti eelmisele peale 2-4 päevase vahega.

Krohvitööde põhimahud teostati juunis, juulis ja augustis. Ilmastik oli ühtlaselt soe (keskmiselt natuke alla 20 °C), küllaltki kõrge päikese intensiivsusega, päevase suhtelise õhuniiskusega 60...70 % vahemikus ja juulis, augustis väheste sademetega. Väga head tingimused lubikrohvi karboniseerumiseks.

Fassaadipindade kastmist teostati vastavalt vajadusele, kuid mitte rohkem üle ühe korra päevas.

Laia ja Aia tn poolsete fassaadide tellingud olid kaetud kiledega. Katuseid esialgu ei ehitatud. Nii juhtus, et tugev äikesvihm juulis uhtis maha ülemise osa (ca 30%) Aia tn poolsest vastkrohvitud viimistluspinnast (kellukrohvi).

Sokkel krohviti vastu kõnnitee sillutiskivi, vahet sisse ei jäetud.

Krohvitud pindade katmine lubivärviga teostati samal aastal ajavahemikus augusti keskpaigast kuni oktoobri lõpuni. Krohvimise ja värvimise vahele jäeti vähemalt üks kalendrikuu. Värviti minimaalne arv kihte – 3. Paremaks katmiseks tehti eriti viimane värv paksem.

Foto 27

Fassaadi tänane olukord:

Kõikidel fassaadidel esineb krohvi- ja värvikahjustusi:

- idafassaadil (Lai tn. poolne) soklil ja soklist ca 20..30 cm kõrguseni kahes kohas (ca 3 m²) värv ja pindmine krohvi kiht pudenenud seoses soolade välja tungimisega (vt. foto 27);

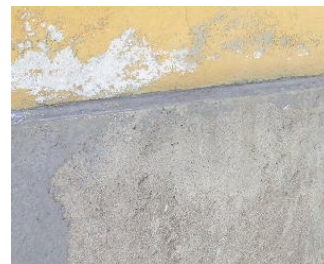


Foto 28

- lõunafassaadi ülemises osas värv pinnalt maha kulunud, nähtav hele krohvipind (vt. foto 28); põhjuseks võib olla värvimistööde hiline lõpetamine, viimase kihi lubivärvi liigne „rasvasus” (tehti rasvasem, et paremini kataks ja ei peaks veel täiendavaid kihte peale värvima), kellukrohvist aluspinna liigne siledus, mis nõrgendab värvi ja alus-

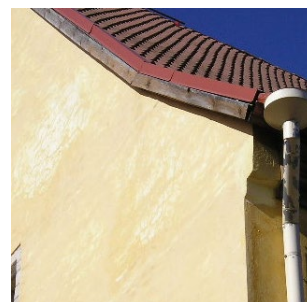


Foto 29

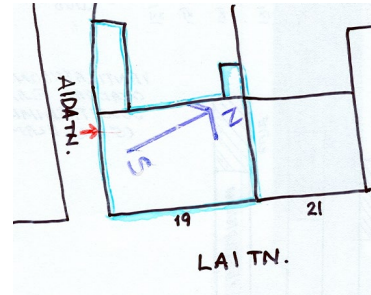
- lõuna ja idafassaadil esineb seinapinnal mitmetes kohtades värvi koorumist sokist ca



1m kõrgusel ribal; selles piirkonnas on mõlemal fassaadil lubivärv hiljem üle värvitud silikaatvärviga (nähtavasti fassaadi niiskuslaigulisuse tõttu), s.t. tugevama värvi alla on jäänud nõrgem värv (vt. foto 29).

Fassaadi paiknemine ilmakaarte suhtes:

Hoone fassaadidest on avatumad ida- (tänavapoolne) ja läänefassaad; hoone põhjakülg piirneb naaberhoonega; lõunafassaadi varjab lähedalasuv naaberhoone (v.a. ülemine osa) – vt joonis 28



Joonis 28

6.4. TOOMPEA LOSS – LÕUNATIIVA FASSAAD

Asukoht: Lossiplats 1A , Tallinn

Hoone ajaloost:

Toompea lossi lõunatiib ka. fassaadid rekonstrueeriti paeselt kindluslikust hoonest pidulikult neobarokseks 1935.a. (arhitekt A. Kotli).



Foto 30 Fassaadi üldvaade

Informatsioon vana fassaadikrohvi kohta:



Foto 31 Vana krohvi murdepind



Foto 32 Krohvi paksus

Vana fassaadikrohvi kohta teostatud uuringud Tallinna Tehnikaülikooli ehitusmaterjalide katselaboris (vt. lisa 4). Krohviproov võeti ülejäänud katsekehadega samast piirkonnast (vt. katsekehade asukoht fassaadil). Analüüsid näitasid, et seinte vana krohv on lubi-tsementkrohv kaalulises vahekorras 1:0,6:7,4 (lubi:portlandtsement:kvartslüiv)- vt. foto 31 . See on täiesti

loogiline, arvestades fassaadi rekonstrueerimisega (1935.a.), mil fassaadikrohvidena kasutati suurema püsivuse ja ilmastikukindluse tagamiseks just nimelt lubi-tsementkrohve. Portlandtsement oli väga moodne

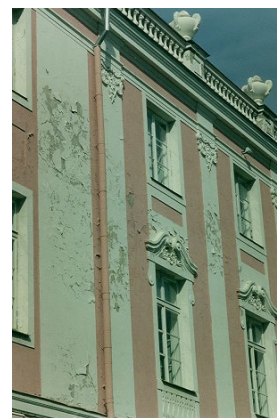


Foto 33 Vana fassaad

ehitusmaterjal. Krohvisegus kasutatud liiv on suhteliselt peeneteralisem, erinevatel murde- ja puurimispidadel ei täheldatud 3...4 mm-st jämedamaid osiseid. Kohati olid krohvipinnad väga paksud, isegi kuni 100 mm (vt. foto 32). Vana krohv oli suhteliselt hästi säilinud. Kenitex mittehingava värviga kaetud fassaad oli enne tööde algust tüüpiliselt „narmendava” välimusega, II ja III korruse piirkonnas esines rohkesti värvi koorumist (vt. foto 33).

Uue krohvimördi koostis, kasutatud materjalid.

Fassaadi uuskrohvi osad on lubi-tsementkrohv.

Mördi põhimaterjalidena kasutati:

- valmis lubi-liivsegu (AS Silikaat);
- sõelutud kuivliiv fraktsioon 0,63...2 mm (AS Silikaat);
- portlandtsement CEM I 42,5 N (AS Kunda Nordic Tsement);
- valmissegu BAYOSAN LL66 (1,3mm)



Foto 34 Uuskrohvi pinnakiht

Aluskrohvi- Õhuke tätekiht- krohvimiseks) Viimistluskiht-	suures mahus säilinud vana lubi-tsementkrohv lubi-liiv : sõelutud kuivliiv : portlandtsement 6,5:5:1 (so. AS Silikaat soovituslik mört fassaadipindade Bayosan LL66 (1,3 mm)
--	---

Tätekihti kanti fassaadile ainult osadeses piirkonnades, kuna ca 60% ulatuses säilis viimistluskihi aluspinnana vana krohvi pind. Viimistluskiht kantud kogu fassaadipinnale. Viimistluskihtiks tsementsideaine baasil, peeneteralise liivaga tööstuslik valmissegu.

Krohvi kogupaksus uuringukohas väga suur ca 60...100 mm, millest põhiosa vana säilinud krohv, uus tätekihtpaksusega kohati kuni 10 mm, uus viimistluskiht paksusega 1...2 mm (vt. foto 34).

Hoone sokliosa mördikoostise kohta informatsioon puudub.



Foto 35 Uuskrohv Remmersi värvi all

Värvitud: fassaadi põhipinnad REMMERS ENGLISCHROT; sokkel REMMERS UMBRA (vt. foto 35).

Teostusaeg, käik:

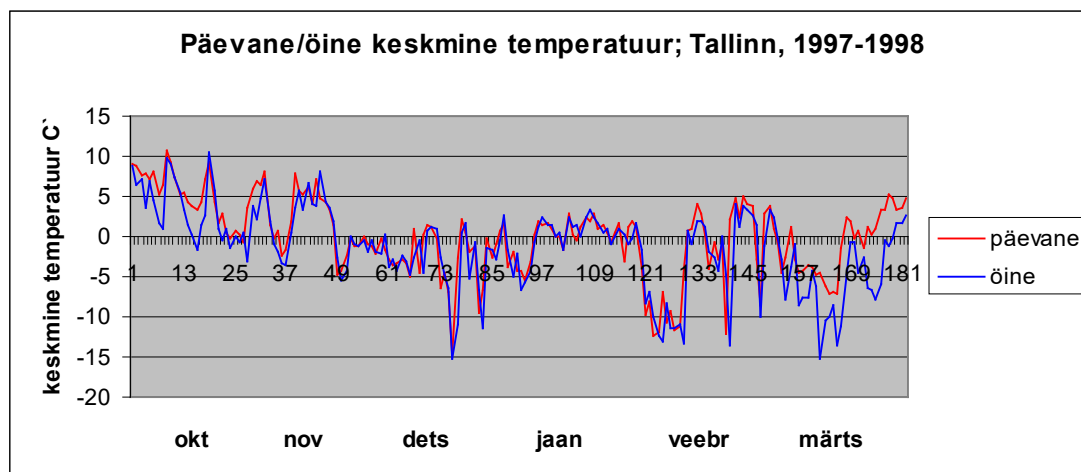
Oktoober 1997 – veebruar 1998.a.

Tabel 5 Ilmastikuolud tööde teostamise ajal:

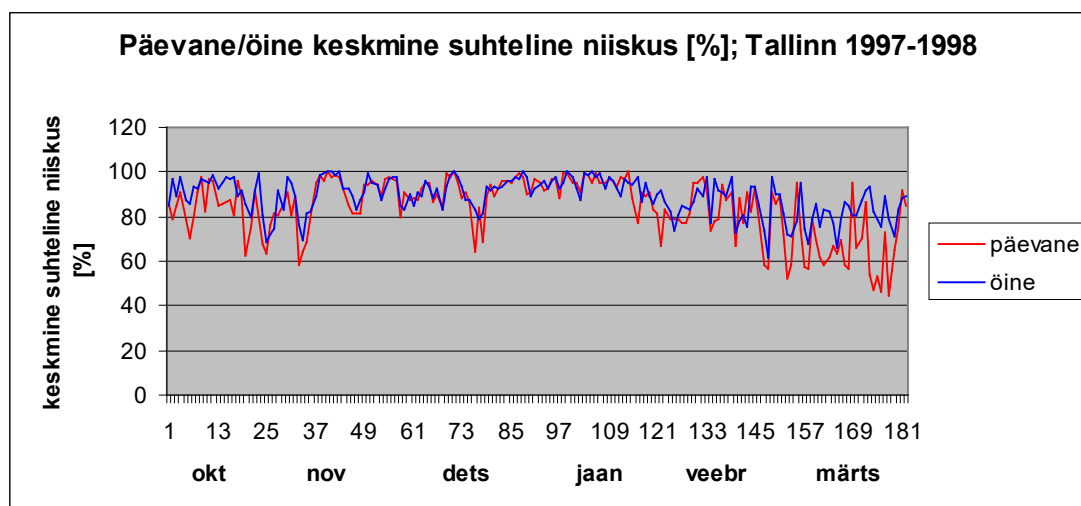
Kuu	temperatuur* öine/päevane C	õhuniiskus* öine/päevane %	sademete hulk/ sajupäevade arv mm / päeva	päikesepaiste hulk päevas h (tundi)
oktoober	2...7 / 3...8	70...95/ 70...95	ca 100 / 22	2,0
november	-5...5 / -5...5	80...100 / 80...100	ca 50 / 18	0,5
detsember	-10...0 / -10...0	80...100 / 70...95	ca 35 / 15	0,5
jaanuar	-4...3 / -4...3	90...100/ 85...95	ca 60 / 25	0,5
veebruar	-10...0/ -10...0	70...95 / 60...90	ca 40 / 19	1,5

- tabelis kajastatud vahemikke, kuhu antud kalendrikuul langes enamus vastavaid näite

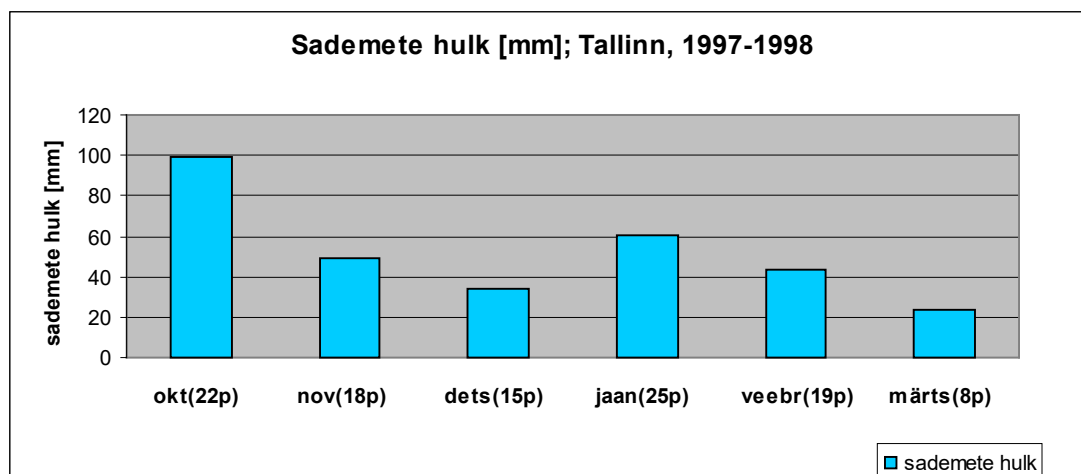
Joonis 29



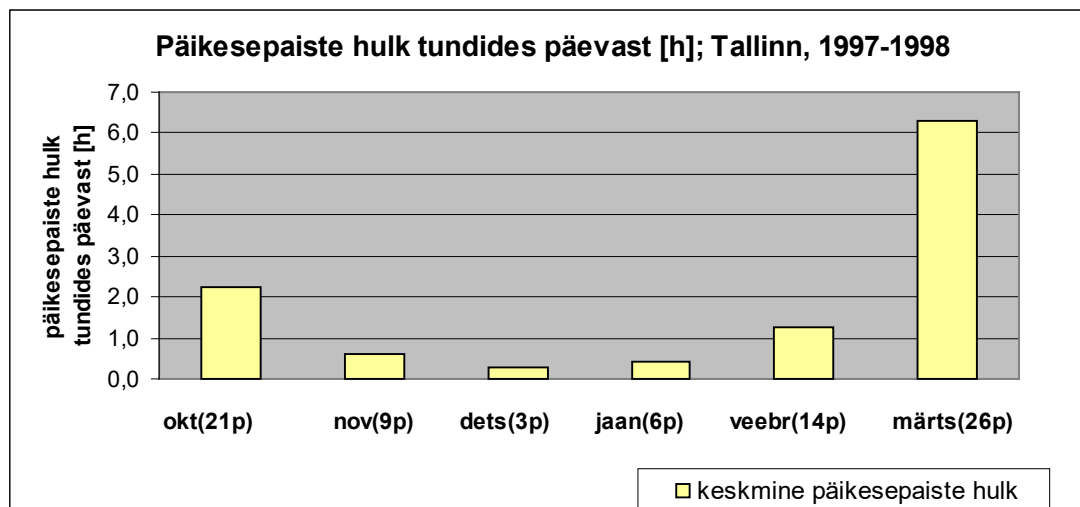
Joonis 30



Joonis 31



Joonis 32



Töid teostati, arvestades eesti kliimat, väga ebaharilikul ja ebasoodsal ajal, sügis-talvel. Tööde teostamise vajaduse sellisel ajal tingis soov Eesti Vabariigi 80-nda aastapäeva lipuheiskamiseks Pika Hermannini tornis fassaad korrastada. Kliimaatiliselt ebasoodne teostusaeg esitas krohvi- ja värvimistöodele oma, vägagi ranged nõudmised.

Vähendamaks talveperioodil uskrohvi pealekandmise mahtu, püüti võimalikult palju säilitada vana lubikrohvi. Fassaadipinnal oli viimaseks värviks õhutihe sünteetiline värv Kenitex, mis tuli täielikult eemaldada. Kohati oli värv krohvipinnalt ulatuslikult lahti, kohati väga tugevalt kinni (vt. foto 33). Värv eemaldamiseks kasutati liivapritsi. Liivapritsiga eemaldati värvikihid kuni krohvini ja osaliselt ka lahtiolev krohv. Vana krohvi õnnestus säilitada ca 60% peafassaadi kogupinnast.

Teostati osades piirkondades täitekihi krohvimine kogupaksusega kuni 10 mm. Kogu fassaad kaeti õhukese peeneteralise viimistluskihiga. Tsementsideaine baasil viimistluskihi vajaduse tingis tööde teostusaeg, lubikrohvide kasutamine alla +8°C (mil nende kivistumisprotsess seiskub) on tehnoloogiliselt mõttetu.

Arvestades tööde teostamise aega ja ilmastikku (vt. tabel 5 – ilmastikuolud), oli vajalik krohvitööde teostamise ajal tööpiirkonnas tagada temperatuur vähemalt +5°C. Selleks kaeti tellingud paksude kattekiledega, tellingute peale ehitati katused. 24 tundi ööpäevas töötasid diisli baasil küttepuhurid, nii et tellingute ülemistel lavadel töötasid krohvi- ja värvitööde suureskala vältel. Aitas ka see, et oli suhteliselt pehmem talv, üle -10°C perioode esines detsembri lõpus ja veebruaris.

Veebruari lõpuks väviti fassaad kruntvärvi alla. 1998.a. suvel teostati krohvi üksikute kohtade parandustööd ja lõpuvärvimine.

Fassaadi tänane olukord:

Nähtav värvi koorumine aknaplekkidelt, vihmaveetorudelt. Ühe keskmise vihmaveetoru tagant, krohvikarniisil nurgas mõra ja värv natuke koorunud (vt. fotol 36).



Foto 36

Värv koos krohviga on pudenenud:

- fassaadi keskosas frontoonivaaside alt postidelt, kuni alusmüüritiseni (2 piirkonda, vt. foto 38);
- fassaadi keskosas vahetult sokli kohal, pealmine krohvikihht (1 piirkond, vt. foto 37).

Esimesel juhul põhjuseks nende pidev märgumine, teisel juhul seinast väljaliikuvate



Foto 37



Foto 38

soolade surve. Värv koorub suurema terviklikuosana, mis on sünteetilisele värvile kohane. Alumine vihmavee ärajuhtimine, soklist eemale, on korrektne.

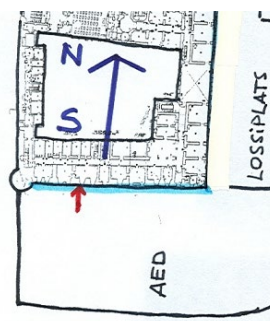
Soklit ääristab väikese kaldega graniitkillustiku riba. Fassaad ei piirne tänavaga, mistõttu talvine teede soolatamise kahjulikku mõju ei ole. Seetõttu ka sokliosaväga hästi säilinud.

Krohvi enda mahukahanemisest (kivistumisel) või liiga kiirelt läbikülmumisest (arvestades teostusaega) tekkida võivaid kahjustusi ei ole näha. Esinevatel lokaalsete krohvi- ja värvi kahjustuste põhjustest oli ülalpool juttu.

Lubi- või lubi-tsementkrohvi pahteldamine ainult tsementsideaine baasil tehtud viimistluskrohviga eeldaks fassaadil suuremaid kahjustusi, mis on seotud näit. puuduliku auruläbitavusega.

Fassaadi üldilme on väga hea ja krohv ning värv on püsinud hästi (hoolimata ebasobivast teostusajast ja materjalide valikust).

Joonis 33



Võetud katsekehade asukoht fassaadil:

Fassaadi vasakpoolse osa sisseastest/nurgast vahemikus ca 50-130 cm, maapinnast 90-120 cm (vt foto 39). Teisel pool seina on köetav ruum. Paekivi/punase tellise segamüüritise paksus ca 90-100 cm .

Fassaadi paiknemine ilmakaarte suhtes:

Hoone fassaad avaneb kogu mahus lõunasse – vt joonis 33.

Foto 39**6.5. STENBOCKI MAJA FASSAADID**

Asukoht: Rahukohtu 3 , Tallinn

Hoone ajaloost:

Klassitsistlik hoonekompleks on ehitatud aastatel 1787...1792.a. (arhitekt J. Mohr). Ehitustööde läbiviimise võttis enda peale krahv P. Stenbock. Sõja tõttu lõpetas Vene riik finantseerimise (hoone planeeriti kohtu- ja ametiasutustele), mistõttu hoonekompleks jäi ehitusettevõtjale , kes oli ehitusse paigaldanud oma raha. Esmaomaniku järgi on hoone saanud ka nimetuse Stenbocki maja.

Hoonekompleksi on aja jooksul vähemalt 3 korda rekonstrueeritud, ümberehitatud. Vaatamata sellele olid fassaadid viimase rekonstrueerimise (1995...2000) ajaks säilitanud põhimahus ehitamisaegse ilme. On arhitektuurimälestis.

***Foto 40 Peahoone põhjafassaad******Foto 41 Tiibhoone lõunafassaad*****Informatsioon vana fassaadikrohvi kohta:**

Vana krohvi koostise täpsemat uuringut ei teostatud. Arvestades hoonestuse ehitusaega oli originaalkrohv kindlasti lubikrohv.

Fassaadi olukord enne rekonstrueerimistööde algus tüüpiline: alumistes kihtides vana lubikrohvi kihid, pealiskihtides rohked tsementseguga parandused; kaetud mittehingava värviga, mis paljudest kohtadest koorus; suured praod; olulisel osal fassaadidel (räästapiirkonnad, vihmaveetorude ümbrused) krohv täielikult maha pudenenud (vt foto 42).



*Foto 42 Tiibhoonesse sissekäik
1997.a.*

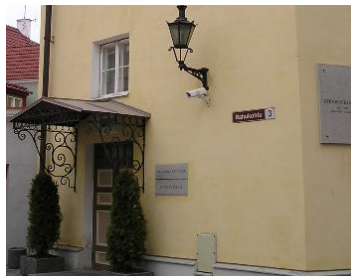


Foto 43 Sama 2005.a.

Uue krohvimördi koostis, kasutatud materjalid:

Fassaadi uus krohv on puhas lubikrohv.

Mördi põhimaterjalidena kasutati:

- lubjapasta (AS Saare Lubi);
- Männiku karjääri peenliiv (AS Silikaat);
- Piusa peenliiv (klaasiliiv)

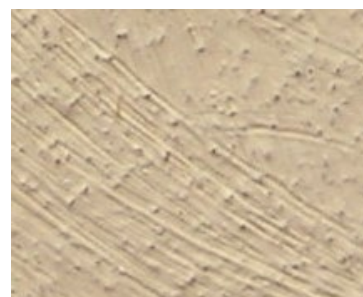


Foto 44 Uuskrohv lubivärvi all

Sisseviske- ja täitekihi mört-	lujapasta: Männiku jäme liiv 4: 9 (1: 2,25)
Viimistluskihi mört-	analooogne vahekord, Piusa liiv sõeluti täiendavalt läbi peene võrgu

Mördi segamine toimus töömaal tavalistes mördisegistites..

Pealekantud sisseviske- ja täitekihtide paksused kuni 10...20 mm. Kuna seinapinna peamüüritis oli väga ebaühtlane ja kohti terved seinaosad viltu, tuli krohvikihi paksuseks mõnedes kohtades kuni ca 150 mm.

Viimistluskihi paksus 2...3 mm. Täitekihile kanti peale pahtlitaoline, läbi peene võrgu sõelutud kiht. Krohvi kogupaksus uuringukohas 35...60 mm.

Soklikrohvi koostis põhikrohvist erinev, tugevuse ja veekindluse suurendamiseks lisatud tsementi.

Krohvipind kaetud TIKKURILA valmis lubivärviga (3 kihti) .Soklipind värvitud HANSA SILIKAAT värviga.

Teostusaeg, käik:

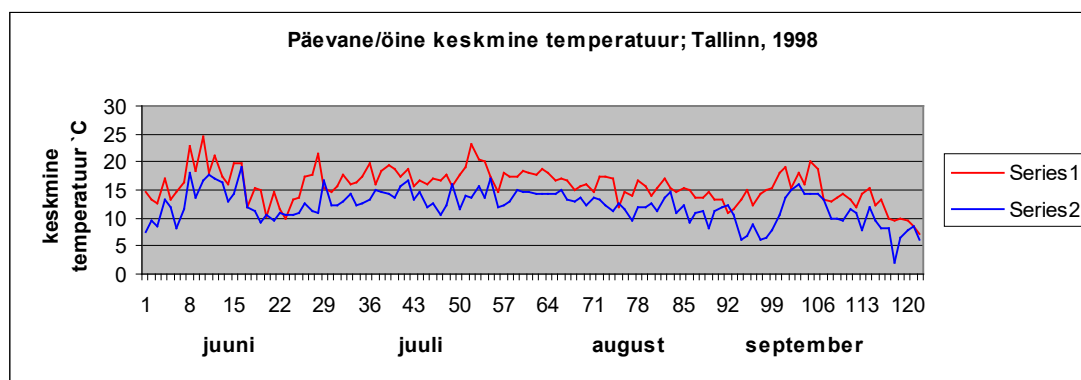
Mai – september 1998.a. Peahoone krohvitööd lõpetati septembri lõpus, tiibhoone krohvitööd juuli lõpus. Lokaalseid kohti peahoone fassaadidel (akende-uste krohviraamistused, rõdu ümbrus põhjafassaadil) teostati veel ka oktoobris.

Tabel 6 Ilmastikuolud tööde teostamise ajal:

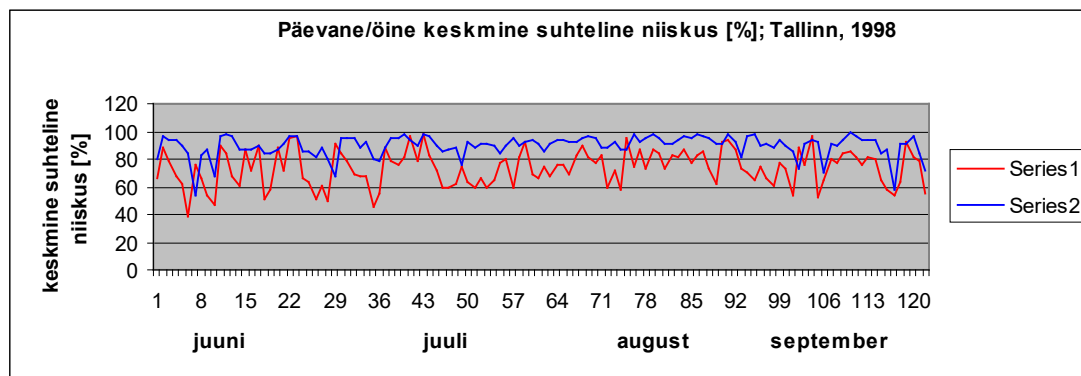
Kuu	temperatuur* ööine/päevane C	õhuniiskus* ööine/päevane %	sademete hulk/ sajupäevade arv mm / päeva	päikesepaiste hulk päevas h (tundi)
<i>Juuni</i>	5...18 / 10...25	70...95/ 60...90	ca 120 / 17	9,5
<i>Juuli</i>	12...17 / 17...27	80...100 / 60...90	ca 105 / 14	9,0
<i>August</i>	10...15 / 13...18	80...100 / 70...90	ca 130 / 21	6,5
<i>September</i>	5...15 / 10...18	70...100/ 60...90	ca 30 / 12	7,0

- tabelis kajastatud vahemikke, kuhu antud kalendrikuul langes enamus vastavaid näite

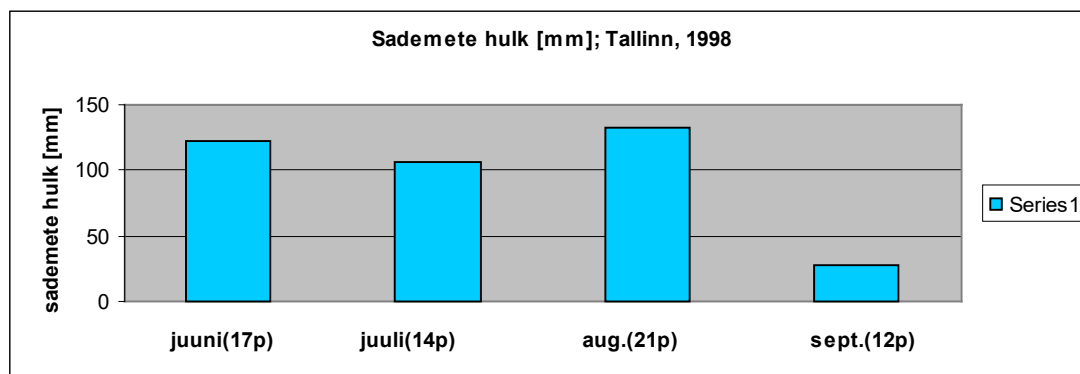
Joonis 34



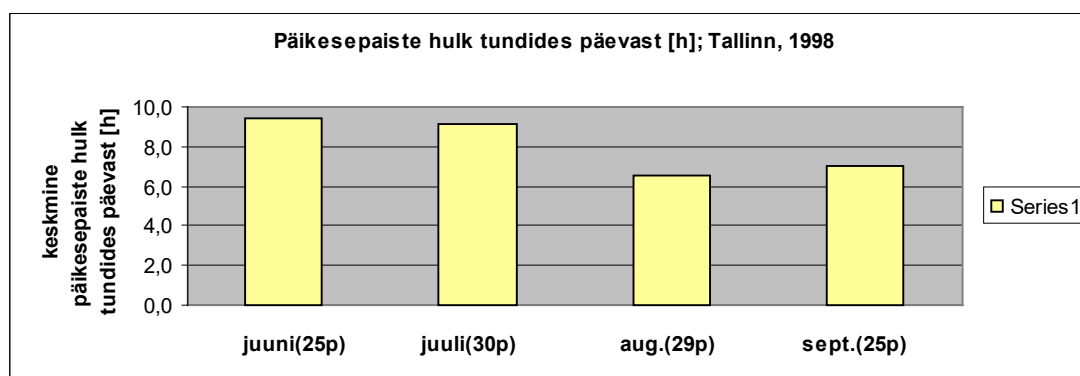
Joonis 35



Joonis 36



Joonis 37



Fassaadi pind - ca 2500 m²

Vana krohv eemaldati täielikult. Mittehingavate värvikihtide ja tsementkrohvist rohkete paranduste all oli vana lubikrohv muutunud väga pudedaks, seda ei olnud võimalik ja mõttekas säilitada. Vanad krohvikihid eemaldati alusmüüritiselt piikamise teel.

Paekivist alusmüüritis oli väga ebaühtlane ja kohati suurte pragudega. Praod täideti müürimördiga. Sisseviskekihile paigaldati tsingitud krohvivõrk: tiibhoones kogu seinale, peahoones ca 50% ulatuses. Paksemate kihtide korral paigaldati veel üks võrgukiht.

Pealekantud kihtide arv varieerus 3...8 kihi vahel. Pealekrohvimist teostati 10..20 mm kihtide kaupa.

Viimistluskihi liiv (Piusa) sõeluti täiendavalt läbi peene võrgu (silm 1 mm).

Krohvimine teostati kogu mahus silekrohvina.

Viimane, õhuke viimistluskiht kanti peale kummihõõrutitega.

Juuni ja juuli, mille jooksul teostati tiibhoone fassaadide krohvitööde kogumaht ning peahoone sisseviske- ja täitekihtide põhimaht, olid väga soojad, kõrge keskmise õhuniiskusega, mõõdukate sademetega ja kõrge päikese intensiivsusega kuud (vt.

tabel 6 - ilmastikuolud). Tellingud olid kaetud valgete kaitsekiledega. Tellingute peale oli ehitatud kilekatus, mida pidi õhu liikumiseks tihti avama. Teostati krohvikihide kastmist: hommikuti, enne uue kihi pealekandmist, õhtuti.

Augustis, septembris teostati peahoone täite- ja viimistluskihtide lõpetamine.

Arvestades krohvitööde reaalselt teostusaega ja ilmastikku, olid tingimused lubikrohvi karboniseerumiseks soodsad. Ilmastik jahenes oluliselt alates septembri lõpust.

Krohvipinna värvimine lubivärviga teostati järgmisel, so 1998.a. suvel.

Fassaadi tänane olukord:

Esineb tüüpilisi krohvikahjustusi (lokaalsed) liigniiskuse mõjul:

- tänavaga piirneva tiibhoone soklil soolakahjustused ja pealmise krohvikihi-värvi lokaalsed pudenemised (vt. foto 45);
- räästa- ja vahekarniiside krohvi lokaalsed pudenemised (vt. foto 46);
- peahoone põhjafassaadil rõdu sammaste alumiste osade krohvi ja värvi pudenemised.

Kuna tiibhoone läänetiib on terves mahus lääne suunas välja vajunud, esineb hoone sisehoovi poolisel küljel terve seiniosa (negatiivse kaldega) ulatuses pidev märgumine. Seinale on jäänud küll märgumise randid, kuid krohv siiski püsib, kuna lubikrohv-värv võimaldab niiskusel ka kiirelt välja kuivada.

Fassaadil esineb hoone seinte liikumisest tulenevaid konstruktiivseid pragusid (vt. foto 47).

Krohvi enda mahukahanemisest (kivistumisel) või külmakahjustustest (tööde hiline lõpetamine) tekkida võivaid kahjustusi ei ole.

Fassaadi põhikrohvipinnad on normaalses korras ja fassaadi üldilme hea.



Foto 45

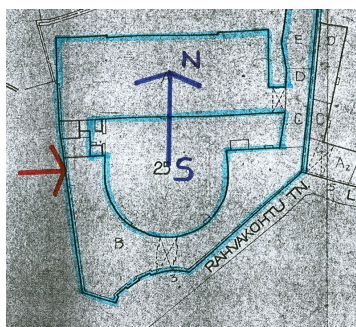


Foto 46



Foto 47

Fassaadi paiknemine ilmakaarte suhtes, võetud katsekehade asukoht fassaadil:



Joonis 38

Hoonekompleksi poolringi-
kujulise tiibhoone läänefassaadi
kesksoonis, kõrgus maapinnast
110...145 cm, ca 80 cm laiusel
pinnal (vt foto 48). Sokli kõrgus
uurimis-kohas 80 cm. Paekivist
seinamüüritise paksus uurimis-



kohas on ca 90 cm. Teisel pool seina on köetav ruum.

Uuringukohas täielikult uus krohv. Eristatavad 4 krohvikihhti: **Foto 48**

sisseviskekiht (paksus 0...20 mm); 1-ne tätekiht (paksus ca 10...15 mm), 2-ne
tätekiht (paksus kuni 7 mm), õhuke viimistluskiht (paksus 2 mm).

6.6. ROOTSI-MIHKLI KIRIKU FASSAADID

Asukoht: Rüütli tn. 7/9 , Tallinn

Hoone ajaloost:

Hoonestus eksisteeris selles kohas aastast ca 1530. Tänapäevani säilinud gabariidid sai hoone 1770.a. remont-rekonstrueerimistööde käigus, mille põhjuseks oli hoone katuse ja ülemise korruse hävimine tulekahjus.



Foto49 Rüütli tn. poolne ehk läänefassaad

Informatsioon vana fassaadikrohvi kohta:

Hoone remont-restaureerimistööde tellijaks oli Rootsi Muinsuskaitseamet, tänu millele teostati enne töödega alustamist põhjalikud uuringud. Seda ka fassaadikrohvi osas. Projekti teaduslik-metoodiline juhendamine toimus Rootsi Muinsuskaitseameti, Muinsuskaitseinspektsiooni ja Tallinna Muinsuskaitseameti (täna Tallinna Kultuuriväärtuste Amet) ühistööna.

Fassaadikrohvi uurimisel tuvastati kaks eri ajastustest pärinevat terviklikku krohvi-viimistluskihti. Need on vanimana säilinud kollakas kelluviimistluskiht, mida leidub peamiselt kinnistu põhjafassaadil ja klassitsistlikku sileduse ideaali taotleval, kogu hoonekompleksi katnud krohvikihht. Nende vahel võis leida ainult erineva

ulatusega krohviparandusi. Esimese krohvikihit dateeriti aastasse ca 1607, teine seostati muudatustega peale 1770.a. või 1830.a. (vt. lisa 7).

Üldine: säilinud krohvimaterjal on praguline, paiguti seinast või aluskrohvist lahti ja kahjustatud tsementkrohvi all toimunud väljasooldumisprotsessist (eriti vanim kollane krohv põhjafassaadil).

Krohvikihi koostise analüüs andis tulemuseks- liiv : Ca(OH)_2 : tsement = 4,9:1:0,1 (massisuhtena). Analüüsi täpsemad tulemused ja liiva fraktsiooniline koostis - vt. lisa 8). Krohvi koostis on tüüpiline 18.-19. sajandil kasutatud krohvidele.

Foto 50 Fassaadi uskrohv lubivärvi all

Uue krohvimördi koostis, kasutatud materjalid:

Fassaadi uskrohv on puhas lubikrohv. Hüdraulilisi ja tsemendilisandeid ei pandud.

Lubi - Saaremaa lubjapasta

Liiv – Kiiu karjääri jäme ja peen liiv

Lubjapasta : liiva suhe kõikides krohvikihitides – 1: 2,5.



Krohvimine teostati mitmekihilisena, sisseviske- ja täitekihtide paksused varieeruvad vahemikus 15-20 mm, viimistluskihi paksus kuni 10 mm. Kihtide arv kõigub 3-5 kihi vahel, olenevalt alusmüüritise (paekivi) ebatasasusest.

Sisseviske- ja täitekihid teostati mördiga - lubjapasta: Kiiu jäme liiv.

Õhuke viimistluskiht mördiga - lubjapasta: Kiiu peen liiv.

Krohvi paksus uuringukohas- 35-45 mm.

Krohvipind on kaetud lubivärviga, mis segati kohapeal suurtes tünnides. Värvimullad toodi Rootsist. Kanti peale 5-6 kihti.

Teostusaeg, käik:

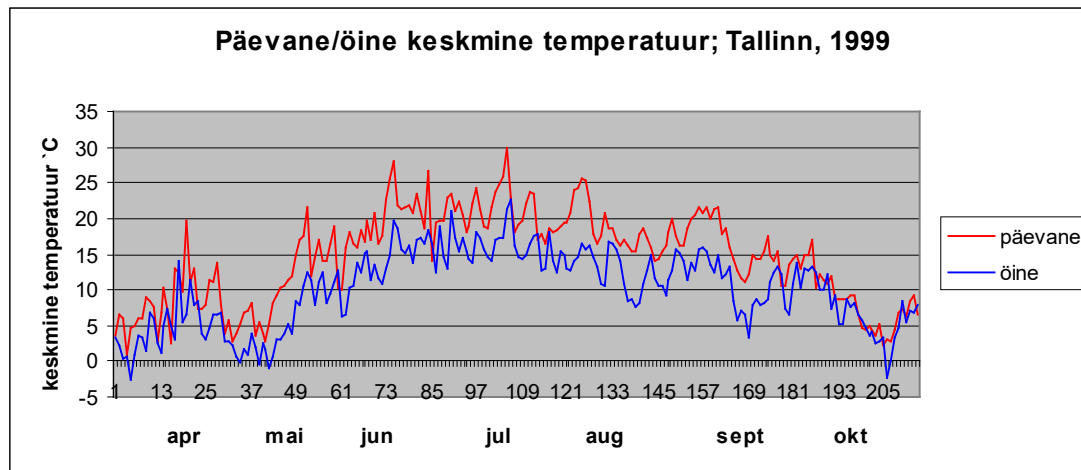
Mai – august 1999.a.

Tabel 7 Ilmastikuolud tööde teostamise ajal:

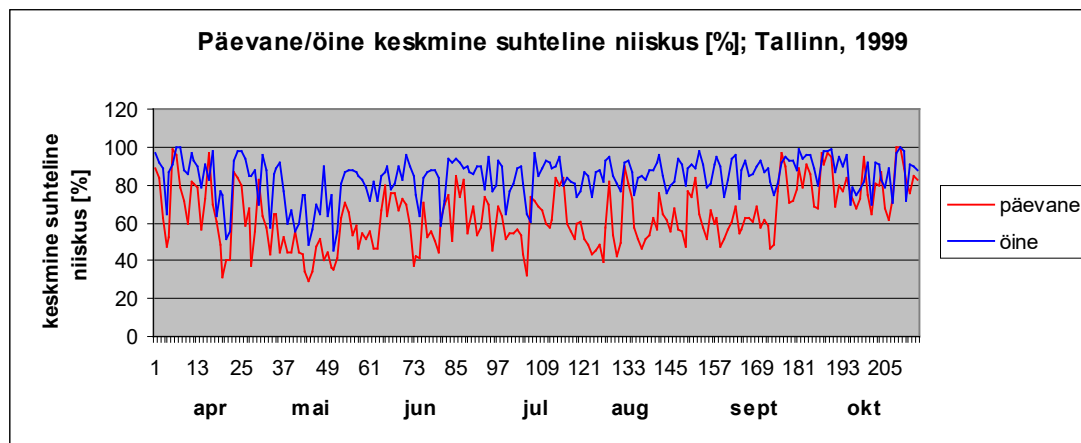
Kuu	temperatuur* öine/päevane C	õhuniiskus* öine/päevane %	sademetes hulk/ sajupäevade arv mm / päeva	päikesepaiste hulk päevas h (tundi)
Mai	3...13 / 7...17	65...85 / 50...70	ca 5 / 3	11
Juuni	10...17 / 15...25	70...90 / 50...80	ca 55 / 10	11,5
Juuli	15...20 / 20...25	75...95 / 50...75	ca 45 / 12	12
August	10...15 / 17...22	80...95 / 60...90	ca 40 / 10	9,5

- tabelis kajastatud vahemikke, kuhu antud kalendrikuul langes enamus vastavaid näite

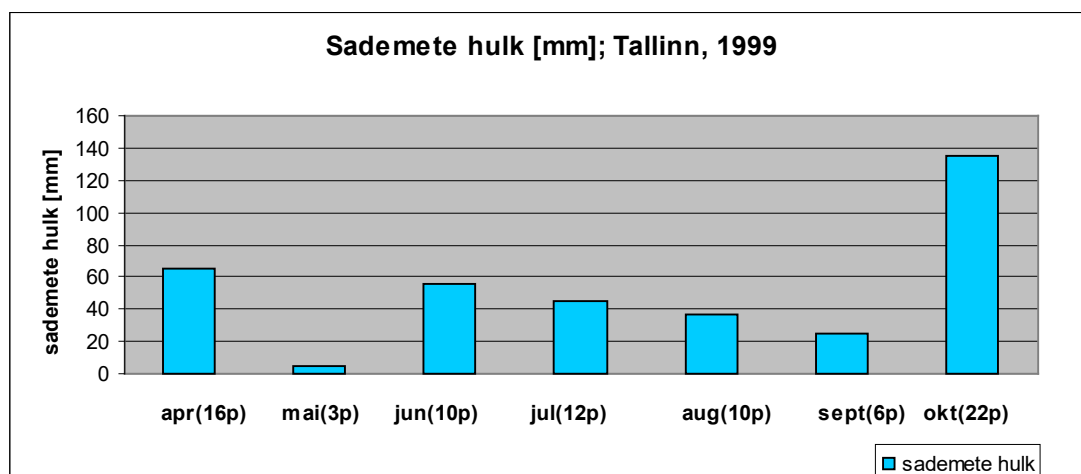
Joonis 39



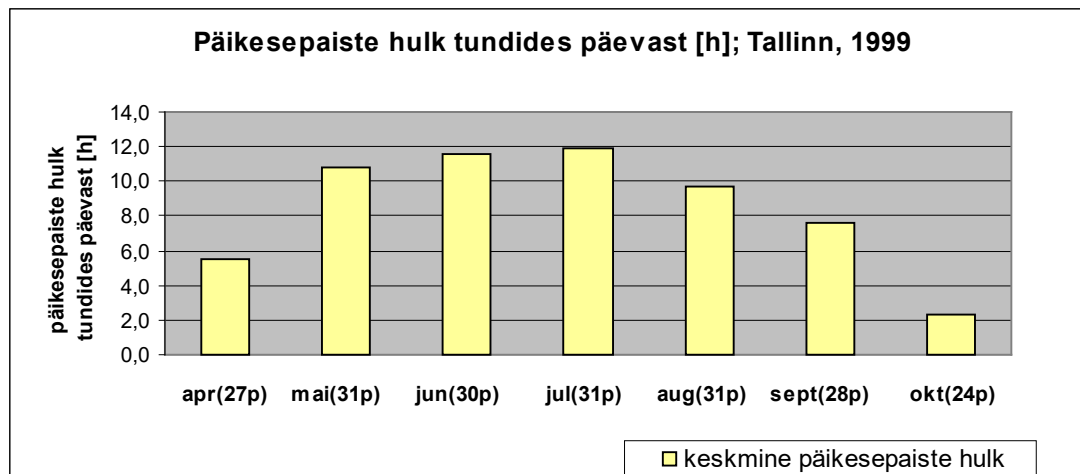
Joonis 40



Joonis 41



Joonis 42



Krohvitud fassaadi pind – ca 1400 m².

Ida-, lääne- ja lõunafassaadidelt eemaldati seinast lahtised krohvikihid ja teostati uus krohvimine silekrohvina. Põhjafassaadilt eemaldati pealmine krohvikihit kogu ulatuses, eksponeeriti eri aegadest säilinud krohvikihite fragmentidena. Uus pinnapealne krohv tehti kellukrohvina.

Kuna paekivist alusmüüritisepind oli väga ebaühtlane, tuli krohvipinna sirgestamiseks kohati krohvida enne õhukest viimistluskihti kuni 5 aluskihti.

Värvimine teostati samal aastal. Värv- lubivärv. Segati ise kohapeal. Kasutati Saaremaa värvilupja, pigmendid toodi Rootsist. Vastavalt Rootsi Muinsuskaitseametilt saadud tehnoloogiale värviti peale 5 kihti.

Ilmastik oli tööde teostamisel soe, rohke päikesepaistega ja väheste sademetega (vt. tabel 7) Tööde teostamise ajal oli vajalik krohvi kvaliteedi tagamiseks krohvipindade katmine otsese päikesepaiste eest ja krohvipindade pidev kastmine.

Foto 51

Fassaadi tänane olukord:

Pindmine krohvikihit koos värviga on pudenenud:

- läänefassaadil (tänavapoolne) sokliosas (ca 2 m²; vt foto 51) fassaadi keskosas;
- idafassaadil (õuepoolne) kesktsoonis asuva keldriukse kohal (ca 1 m²)



Mõlemal juhul põhjuseks seinast väljaliikuvate soolade surve.

Liigniiskumisest sokliosas (ca 50% kogu soklijoone pikkusest; vt foto 52) ja räästakarniisi osas (kahe vihmatoru leetri ümbruses; vt foto 53) krohvil nähtavad märgumisrandid.



Foto 52

Märgumisrandid esinevad ka negatiivse kaldega fassaadiosal sisehoovis 2. korruse akna kohal. Selline krohvimislahendus järgib nähtavasti originaallahendust.

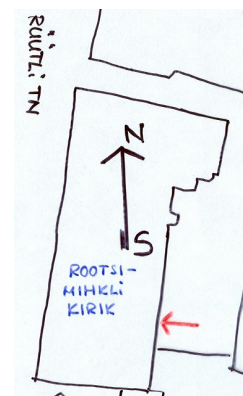
Krohvi enda mahukahanemisest (kivistumisel) tekkida võivaid kahjustusi ei ole näha. Esinevad krohvi- ja värvikahjustused on lokaalsed. Fassaadi põhikrohvipinnad on heas korras.



Foto 53

Fassaadi paiknemine ilmakaarte suhtes:

Hoone asub oma pikema küljega põhja-lõuna teljel; hoone suuremad fassaadid avanevad ida ja lääne suundadele, väiksemad, otsafassaadid põhja ja lõuna suundadele- vt. joonis 43.



Joonis 43

6.7. KAITSEJÕUDUDE PEASTAABI HOONE FASSAADID

Asukoht: Juhkentali 58, Tallinn

Hoone ajaloost:

Praegune, hilisjuugendlike elementidega neoklassitsistlikus stiilis hoone ehitati aastatel 1923...25 (arhitekt A. Wladovsky) haiglahoonena. Sõjaväehaiglana kasutati seda ka nõukogude perioodil. Hoone on arhitektuurimälestis.



Foto 54

Peafassaadi üldvaade

Informatsioon vana fassaadikrohvi kohta:

Vana krohvi koostise täpsemat uuringut ei teostatud.

Foto 55 *Kahjustused lõunafassaad*

Arvestades hoonestuse ehitusaega ja krohvi visuaalset uuringut oli originaalkrohv lubi-tsementkrohv.

Fassaadi olukord enne rekonstrueerimistööde algust oli erakordselt halb (hoone oli Nõukogude perioodil armee kasutuses, s.t. kõiki jooksvaid remonditöid tegid armee-ehitajad):



- esines rohkeid tsementseguga krohviparandusi (vt. foto 55), mida oli tehtud oskamatult; olulisel määral oli rikutud fassaadide arhitekturseid detaile;
- kaetud mittehingava värviga, mis paljudest kohtadest koorus; hoone paekivist sokkel oli osaliselt üle värvitud õlivärviga;
- kohati väga suured praod seintes ja krohvis;
- rohkesti irdunud ja juba pudenenud krohviga kohti;
- amortiseerunud vihmaveerennide ja –torude tõttu oli fassaadi pidevalt märgav vesi osades kohtades oluliselt kahjustanud punasest tellisest alusmüüritist (vt. foto 56).



Foto 56 *Kahjustused
läänefassaadil*

Uue krohvimördi koostis, kasutatud materjalid:

Fassaadi uuskrohv on lubitsementkrohv. Kasutati Soome materjalitootja OY Fescon valmissegusid.

Sisseviskekihi mört-

lubi:tsement:liiv 50/50/600 (1:1:12)

Täitekiht ja viimistluskiht lubi:tsement:liiv 80/20/600 (1:0,25:7,5), liivad erinevad

Koostistes massivahekorrad. Sisseeviske- ja täitekihi mõrtides liiv suurima terasuurusega kuni 3 mm, viimistluskihi mõrdis kuni 1,2 mm.

Pealekantud sisseeviske- ja täitekihtide paksused 15...20 mm.

Seina müüritise materjaliks on ühtlase pinnaga punane tellis, mistõttu krohvikihhi paksus kõikus peamiselt vahemikus 20...40 mm.

Viimistluskihi paksus ca 5 mm.

Krohvi kogupaksus uuringukohas 20...25 mm.

Hoone soklipinnaks on vuugitud paekivi.

Krohvipind kaetud silikaatvärviga „Hansa Silikaat”.

Teostusaeg, käik:

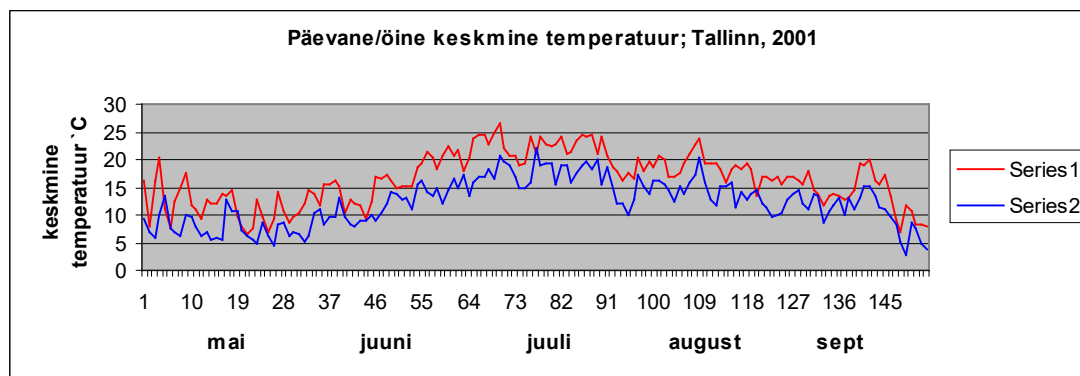
Mai – september 2001.a. Krohvitööd lõpetati augusti keskel.

Tabel 8 Ilmastikuolud tööde teostamise ajal:

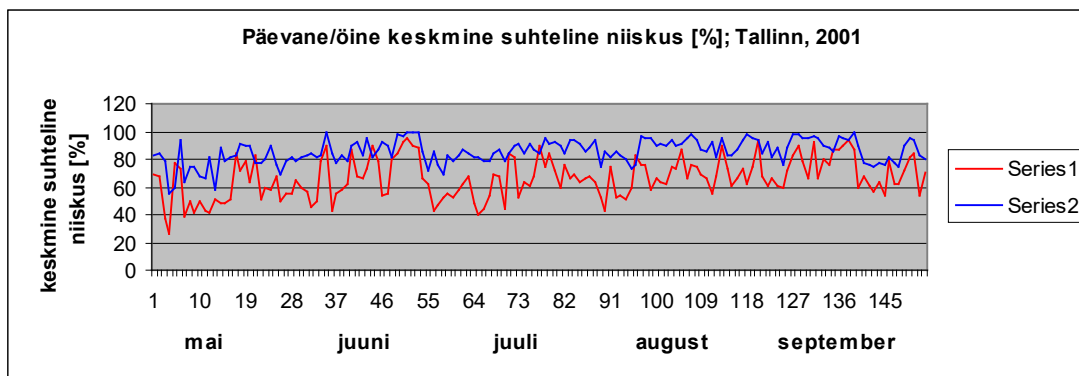
Kuu	temperatuur* öine/päevane C	õhuniiskus* öine/päevane %	sademe hulk/ sajupäevade arv mm / päeva	päikesepaiste hulk päevas h (tundi)
<i>Mai</i>	5...12 / 8...16	70...90/ 50...70	ca 30 / 8	10
<i>Juuni</i>	7...15 / 10...18	75...95/ 60...90	ca 110 / 12	9,5
<i>Juuli</i>	15...20 / 20...25	80...100 / 50...80	ca 85 / 13	12
<i>August</i>	12...17 / 17...23	80...100 / 60...80	ca 60 / 13	8
<i>September</i>	5...15 / 7...17	75...100/ 60...90	ca 70 / 16	5

- tabelis kajastatud vahemikke, kuhu antud kalendrikuul langes enamus vastavaid näite

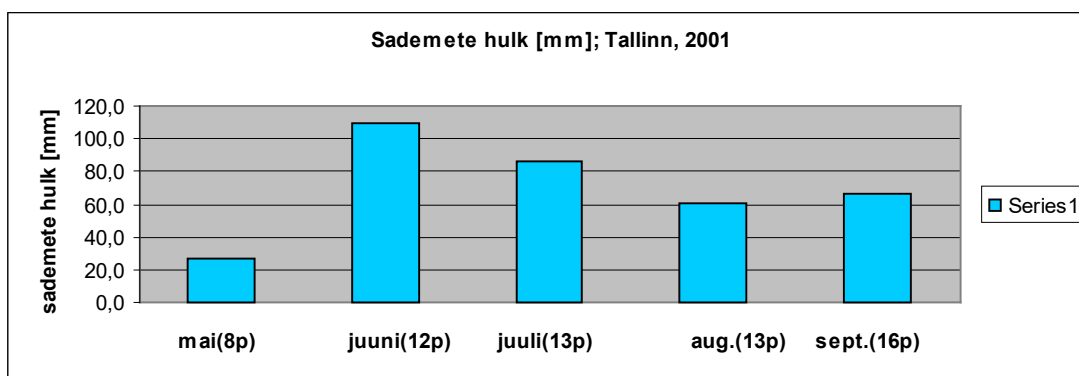
Joonis 44



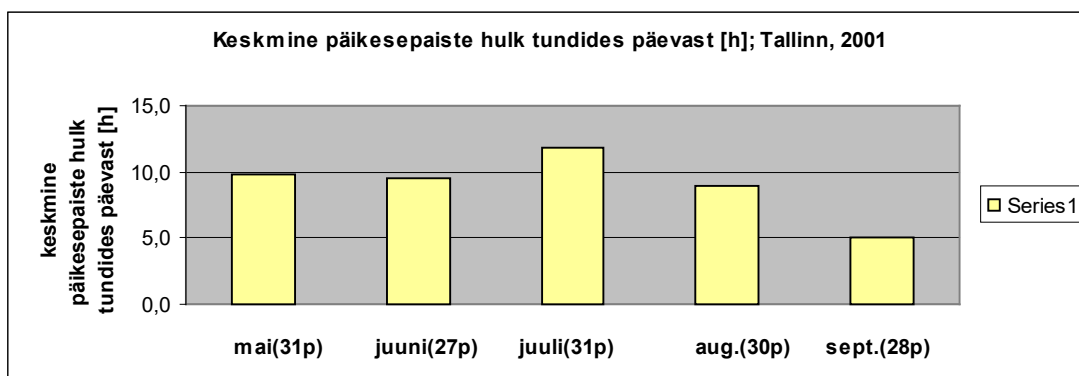
Joonis 45



Joonis 46



Joonis 47



Fassaadi pind – ca 3000 m².

Vana krohvi pindmised kihid, irdunud osad eemaldati liivapritsiaga (teostati 2000.a. novembris ja detsembris). Rohked tsementmördiga parandused eemaldati piikamise teel. Kuna vana krohv oli lubi-tsementkrohv, olid selle alumised kihid küllaltki tugevalt tellismüüritise küljes kinni ja säilitati (kokku umbes 60...70% fassaadipinnast).

Tsingitud krohvivõrku kasutati ainult kriitilisemates kohtades.

Pealekantud kihtide arv varieerus 2...3 kihi vahel, välja arvatud peafassaadi sammastiku alune seiniosa (vt. foto ____). Säilitatava krohvi osad olid paksud kuni 100 mm. Uuskrohv teostati seal 5...6 kihiga. Krohvimine teostatud kogu mahus silekrohvina. Väga intensiivsed krohvitööd algasid aprilli lõpus, peamised teostuskuud olid mai-august.



Foto 57

Ilmastikutingimused lubi-tsementkrohvi karboniseerumiseks ja kivistumiseks nendel kuudel olid normaalsed. Ilmastik jahenes oluliselt alates septembri lõpust.

Krohvpinna värvimine teostati samal aastal ajavahemikus juuli...september

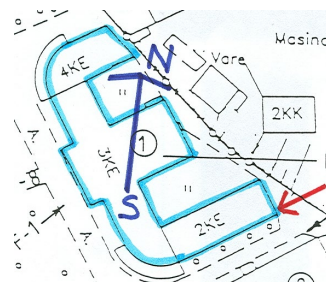
Fassaadi tänane olukord:

2004.a. sügisel teostati ehitusjärgse garantiiperioodi korrastus-parandustöid. Esines lokaalseid värvikoorumisi hoone räästapiirkonnas. Sokliga probleeme ei olnud, kuna sokliks on vuugitud pækivi. Fassaad väga heas korras.

Joonis 48

Fassaadi paiknemine ilmakaarte suhtes:

E-kujulise hoone suured fassaadipinnad avanevad kõikides suundades; hoone tagumine osa varjulisem, hästi on fassaad avatud kagu-, lõuna- ja ida suundadele- vt. joonis 48.



6.8. RAHUKOHTU 1 HOONEKOMPLEKSI FASSAADID

Asukoht: Rahukohtu 1/ Kiriku 2, Tallinn

Hoone ajaloost:

Tegemist on Toompeale tüüpilise aadlivaldusega, mis kogumahus kujunes välja 18. sajandi teisel poolel. Hoonekompleks ja kinnistu on suhteliselt pikk ja kitsas. On arhitektuurimälestis.



Foto 58 Hoone idafassaad

Informatsioon vana fassaadikrohvi kohta:

Vana krohvi koostise täpsemat uuringut ei teostatud.

Arvestades hoonestuse ehitus- ja ümberehitusaegu, on originaalkrohv olnud kindlasti lubikrohv.

Fassaadi olukord enne rekonstrueerimistööde algust: alumistes kihtides vana lubikrohvi kihid, pealiskihides rohked tsementseguga parandused; suured praod; kaetud mittehingava värviga, mis paljudest kohtadest koorus.

Uue krohvimördi koostis, kasutatud materjalid:

Fassaadi uusprohv on väikese tsemendisisaldusega lubikrohv.

Mördi põhimaterjalidena kasutati:

1. OÜ Kaubeton valmis lubi-liivsegu koostisega:
 - Männiku karjääri jämeliiv;
 - AS Nordkalk (Rakke) kustutamata lubi kustutatud OÜ Kaubeton poolt;
 - Lubja ja liiva mahuvahekord valmissegus - 1 : 3
2. Taani firma AALBORG valge portlandtsement



Foto 59 Uusprohv lubivärviga

Sisseviske- ja täitekihi mört-	lubi: valge tsement:Männiku peen ja jäme liiv	3:1:9
	(1:0,3:3)	
Viimistluskihi mört-	analoogne vahekord, liiv on sõelutud läbi peene võrgu	

Tarniti OÜ Kaubeton valmis lubi-liivsegu, millele lisati töömaal valget tsementi ja segati. Mõrdi täiendav segamine toimus tavalises mõrdisegistis.

Pealekantud sisseviske- ja täitekihtide paksused kuni 30 mm. Kuna peamüüritis väga ebaühtlane, tuli krohvikihhi paksuseks mõnedes kohtades kuni ca 150 mm, mis teostati 6 kihilsena. Viimistluskihi paksus ca 2 mm. Täitekihile kanti peale pahtlitaoline, läbi peene võrgu sõelutud kiht. Krohvi kogupaksus uuringukohas 15...35 mm. Suur kõikumine näitab alusmüüritise ebaühtlust.

Soklikrohvi koostis põhikrohvist erinev, tsemendi sisaldus kõrgem.

Krohvipind kaetud TIKKURILA valmis lubivärviga (3 kihti)

Soklipind värvitud „Hansa Sokkel” värviga.

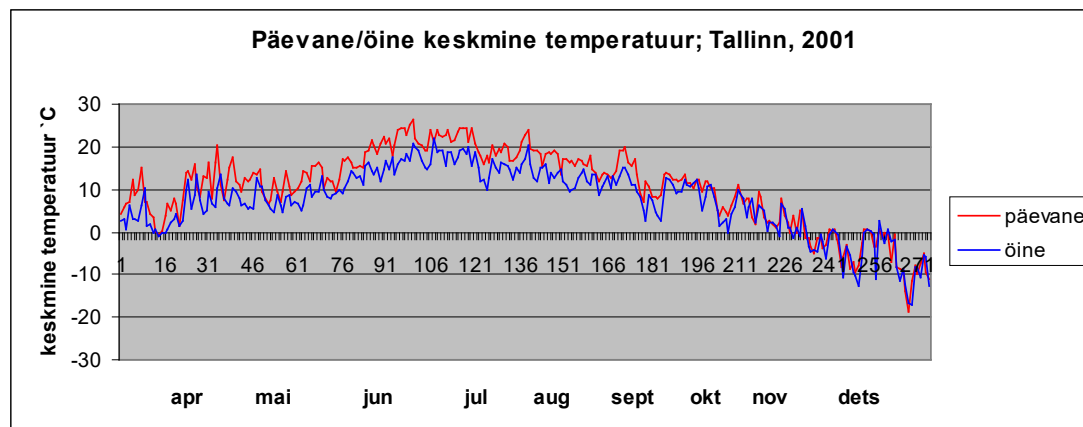
Teostusaeg, käik:

Juuli – detsember 2001.a. Krohvitööd lõpetati detsembris.

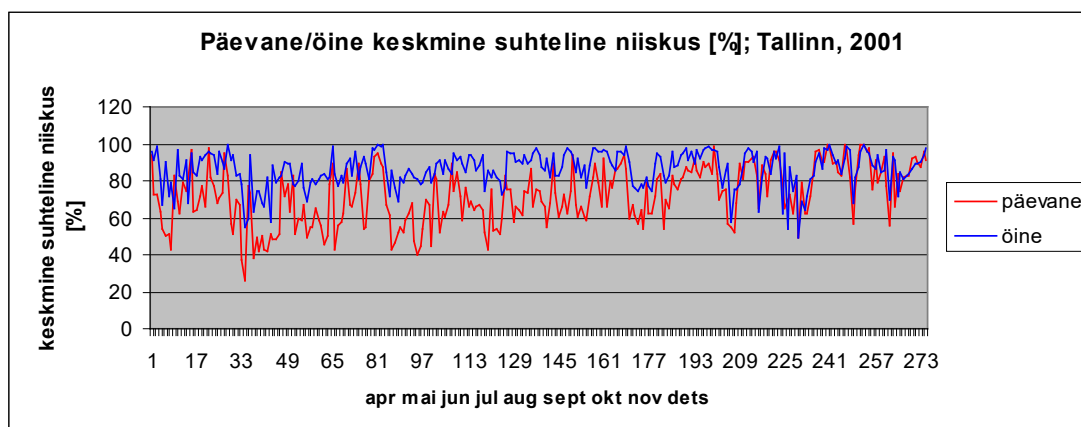
Tabel 9 Ilmastikuolud tööde teostamise ajal:

Kuu	temperatuur* öine/päevane C	õhuniiskus* öine/päevane %	sademete hulk/ sajupäevade arv mm / päeva	päikesepaiste hulk päevas h (tundi)
<i>Juuli</i>	15...20 / 20...25	80...90 / 50...80	ca 110 / 13	12
August	12...17 / 17...22	85...95 / 65...85	ca 90 / 13	8
September	8...13 / 11...16	80...95 / 65...85	ca 60 / 16	5
Oktoober	6...11 / 8...13	75...95 / 65...85	ca 65 / 16	3
November	2...7 / 3...8	65...95 / 65...90	ca 90 / 18	2
Detsember	-5...-10 / -5...-10	75...95 / 70...90	ca 35 / 16	2

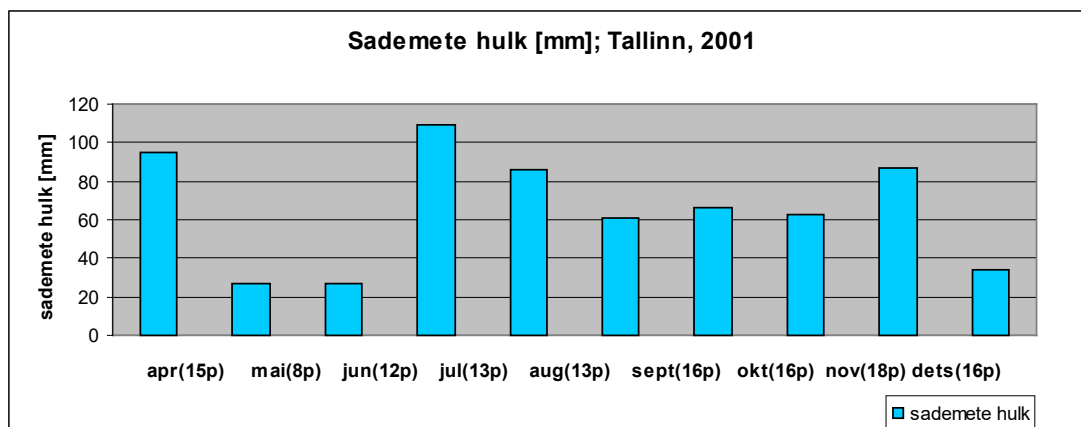
Joonis 49



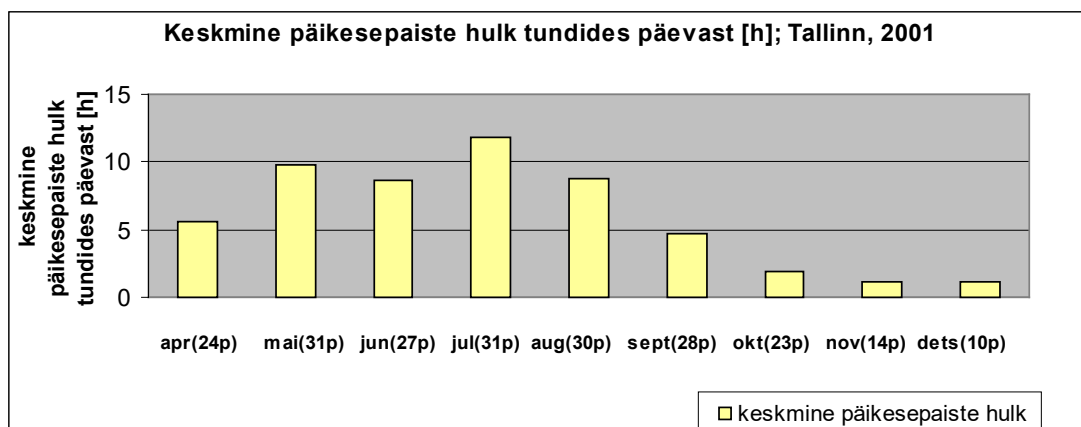
Joonis 50



Joonis 51



Joonis 52



Fassaadi pind - ca 800 m².

Tööde läbiviimisel vana lubikrohvi eriti palju säilitada ei õnnestunud, kuna mittehingava kattevärvi ja rohkete tsementkrohviga paranduste tõttu oli krohvi olukord halb. Vana kattekiht eemaldati alusmüüritiselt piikamise teel.

Avatud pakivist alusmüüritis oli väga ebaühtlane ja kohati suurte pragudega. Praod täideti. Peale sisseviskekihi teostamist kaeti peaaegu kogu seinapindi tsingitud krohvivõrguga.

Pealekantud kihtide arv varieerus 3.. 6 kihi vahel. Kuna kihid olid kohati vägagi paksud (kuni 30 mm), tuli krohvitut pidevalt kasta. Krohvimine teostati kogu mahus silekrohvena. Viimane, õhuke viimistluskiht kanti peale kummihõõrutitega.

Krohvitööde põhimahut teostati ajavahemikus juuli... september. See periood oli krohvitööde teostamiseks väga heade ilmaoludega. Suhteliselt kõrge temperatuur ja kõrge õhuniiskuse. Juuli ja august olid küllaltki vihmased, mistõttu tuli krohvipindu katetega vihma eest katta (vt. tabel 9 - ilmastikuolud tööde teostamisel ajal).

Akende ümbruste krohvimine kõikidel fassaadidel ja põhjafassaad teostati ajavahemikus november...detsember. Ilmastikuolud meie tingimustes ei ole nendel kuudel enam krohvitööde läbiviimiseks sobilikud, kuna temperatuur madal. Krohvitööde teostamine võimalik ainult kiletaguse kütmise tingimustes, mida ka tehti. Krohvipinna temperatuur püüti kütmisega hoida ca +5C piires.

Krohvipinna värvimine teostati järgmisel, so 2002.a. suvel, mis tehnoloogiliselt on ka kõige õigem lahendus. Värv- lubivärv.

Fassaadi tänane olukord:



Tugevamad krohvikahjustused ja värvi koorumist esineb mitmes piirkonnas sokliosas ida- ja läänefassaadidel. Läänefassaadil tüüpiline olukord: vihmaveetoru ümbruses liigniiskumisest sokli alumises osas (kuni ca 25 cm

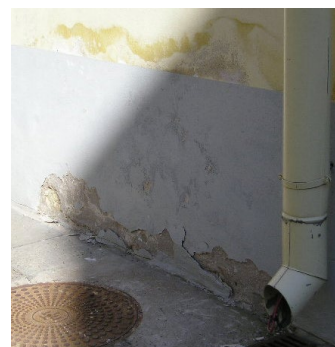


Foto 60

kõrguseni maapinnast) krohvi pealmised

Foto 61

kihid koos värviga maha pudenenud; kõrgemal sokliosas esineb värvi koorumist; sokli kohal juba lubivärvitud pinnal nähtav kapillaarniiskuse rant (vt foto 61). Niiskus, mis ei leia krohvist head väljaliikumise võimalust sokliosas, on tõusnud kuni lubivärvitud pinnani, kus väljaliikumise takistus on oluliselt väiksem.

Värvi- ja krohvipinnal esineb pideva niiskumise rante veel mitmes kohas: II korruse akna nurgas põhjafassaadil; madalama hoone ühenduskohas põhjafassaadi seinaga põhjafassaadil (vt foto 62).



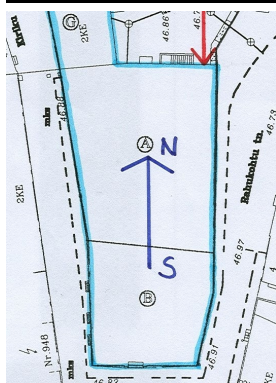
Foto 62

Esinevad krohvi- ja värvikahjustused on lokaalsed ning põhjustatud liigniiskusest.

Krohvi enda mahukahanemisest (kivistumisel) või külmakahjustustest (tööde hiline lõpetamine) tekkida võivaid kahjustusi ei ole näha.

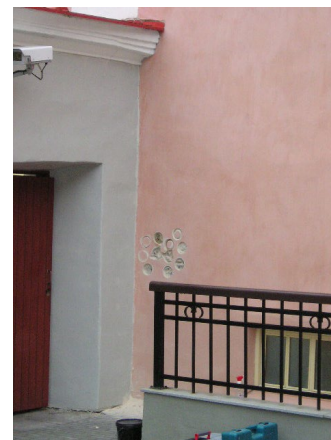
Fassaadi põhikrohvipinnad on heas korras.

Võetud katsekehade asukoht fassaadil:



Joonis 53

Hoonekompleksi põhjafassaadi vasakpoolne nurk, ca 90 cm nurgast, ca 120 cm maapinnast, krohvipinnalt mõõtetega ca 40 x 60 cm (vt foto 63). Teisel pool seina on köetav ruum. Paekivist seinamüüritise paksus ca 80 cm. Uuringukohas täielikult uus krohv. Eristatavad



kolm krohvikihhti: esimesega täidetud ebaühtlase müüritise au- **Foto 63**
gud, konarused, teine (ca 15 mm) sama mört; kolmas õhuke ja peeneteraline viimistluskiht (ca 2 mm).

Fassaadi paiknemine ilmakaarte suhtes : Hoone asub oma pikema küljega põhjalõuna suunal; hoone otsafassaadid on aga järsu katuseviilu tõttu kõrged ja ilmastikule avatud – vt joonis 53.

6.9. ELAMUHOONE TOOMPEAL

Asukoht: Kohtu 2/ Piiskopi 2 , Tallinn

Hoone ajaloost:

Praeguseni säilinud lossilaadne klassitsistlik hoone ehitati 1798.a. aadlielamuna.

On arhitektuurimälestis.



Foto 64 *Hoone lõunafassaad*

Informatsioon vana fassaadikrohvi kohta:

Vana krohvi koostise täpsemat uuringut ei teostatud. Arvestades hoonestuse ehitusaega ja visuaalset uuringut oli originaalkrohv puhas lubikrohv.

Hoonekompleks oli enne rekonstrueerimistööde algust seisnud aastaid kütteta, katused lasksid läbi, räästarennid ja vihmaveetorustikud olid lagunened. Fassaadide olukord oli halb. Mittehingav värv koorus, krohv oli enamjaolt lahti.

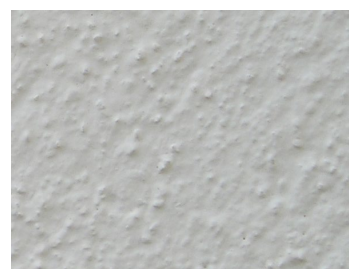
Uue krohvimördi koostis, kasutatud materjalid:

Foto 65 *Uuskrohv silikaatvärvi all*

Fassaadi uuskrohv on lubitsementkrohv.

Mördi põhimaterjalidena kasutati:

- valmis lubi-liivsegu (AS Silikaat);
- sõelutud kuivliivad fraktsioonid 0,63...2 mm, 2...6 mm, 0...0,8 mm (AS Silikaat);
- valge portlandtsement (AS Aalborg Portland, Taani)



Kõikides kihtides- lubi-liiv : sõelutud kuivliiv : valge tsement 6,5:5:1
(so. AS Silikaat soovituslik mört fassaadipindade krohvimiseks)

Erinevad on kihtides sõelutud kuivliiva fraktsioonid: sisseviskekihis fraktsiooniga 2...6 mm; täitekihis fraktsiooniga 0,63...2 mm; viimistluskihis 0...0,8 mm.

Pealekantud sisseviske- ja täitekihtide paksused 15...20 mm.

Seina müüritise materjaliks on paekivi, müüritis on ebaühtlane ja krohvikihid kohati vägagi paksud. Viimistluskihi paksus ca 5 mm.

Krohvi kogupaksus uuringukohas 35...50 mm.

Hoone sokliosa on krohvitud kõrgema tsemendisaldusega mördiga.

Krohvipind (ka. sokkel) kaetud silikaatvärviga „Hansa Silikaat”.

Teostusaeg, käik:

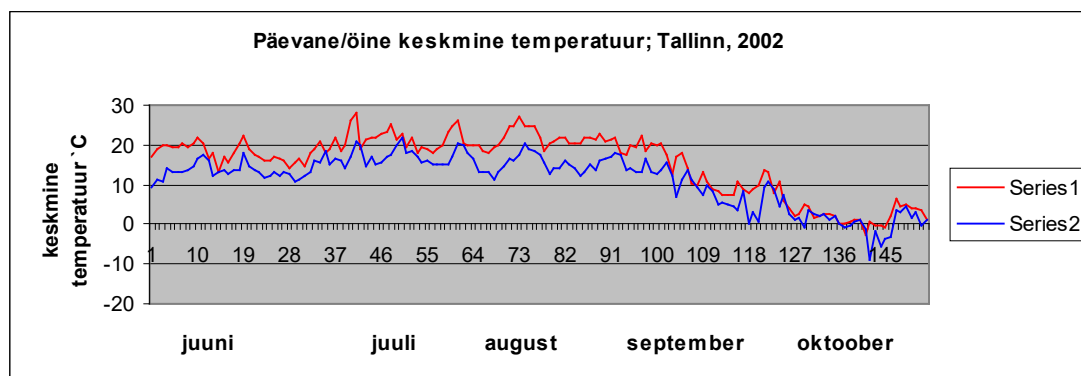
Juuni – september 2002.a. Krohvitööd lõpetati septembris. Värvimistööd oktoobri keskel.

Tabel 10 Ilmastikuolud tööde teostamise ajal:

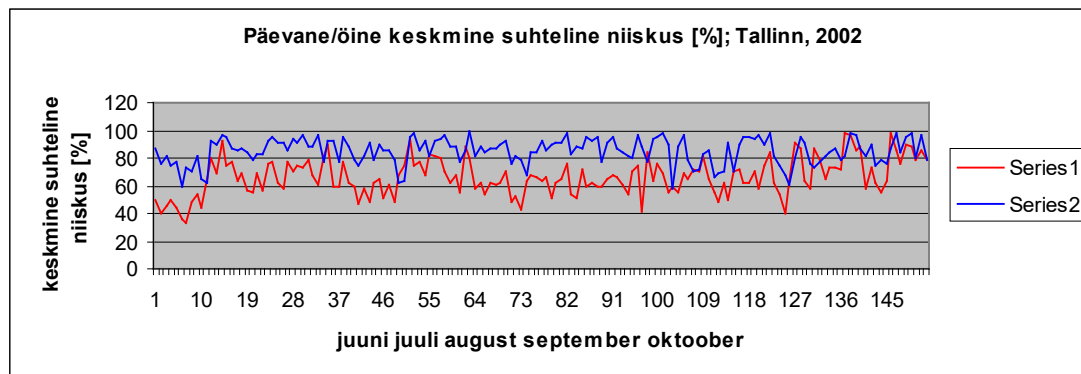
Kuu	temperatuur* ööine/päevane C	õhuniiskus* ööine/päevane %	sademetes hulk/ sajupäevade arv mm / päeva	päikesepaiste hulk päevas h (tundi)
Juuni	10...15 / 15...20	70...90/ 50...80	ca 80 / 12	11
Juuli	15...20 / 20...25	70...90 / 50...80	ca 85 / 15	10
August	12...17 / 20...25	80...100 / 50...70	ca 20 / 4	11
September	5...15 / 10...20	70...95/ 60...80	ca 35 / 13	7
Oktoober	- 5...5 / 0...5	70...95/ 60...90	ca 30 / 13	5

- tabelis kajastatud vahemikke, kuhu antud kalendrikuul langes enamus vastavaid näite

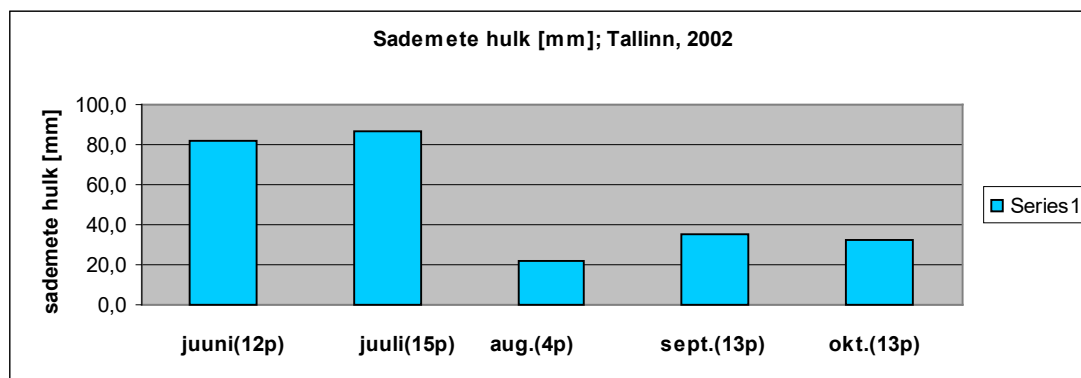
Joonis 54



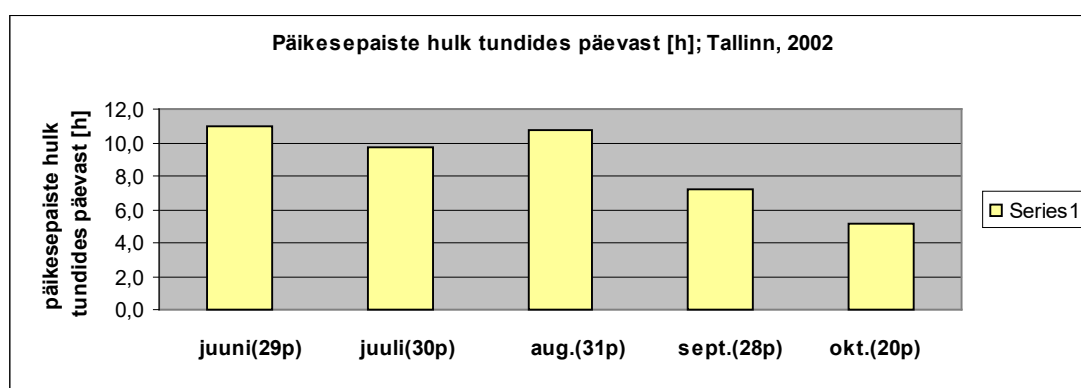
Joonis 55



Joonis 56



Joonis 57



Fassaadi pind – 2200 m²

Vana krohvi pindmised kihid, irdunud osad eemaldati liivapritsiaga. Hiljem piigati täiendavalt maha allesjäänud, kuid kobisev krohv. Kokkuvõttes jäi vana krohvi alumisi kihte järgi ainult 20..30%-le fassaadidest.

Uuskrohv teostati seal 3...6 kihiga.

Soklikrohvi ja tänavasillutise vahele jäeti krohvimise käigus ca 50 mm-ne vahe, et mingilgi määral takistada niiskuse sattumist-liikumist soklikrohvis.

Krohvimine teostatud kogu mahus silekrohvina.

Suur krohvi- ja värvimistööde mahu teostamine oli surutud ajavahemikule juunist-oktoobrini. Värvimistööd lõpetati oktoobris.

Ilmastikutingimused lubi-tsementkrohvi karboniseerumiseks ja kivistumiseks nendel olid normaalsed kuni septembri lõpuni. Oli väga soe ja madala päevase suhtelise õhuniiskusega suvi. Augustis ja septembris oli väga vähe sademeid. Krohvitud pindu tuli järjepidevalt kasta, samas kaitsta otsese päikese eest. Ilmastik jahenes oluliselt alates septembri lõpust. Oktoobris oli ööpäevane keskmine temperatuur vahemikus - 5...+5, mis pani kõrge riski alla samal kuul lõpetatud värvimistööd.

Fassaadi tänane olukord:

2003.a. teostati parandustöid tänavapoolse sokli alumisel äärel ja värviparandusi fassaadide eri osades. Värvimistööde suhteliselt hilise tegemise tõttu olulisi värvikahjustusi siiski ei esinenud.

Tüüpiliselt on krohvikahjustused seotud niiskuseprobleemidega:

- sisehoovis rõdu läbijooksu tõttu märgunud suur seiniosa (vt. foto 66);
- kahjustused soklil esinevad vahedega tervel sokli perimeetril, ka. sokli vuugitud paemüüritise osal (vt. foto 67)



Foto 66

Foto 67

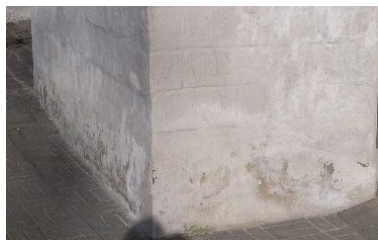


Foto 68



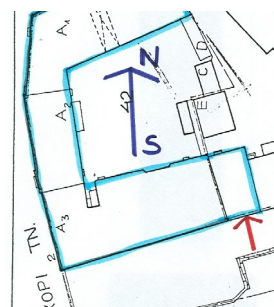
Soklikrohvi ja tänavasillutise vahele jäetud vahe pikendab kindlasti mingil määral

soklikrohvi eluiga, ei hoia aga ära paratamatuid soolalumest tekkivaid niiskuse- ja soolakahjustusi (vt. foto 68).

Fassaadi põhikrohvipinnad on normaalses seisus ja fassaadi üldilme hea.

Fassaadi paiknemine ilmakaarte suhtes:

Sisehooviga hoonekompleksi lõuna- ja läänefassaadid on hästi avatud päikesele; põhjafassaad ja sisehoov on enam varjus; idaküljelt on hoonekompleks piiratud naaberhoonestusega – vt joonis 58.



Joonis 58

6.10. BÜROOHOONE TARTUS

Asukoht: Raekoja pl. 12, Tartu

Hoone ajaloost:

On arhitektuurimälestis.

Informatsioon vana fassaadikrohvi kohta:

Vana krohvi uuringut ei teostatud.

Uue krohvimördi koostis, kasutatud materjalid:

Fassaadi uusprohv on puhas lubikrohv. Mördi põhimaterjalidena kasutati:

- lubjapasta (AS Saare Lubi);
- Kukemetsa karjääri liiv;
- Piusa klaasiliiv



Foto 69 Hoone põhjafassaad



Foto 70 Uue krohvi murdepind

Sisseviskekihi mört-	lubjapasta: Kukemetsa liiv	1 : 3
Täitekihi mört-	lubjapasta: Kukemetsa liiv (sõelatud)	1 : 3
Viimistluskihi mört-	lubjapasta: Piusa klaasiliiv	1 : 3

Mördi segamine toimus töömaal tavalistes mördisegistites. Sein alusmüüritis on punasest tellisest (st. tasane).

Pealekantud sisseviske- ja täitekihtide paksused 10...20 mm. Viimistluskihi paksus kuni 5 mm.

Alusmüüritisele kantud 3-4 krohvi kihti.

Krohvi kogupaksus uuringukohas 40...60 mm.

Soklikrohvi koostis põhikrohvist erinev, tugevuse ja veekindluse suurendamiseks lisatud tsementi.

Krohvipind kaetud TIKKURILA valmis lubivärviga (3 kihti). Soklipind värvitud HANSA SILIKAAT värviga.

Teostusaeg, käik: mai – august 2002.a.

Tabel 11. Ilmastikuolud tööde teostamise ajal:

Kuu	temperatuur* öine/päevane C	õhuniiskus* öine/päevane %	sademete hulk/ sajupäevade arv mm / päeva	päikesepaiste hulk päevas h (tundi)
<i>Mai</i>	7...13 / 13...18	65...85 / 40...60	ca 25 / 6	12
<i>Juuni</i>	13...18 / 17...22	70...90 / 50...80	ca 100/15	9
<i>Juuli</i>	15...20 / 22...27	75...90 / 50...80	ca 25 / 10	10

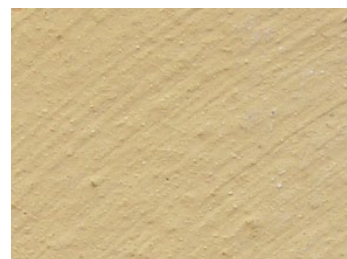
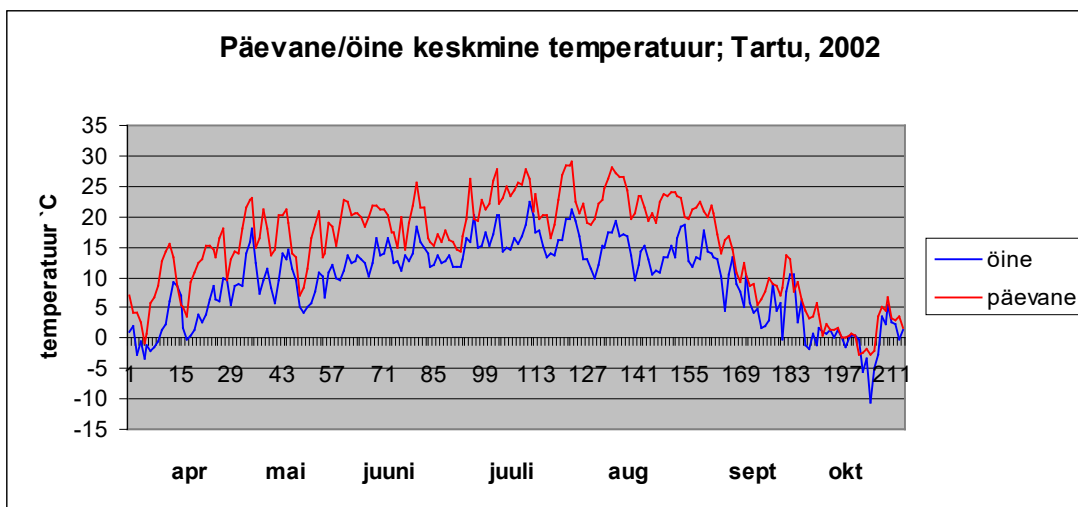


Foto 71 Uuskrohv lubivärvi all

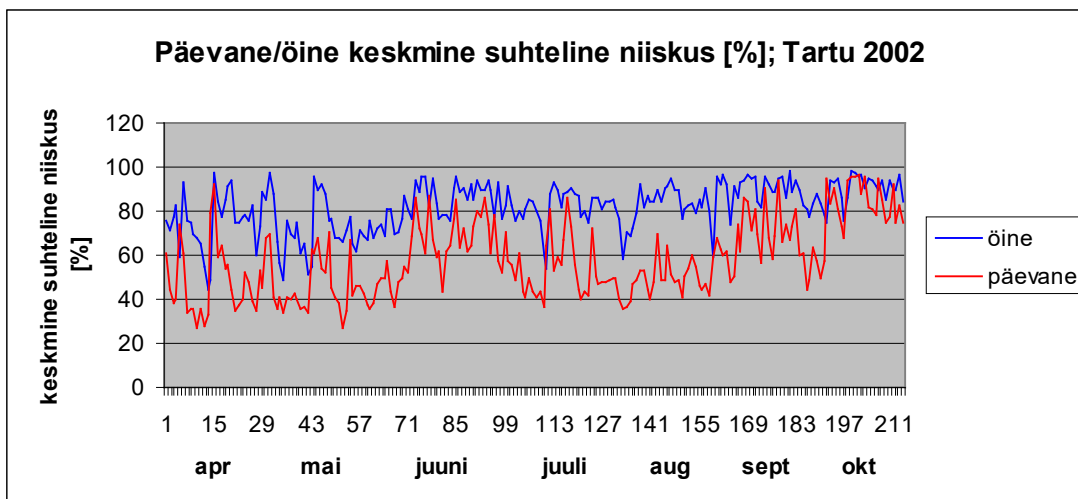
August	12...17 / 22...27	70...90 / 40...65	ca 10 / 4	11
--------	-------------------	-------------------	-----------	----

- tabelis kajastatud vahemikke, kuhu antud kalendrikuul langes enamus vastavaid näite

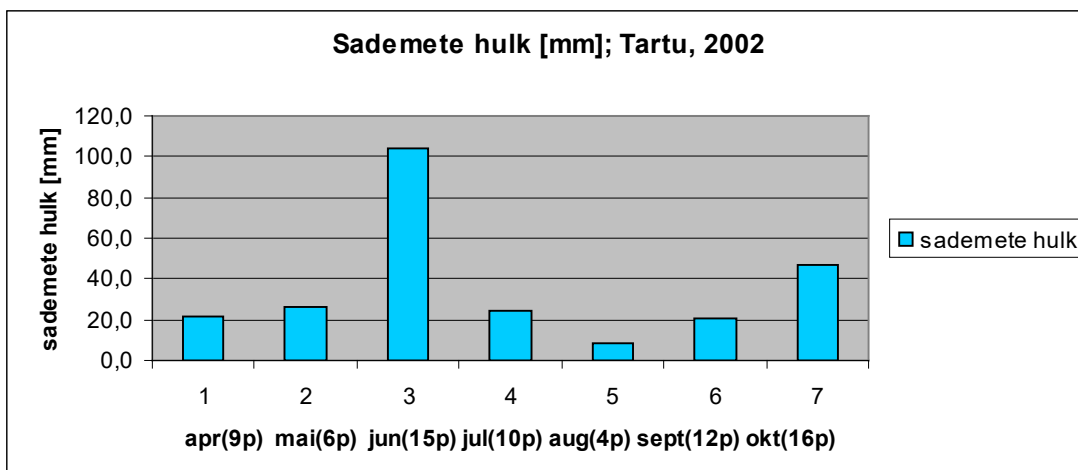
Joonis 59



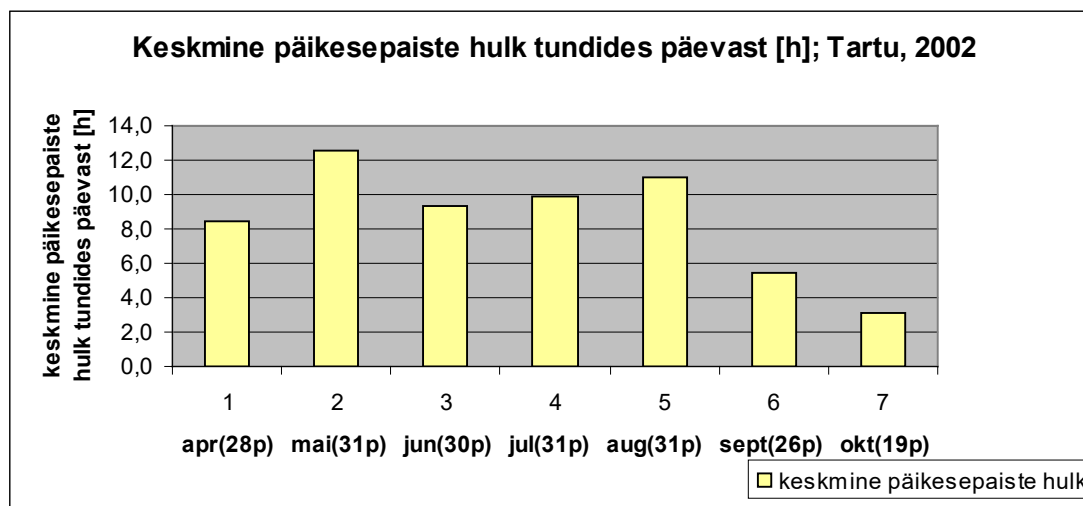
Joonis 60



Joonis 61



Joonis 62



Fassaadi pind - ca 900 m²

Vana krohv eemaldati suuremal osal fassaadil, kuna vana lubikrohv oli muutunud väga pudedaks. Vanad krohvikihid eemaldati alusmüüritiselt piikamise teel.

Hoone müüritis on punasest tellisest, st. suhteliselt ühtlase pinnaga. Kuna müüritisel esines astmelisust, siis kohati tuli uskrohvi paksemad kihid (kuni 60 mm).



Foto 72 Krohvivõrk sisseviskekihile

Paksemate kihtide korral paigaldati sisseviskekihile tšingitud krohvivõrk.

Pealekantud kihtide arv varieerus 3...4 kihi vahel.

Pealekrohvimist teostati 15...20 mm kihtide kaupa.

Viimistluskihi liiv (Piusa) sõeluti täiendavalt läbi peene võrgu (silm 1,5 mm).

Krohvimine teostati kogu mahus silekrohvina.

Krohvitööde põhimahud teostati ajavahemikus mai-juuli. Värvimistööde põhimahud augustid. Mai, juuli ja august olid erakordselt sademetevaesed ja rohke päikesepaistega kuud (vt. tabel 11 - ilmastikuolud). Juunis oli rohkesti sademeid, sadas 15-l päeval. Juuli ja august olid väga soojad kuud, mil päevane temperatuur oli stabiilselt üle 20C. Õhuniiskus oli terve suve vältel päeviti suhteliselt madalam, jäädes peamiselt vahemikku 50...70%.

Ilmastik oli lubikrohvi karboniseerumiseks soodne. Periooditi tuli krohvipindu kaitsta sademete eest, liigse päikesepaiste ja vee niiskuse väljakuivamise eest.

Ilmastik jahenes oluliselt septembri teisel poolel.

Fassaadi tänane olukord:

Esineb tüüpilisi, mõnede piirkondade liigniiskumisest tekkinud lokaalseid krohvikahjustusi:

- soklipsealses piirkonnas (ca 30 cm) krohvipinna niiskumisjäljed talviti sokliäärele jäävast lumest ja kapillaarniiskuse (ka. soolad) väljaliikumise (vt. foto 73);
- tuulekoja katusel vihmavee ärajuhtimisest ja pritsumisest seinal väljakuivamata niiskusest tugevad niiskumise jäljed (vt. foto 75);



Foto 74



- räästakarniisil vihmaveerenni läbijooksust märgumise jäljed (vt. foto 74);
- fassaadile paigaldatud jahutuselemendi tagune krohv niiskunud ja osaliselt pudenenud (vt. foto 77);
- seinapinna märgumine



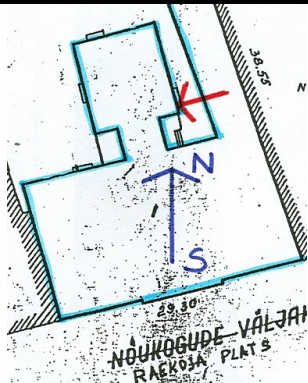
- vahekatuselt krohvipinnale pidevalt valgustav veest (vt. foto 76)



Foto 77

Foto 76

Võetud katsekehade asukoht fassaadil:



Joonis 63

krohvikihiti: sissevike-, 2 täite- ja viimistluskiht.

Hoonekompleksi fassaadi põhjaküljel, sisehoovis, vägagi varjatud kohas (ca 3m kaugusel naaberhoone). 110 cm maapinnast, krohvipinnalt mõõtmetega ca 40 x 80 cm (vt foto 78). Kuna nurgapealne koht, siis uuringukoht kohakuti ristseina müüritisega. Uuringukohas täielikult uus krohv. Eristatavad 4

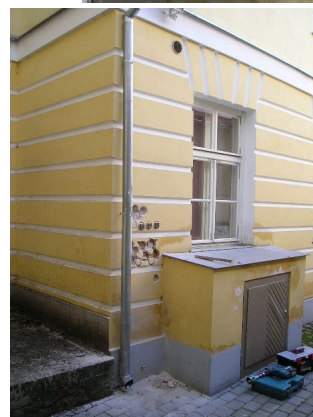


Foto 78 Uuringukoha üldvaade

Fassaadi paiknemine ilmakaarte suhtes: hoone suuremad fassaadid asuvad põhja lõuna suunal; külgede peal kõrvalkinnistud – vt joonis 63.

6.11. BÜROOHOONE TARTUS

Asukoht: Raekoja pl. 16/ Kompanii 2, Tartu

Hoone ajaloost:

On arhitektuurimälestis.

Foto 79

Hoone üldvaade



Informatsioon vana fassaadikrohvi kohta:

Vana fassaadikrohvi kohta teostatud uuringud Tartu Ülikooli orgaanilise keemia instituudi poolt (vt. lisa 6). Krohviproovid võeti neljast kohast hoone Raekoja platsi ja Kompanii tänava poolsetelt fassaadidelt. Analüüsid näitasid, et seinte krohv oli puhas lubikrohv mahuvahekorras- lubi: liiv = 1:2,4; 4; 4,2; 5.

Liiva granulomeetriline koostis näitas, et liivad on olnud peeneteralised- 86...97% terastikust jäi vahemikku 0...1 mm.

Taandatuna 50%-se lubjapasta peale, oleks massisuhe 1: liiva osa/2. Kuna liiva ja 50%-se lubjapasta tihedused on lähedased, saab kasutada nii massi- kui ka mahumõõtu.

Analüüside tulemuse põhjal doseeriti uue krohvimördi koostis.

Uue krohvimördi koostis, kasutatud materjalid:

Fassaadi uus krohv on lubikrohv. Sisseeviskekihis lisati väikeses mahus tsementi.

Mördi põhimaterjalidena kasutati:

- lubjapasta (AS Saare Lubi);
- hall portlandtsement (AS Kunda Nordic Tsement)
- Kukemetsa karjääri liiv
- Piusa peenliiv (klaasiliiv)



Foto 80 Uus krohvkate

lubivärvi all

Sisseeviske- ja täitekihi mört-	lujapasta: tsement: Kukemetsa liiv =	1: 0,1: 2,5
Viimistluskihi mört-	lujapasta : Piusa liiv =	1 : 2,5

Sisseeviskekihi liivana kasutati Kukemetsa karjääri liiva otse, täitekihi jaoks teostati liiva täiendav sõelumine. Eesmärgiks oli vähendada jämeda osise osakaalu.

Pealekantud sisseeviske- ja täitekihtide paksused ca 15 mm.

Seinamüüritise materjaliks on punane tellis. Seetõttu on krohvi aluspind suhteliselt sirge ja ühtlane ning krohvi paksus kokku ei ole väga suur, peamiselt vahemikus ca 25...40 mm. Esineb siiski lokaalselt paksemat krohvi (näit. põhjafassaadil, ca 50 mm). Viimistluskihi paksus kogu fassaadil ca 5 mm.

Hoone sokliosade on krohvitud kõrgema tsemendisisaldusega mördiga.

Fassaad on värvitud ehitusobjektile valmistatud/segatud lubivärviga samal aastal. Kasutati Saare lubja värvilubja pastat ja Soomest tarnitus, Optiroc pigmente. Kokku kanti peale 3 värvikihti. Soklipind on kaetud värviga „Hansa Sokkel”. Värviti samal aastal.

Teostusaeg, käik:

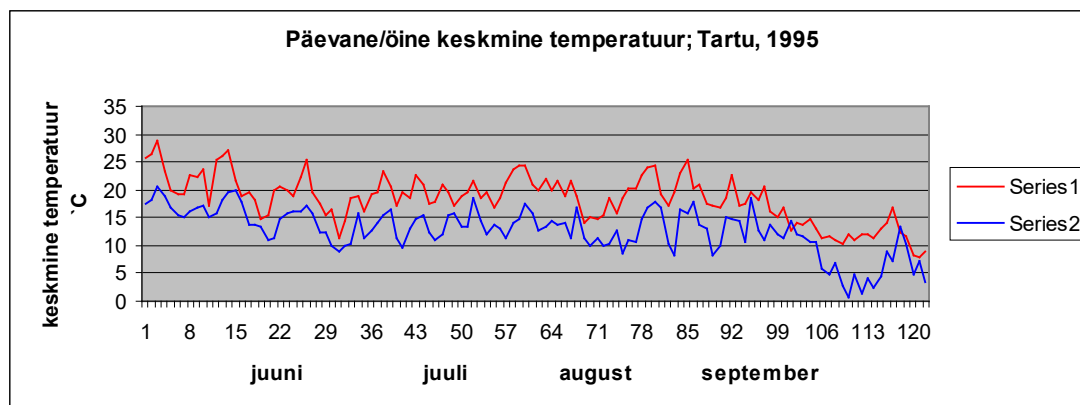
Juuni – september 1995.a. Krohvitööd lõpetati septembri alguses, värvimistööd oktoobri alguses.

Tabel 12 Ilmastikuolud tööde teostamise ajal:

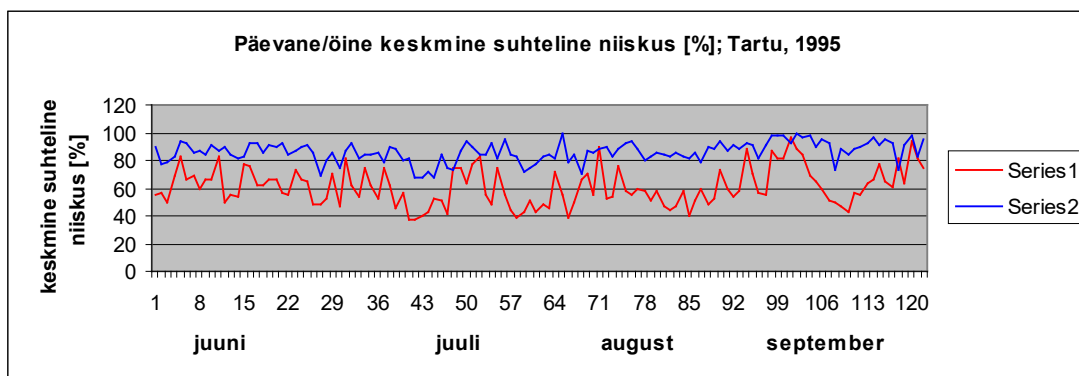
Kuu	temperatuur* ööine/päevane C	õhuniiskus* ööine/päevane %	sademete hulk/ sajupäevade arv mm / päeva	päikesepaiste hulk päevas h (tundi)
Juuni	10...17/ 15...25	80...90/ 60...80	ca 80 / 10	10
Juuli	12...17 /17...22	70...95 /50...75	ca 30 /3	11
August	12...17 /17...27	80...90 /50...70	ca 45 / 8	10
September	5...15 / 10...20	80...100/60...90	ca 40 /12	7

- tabelis kajastatud vahemikke, kuhu antud kalendrikuul langes enamus vastavaid näite

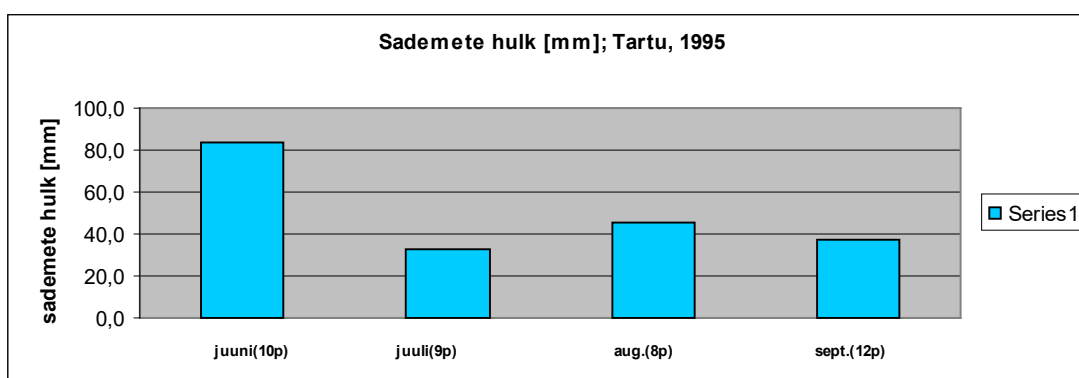
Joonis 64



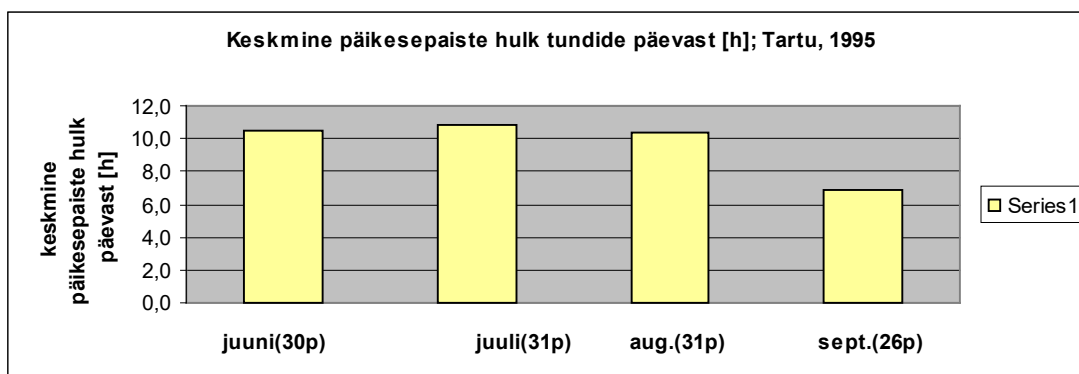
Joonis 65



Joonis 66



Joonis 67



Fassaadi pind – 1800 m²

Vana krohvi pindmised kihid, irdunud osad eemaldati vesi- liivapesuga. Vanast krohvist õnnestus säilitada ca 20% alumistest kihtidest, mis oli müüritise küljes hästi kinni. Enam säilis vana krohvi loode-põhjafassaadil, kust on võetud ka katsekehad. Krohvimine teostatud kogu mahus silekrohvina.

Suur krohvi- ja värvimistööde mahu teostamine oli surutud ajavahemikule juunist-septembrini. Värvimistööd lõpetati oktoobri alguses.

Ilmastikutingimused lubi-krohvi karboniseerumiseks ja kivistumiseks sellel ajaperioodil olid normaalsed kuni septembri keskpaigani. Oli mitte väga soe, väheste sademetega (juuli, august, september) ja periooditi madala päevase suhtelise õhuniiskusega (juuli, august) suvi (vt. tabel 12 – ilmastikuolud). Krohvis vajaliku niiskuse tagamiseks tuli pindu järjepidevalt kasta, samas kaitsta otsese päikese eest, mida ka teostati. Fassaadipindu kasteti üks kord päevas. Ilmastik jahenes oluliselt alates septembri keskpaigast, mis oli suhteliselt vara. Krohvitööde lõpetamine septembri alguses ja värvimistöde lõpetamine oktoobri alguses olid seetõttu suhteliselt kriitilised.

Fassaadi tänane olukord:



Foto 81

Krohvipindade säilumisel on ülioluline osa ka hoone haldajapoolsel jooksva hooldusel.

Hoone fassaadidel esineb olulisi krohvi- ja värvikahjustusi:

- räästakarniisi osa pudunemine läänefassaadil (sisehoov) vihmaveetorustiku defekti tõttu (vt. foto 81); samal põhjusel on oodata krohvi pudunemist ka hoone kirdefassaadi I/II korruse



Foto 82

vahekarniisilt (Kompanii tn. poolne; vt foto 82); NB!



Foto 83

kohal (vt. foto 84); sisehoovis maapinna kalle hoone suunas, mistõttu sadeveed imbuvad kõik hoone suunas;

- lõunafassaadil (Raekoja pl. poolne) rõdu läbijooksu tõttu märgunud suur seinosa (vt. foto 83);
- eriti läänefassaadil (sisehoovis) kapillaarniiskusest põhjustatud märgumisrandid ja soolade

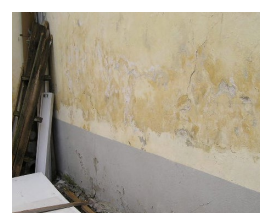


Foto 84

väljaliikumistest krohvikahjustused sokli

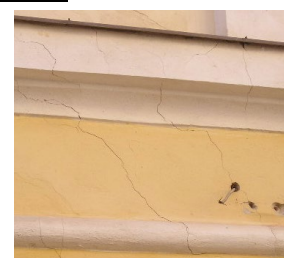


Foto 85

- kahjustused soklil esinevad vahedega tervel sokli perimeetril, eriti ulatuslikud on need hoone kirdefassaadil (Kompanii tn. poolne) koos niiskusega väljaliikunud soolade mõju tõttu (vt. foto 86); sokli lubi-tsementkrohvi pindmised kihid on pudunenud;
- tervel hoonekompleksi perimeetril (va. sisehoovis) värviti sokli kohal esimene rustikajoonte vahe (ca 30 cm) taotluslikult silikaatvärviga, kuna sokli randile talvel jääva lume tõttu on see piirkond pidevalt niiskunud; viimases osas on silikaatvärv õigustanud, samas on takistanud niiskuse väljaliikumist seinast, seejuures ise koorudes; viga tehtud ka sellega, et silikaatvärv kanti hiljem lubivärvile ehk **Foto 87**



Foto 86

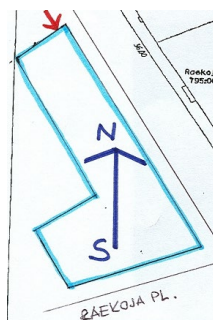


alla jäi nõrgema värvi kiht.

Eriti hoone kirdefassaadil (Kompanii tn poolne) esineb hoone vajumisest-liikumisest tekkinud konstruktiivseid pragusid (vt. foto 87).

Fassaadi põhikrohvipinnad on rahuldavas seisus. Niiskuskahjustusi vaadeldavatest fassaadidest kõige rohkem, fassaadide üldilme niiskuskahjustuste tõttu halb. Fassaadielementid hooldus hoone ekspluatatsioonis on olnud puudulik.

Võetud katsekehade asukoht fassaadil:



Hoone põhja/loodefassaadi vasakus nurgas, kõrgus maapinnast 130...160 cm, hoone nurgast 90 cm. Sokli kõrgus uuringukohas 80 cm (vt foto 88).

Katse teostamise koha taga köetav ruum, seina paksus 100 cm.

Uuringukohas aluskihina säilinud vana krohv. Selgelt eristatavad 3 krohvi kihti: aluskrohviina säilinud vana krohv (paksus kõigub 0...40 mm vahel, punakas toon);

uue krohvimördiga tehtud täitekihid (paksus **Foto 88**

Joonis 68

kõigub 5... 20 mm vahel, teostatud ühekordse pealekandmisega); uue krohvimördiga viimistluskiht (paksus 5 mm).



Foto 89

Krohvi kogupaksus uuringukohas 25...30 mm (alumine piirkond, kõrgusel 130...145 cm); 45...55 mm (ülemine piirkond, kõrgusel 145...160 mm; vt. foto 89). Kõrgusel ca 145 cm jookseb tellisseinas aste, mille tõttu ka erinev krohvipaksus.

Fassaadi paiknemine ilmakaarte suhtes:

Hoone asub oma pikema osaga kagu-loode suunal; avatum osa on Raekoja platsi poolne kagu-lõuna Fassaad – vt joonis 68.



6.12. BÜROOHOONE TARTUS

Asukoht: Näituse 3, Tartu

Hoone ajaloost:

On arhitektuurimälestis.



Foto 89 Hoone pea- e lõunafassaad

Informatsioon vana fassaadikrohvi kohta:



Vana krohvi koostise täpsemat uuringut ei teostatud. Olukord enne krohvitööde alustamist:

Sokli, karniisi ja vahekarniiside piirkondades veekahjustustest vanad värvkatted koorunud, krohv osaliselt pudenenud, mittehingav värv kogu fassaadi ulatuses narmendamas (vt. foto 90).

Foto 90 Vana fassaadi vaade

Uue krohvimördi koostis, kasutatud materjalid:

Fassaadi uuskrohv on puhas lubikrohv. Mördi põhimaterjalidena kasutati:

- lubjapasta (AS Saare Lubi);
- valmis lubi-liivsegu (AS Silikaat);
- valge portlandtsement (AS Aalborg Portland, Taani);
- Kurepalu jäme liiv, Kukemetsa liiv, Piusa klaasiliiv



Foto 91 Uuskrohv lubivärvi all

Sisseviskekihi mört-	lubiliiv: lubjapasta: Kukemetsa liiv: valge tsement	6:1:4:1
Täitekihi mört –	lubiliiv : lubjapasta	10:1
Viimistluskihi mört-	lubjapasta: Kukemetsa liiv/	1:3/2

Mördi segamine toimus töömaal tavalistes mördisegistites..

Pealekantud sisseviske- ja täitekihtide paksused kuni 10 mm. Sein alusmüüritis punasest tellisest(st. tasane), seetõttu krohvikihid suhteliselt ühtlasepaksusega, kuni 30 mm.

Soklikrohvi koostis põhikrohvist erinev, suurema tsemendisisaldusega.

Krohvipind kaetud TIKKURILA valmis lubivärviga (3 kihti) . Soklipind värvitud HANSA SOKKEL värviga.

Teostusaeg, käik:

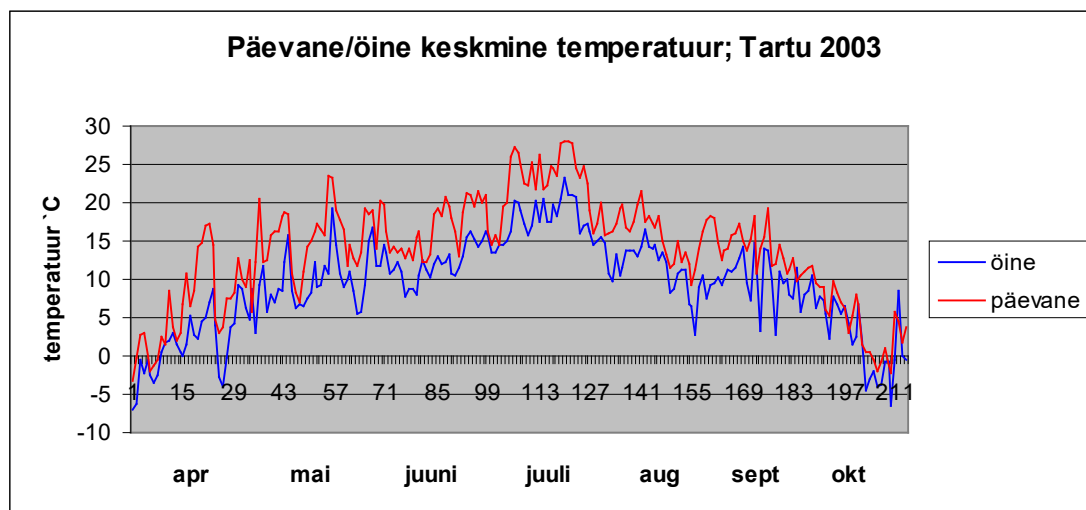
Mai – august 2003 .a. Krohvitööd lõpetati juuni lõpus. Värvimistööd teostati augustis.

Tabel 13 Ilmastikuolud tööde teostamise ajal:

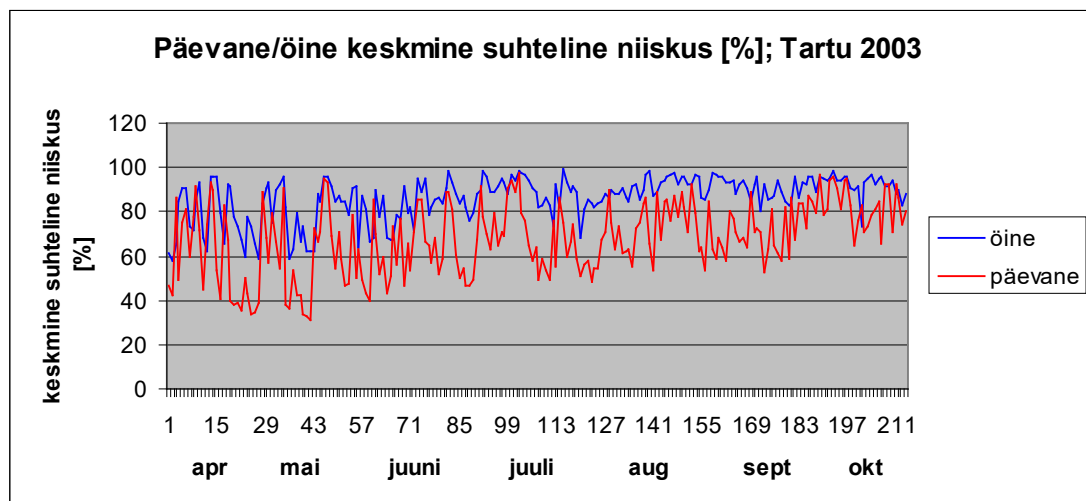
Kuu	temperatuur* ööine/päevane C	õhuniiskus* ööine/päevane %	sademete hulk/ sajupäevade arv mm / päeva	päikesepaiste hulk päevas h (tundi)
<i>Mai</i>	7...17 / 10...20	70...90/ 40...85	ca 115 / 14	7,5
<i>Juuni</i>	7...17 / 13...18	70...95 / 50...85	ca 95 / 16	8,0
<i>Juuli</i>	14...20 / 15...25	75...95 / 50...85	ca 75 / 16	8,5
<i>August</i>	14...20 / 14...20	80...95 / 60...90	ca 115 / 18	6,5

- tabelis kajastatud vahemikke, kuhu antud kalendrikuul langes enamus vastavaid näite

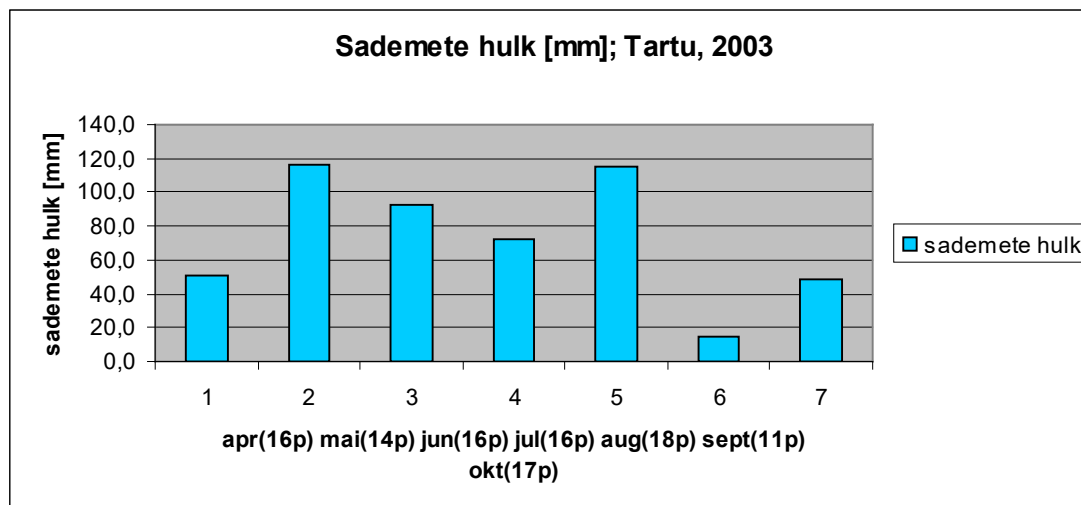
Joonis 69



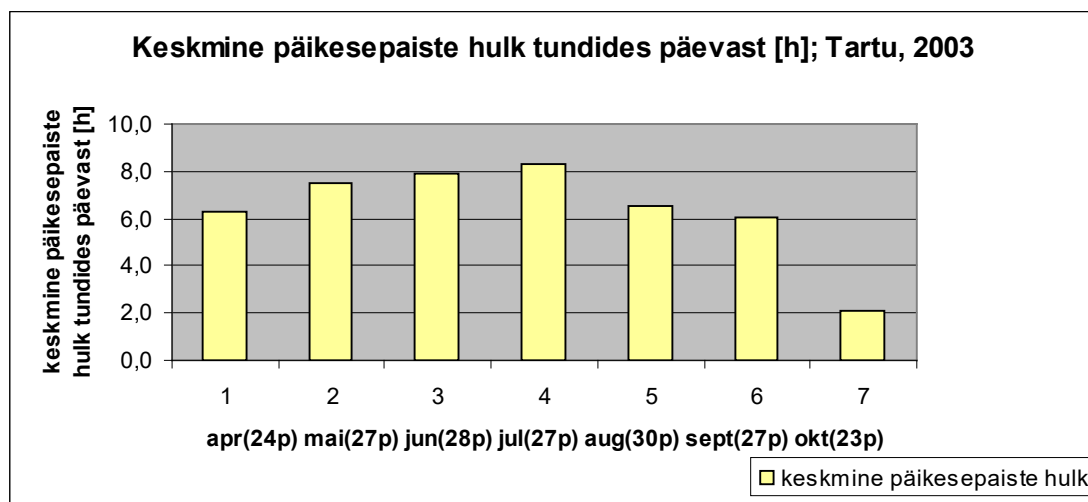
Joonis 70



Joonis 71



Joonis 72



Fassaadi pind ja teostatud krohvitööde maht – ca 600 m².

Vana krohv oli mittehingava värvi all ja puudulike, hävinenud vihmaveesüsteemide tõttu tugevalt kahjustunud. Vanad, lahtised krohvikihid eemaldati alusmüüritiselt piikamise teel.

Punasest tellisest alusmüüritis oli ühtlane, mistõttu uued krohvikihid ei tulnud paksud, kokku maksimaalselt 30 cm. Pealekantud kihtide arv varieerus 2...3kihi vahel, kihi maksimaalse paksusega ca 10 cm. Krohvimine teostati kogu mahus silekrohvina.

Mai ja juuni, mille jooksul teostati fassaadide krohvitööde kogumaht, olid keskmise soojusega (põhinäitajad vahemikus 10...20C), küllaltki sademeterohke ja keskmise päikese intensiivsusega kuud (vt. tabel 13 - ilmastikuolud). Tellingud olid kaetud roheliste kaitsevõrkudega.

Arvestades krohvitoode reaalset teostusaega ja ilmastikku, olid tingimused lubitsementkrohvi kivistumiseks soodsad. Peale fassaadide katmist lubivärviga augustis kestsid soodsad ilmastikutingimused kuni oktoobri keskpaigani, mil algas oluline jahenemine.

Fassaadi tänane olukord:

Esineb tüüpilisi krohvikahjustusi (lokaalsed) liigniiskuse mõjul:

- pea-(lõuna-)fassaadi räästakarniisil krohvi lokaalne pudenemine seoses räästarenni defektiga (vt. foto 91);
- sisehoovi (põhja-)fassaadil niiskuskahjustusest krohvi pudenemine keskpierkonnas, vihmaveetoru ümbruses seoses vihmavee ärajuhtimise puudustega (vt. foto 93);
- väikeses mahus lõuna-, suuremas mahus ida-fassaadil nähtav krohvipinna pragunemine (vt. foto 92);



Foto 91



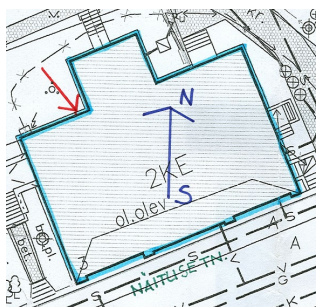
Foto 92

Fassaadi põhikrohvipinnad on normaalses korras ja fassaadi üldilme hea.



Foto 93

Võetud katsekehade asukoht fassaadil:



Joonis 73

Hoone sisehoovi (põhja-)fassaadi parempoolses osas; väljaastuva verandaosa nurga lähedalt; 120...140 cm kõrgusel maapinnast, 60 cm laiusel pinnal.

Sokli kõrgus uurimiskohas 50 cm. Punasest tellisest seinamüüritise paksus uurimiskohas on ca 60 cm. Teisel pool seina on köetav ruum.

Uuringukohas täielikult uus krohv kogupaksusega kuni 150 mm. Eristatavad kaks korhvikihiti: täite- ja viimistluskiht.

Fassaadi paiknemine ilmakaarte suhtes: hoone on avatud kohas, ümber hooneid ei ole; suurema mahuga fassaadiosad asuvad kagu-loode suunal.

7. FASSAADIKROHVIDE
KOOSTISMATERJALID
JA NENDE OMADUSED

7.1. Sideained

7.1.1. Lubjapasta

AS Saare Lubi lubjapasta kuivaine keemiline koostis [2, lk 7]:

Veesisaldus	Keemiline koostis, %						
%	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	KK, %	CO ₂
Ca(OH) ₂							
						975C	
54,30 89,62	71,00	2,75	0,30	1,19	1,52	23,78	2,04

Mahumass (kergelt tihendatult) 1370 kg/m³

Veesisaldus 54...59,5 %, keskmine 57 %

7.1.2. Portlandtsement

AS Kunda Nordic Tsement portlandtsement. Toote tähis: CEM I 42,5 N [30]

Keemiline koostis % (keskmine näit)							
CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	Cl	Na ₂ O
60,44	4,81	2,99	4,98	18,87	3,06 q	0,003	0,09
Survetugevus	2 päeva			29,5 MPa			
	28 päeva			51,5 MPa			
Eripind			350 m ² /kg				
Puistemahumass			1170 kg/m ³				

7.1.3. Valge tsement

AS Aalborg Portland (Taani) valge portlandtsement. Toote tähis: CEM I 52,5 N.
Keemiline koostis DIN 1164-1:1994 nõuete alusel [31]:

Keemiline koostis % (keskmine näit)							
CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	Cl	Na ₂ O
58,8	0,54	0,32	1,84	24,4	2,05	0,008	0,18
Survetugevus	2 päeva			32,2 MPa			
	28 päeva			55,4 MPa			
Eripind			398 m ² /kg				

7.1.4. Kustutamata lubi

AS Nordkalk (Rakke) purustatud kustutamata kaltsiumlubi. Toote tähis: CL 80-Q(PL). Keemiline koostis vastavalt EVS 763-1:2000 nõuetele [32]:

Keemiline koostis % (keskmine näit)			
Aktiivsed CaO+MgO	MgO	CO ₂	SiO ₂
> 80	<2,5	<7	<1
Aktiivsus (kustumiskiirus)	3-6 min		
T _{max}	75-80 C		

Puistemahumass 0,9-1,1, kg/dm³
 Tihedus 3,15 g/cm³

7.1.5. Valgevene lubi

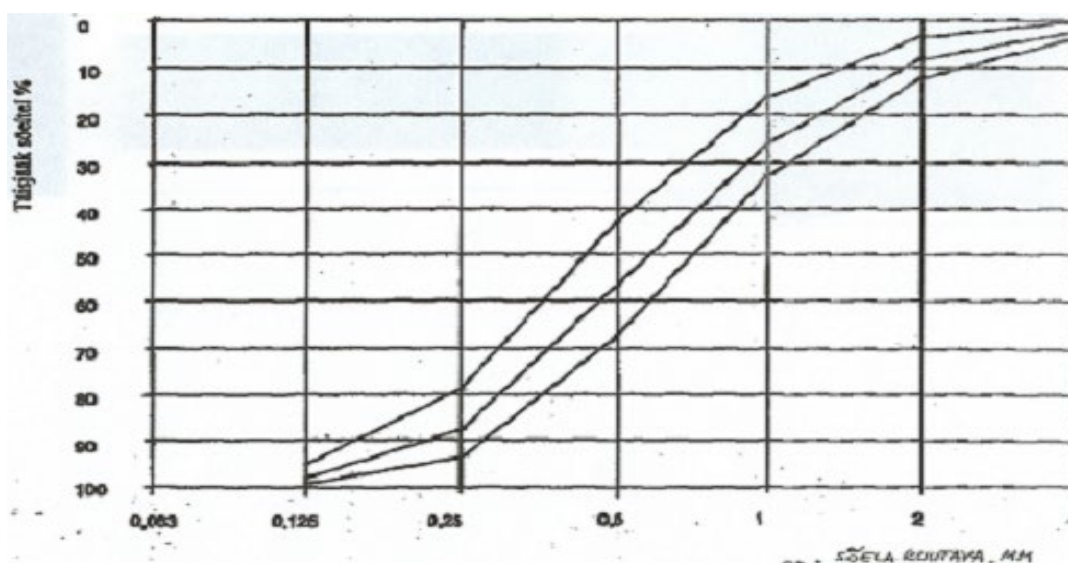
AS Zabudova (Valgevene) poolt toodetav II sordid ehituslubid (GOST 9179-77).
 Kahele partiile väljastatud vastavuspassi alusel keemiline koostis [33]:

Partii kuupäev	Keemiline koostis %		
	Aktiivsed CaO+MgO	CO ₂	Niiskus
11.08.2003	61,38	3,09	0,48
16.03.2004	62,46	5,84	0,52

7.2. Täiteained

7.2.1. Männiku jämeliiv

2005.a. I poolaastal AS-s Silikaat katsetatud liivaproovide täisjääkide sõelgraafik (proovide arv 27) [34]:



Joonis 74

Sõela ruutava, mm	4	2	1	0,5	0,25	0,125
Täisjääkide keskmine, %	2,1	7,5	24,7	56,9	88,1	98,2

Peensusmoodul M_p , keskmine 2,7
 Puistetihedus (kuiv), keskmine 1590 kg/m³
 Tolmu- ja saviosakeste sisaldus (<0,063mm), keskmine 0,6%
 Huumuse sisaldus: lahuse värvus etelonist heledam (kõik proovid)

Liiva terastiku koostis, määratud EN 933-1:1997 sõeletega [2, lk 12]:

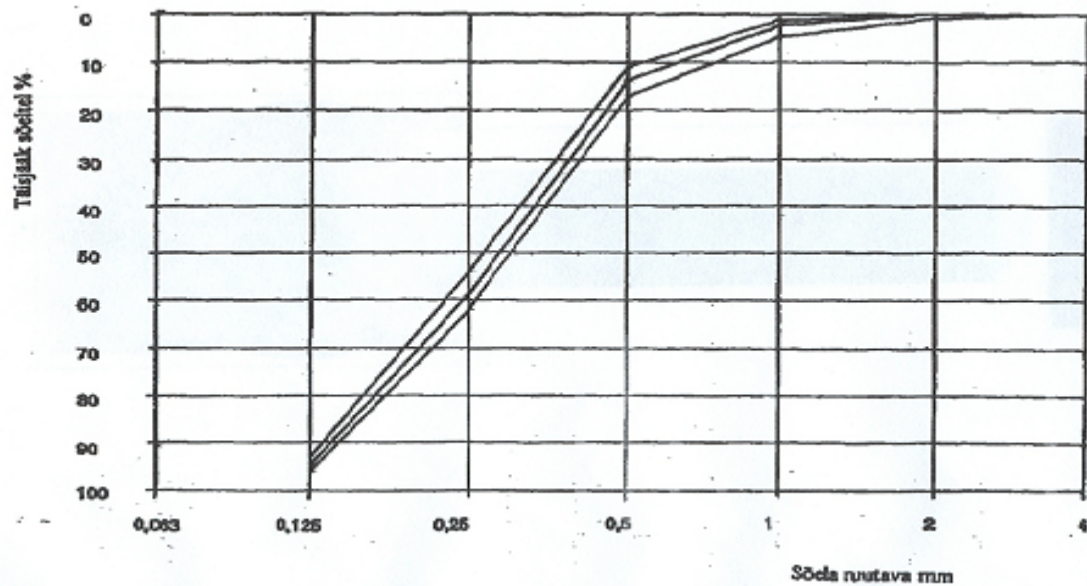
Tabel 14

Sõela ruutava, mm	4	2	1	0,5	0,25	0,125	<0,125
Osaline jääk sõelale, %	5,5	3,9	20,8	35,3	29,1	9,7	1,2
Täisjääk sõelale, %		3,9	24,7	60,0	89,1	98,8	

Peenusmoodul FM 2,8 CF (jämedateraline)
 Puistemahumass (kuivalt), keskmine 1600 kg/m³
 Huumuse sisaldus: lahuse värvus etelonist heledam, rahuldab nõuet.

7.2.2. Männiku peenliiv

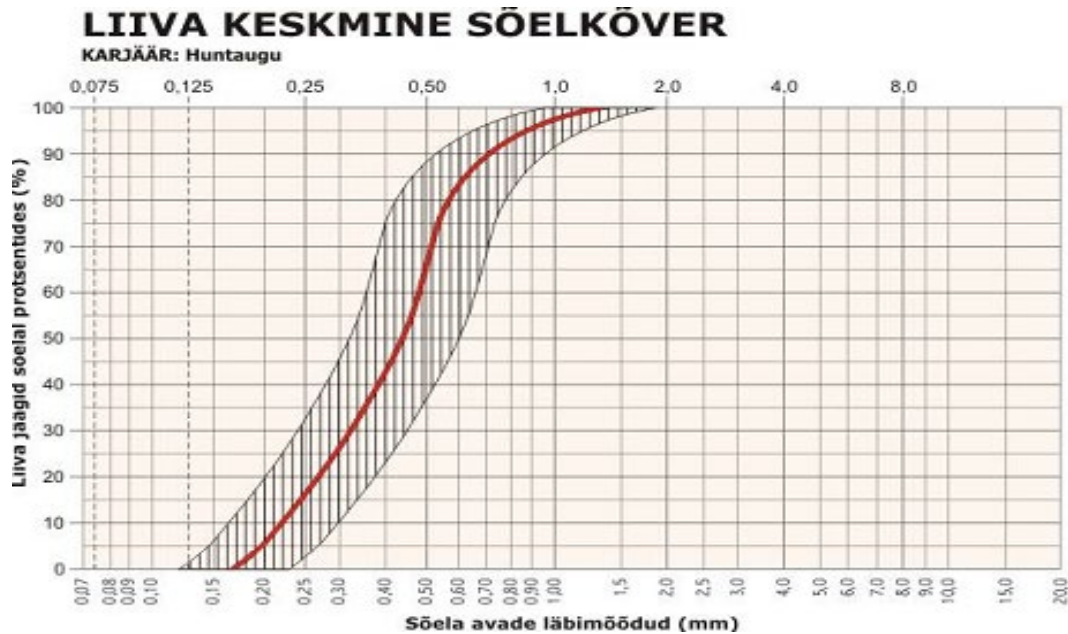
2005.a. I poolaastal AS-s Silikaat katsetatud liivaproovide täisjääkide sõelgraafik (proovide arv - 12) [34]:

Joonis 75**Tabel 15**

Sõela ruutava, mm	4	2	1	0,5	0,25	0,125
Täisjääkide keskmine, %	0	0,2	1,4	13,2	57,8	94,1

Peenusmoodul M_p , keskmine 1,7 (peen)
 Puistetihedus (kuiv), keskmine 1480 kg/m³
 Tolmu- ja saviosakeste sisaldus (<0,063mm), keskmine 0,6%
 Huumuse sisaldus: lahuse värvus etelonist heledam (kõik proovid)

7.2.3. Kiu jämeliiv



Joonis 76

Peenusmoodul M_p	2,65 (järe)
Puistemahumass (kuivalt)	1590 kg/m ³ (keskmine tulemus)
Sõela 0,5 mm läbinud	59,4 %
Peen- ja saviosiste sisaldus	1,0 %
Huumuse sisaldus:	lahuse värvus etelonist heledam, rahuldab nõuet [35].

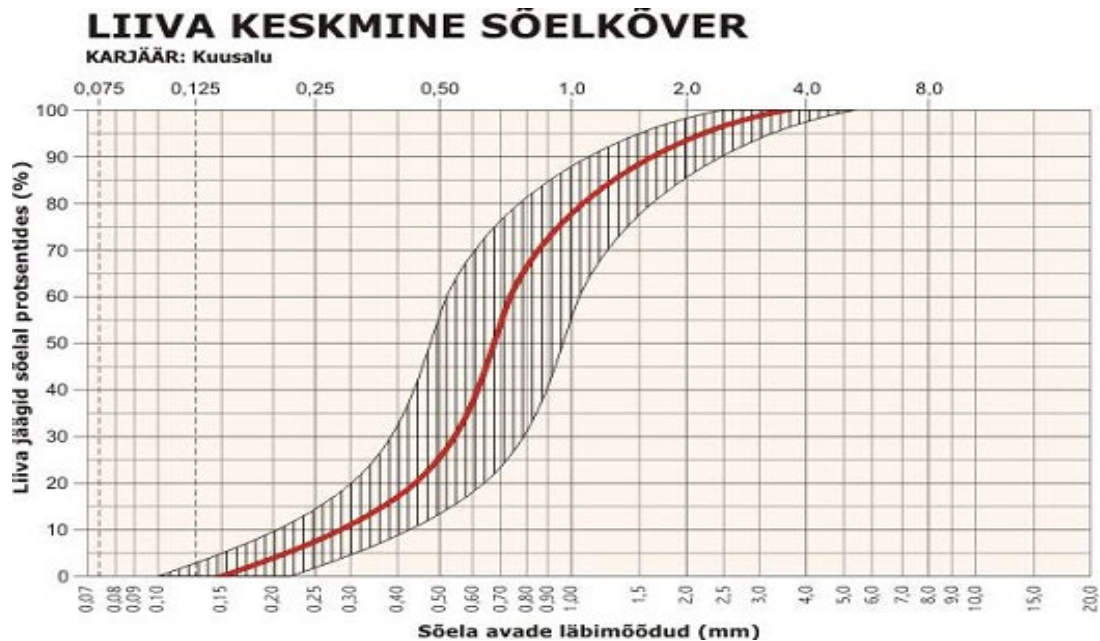
Liiva terastiku koostis, määratud EN 933-1:1997 sõelatega [2, lk 11]:

Tabel 16

Sõela ruutava, mm <0,125	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	
Osaline jääk sõelale, %	4,2	4,0	12,3	23,0	37,0	23,3	3,2	1,2
Täisjääk sõelale, %			12,3	35,3	72,3	95,6	98,8	

Peenusmoodul M_p	3,1 (järe)
Puistemahumass (kuivalt)	1630 kg/m ³ (keskmine tulemus)
Huumuse sisaldus:	lahuse värvus etelonist heledam, rahuldab nõuet.

7.2.4. Kiiu keskmine liiv



Joonis 77

Peenusmoodul M_p	2,2 (keskmine)
Puistemahumass (kuivalt)	1450 kg/m ³ (keskmine tulemus)
Sõela 0,5 mm läbinud	81,4 %
Peen- ja saviosiste sisaldus	0,3 %
Huumuse sisaldus:	lahuse värvus etelonist heledam, rahuldab nõuet [35]

7.2.5. Kukemetsa liiv

Katsetamine teostatud EVS-EN 933-1:2000 nõuete kohaselt TTÜ katsekojas 31.07.2001.a. [36]:

Tabel 17

Sõela ruutava, mm <0,125	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	
Osaline jääk sõelale, %	1,7	4,1	7,3	9,9	16,8	26,1	28,5	4,7
Täisjääk sõelale, % 99,1	1,7	5,8	13,1	23,0	39,8	65,9	94,4	

Peenusmoodul M_p	2,4 (keskmine)
Puistemahumass (kuivalt)	1590 kg/m ³
Peenosiste ja savi sisaldus	2,0%
Huumuse sisaldus:	lahuse värvus etelonist heledam, rahuldab nõuet.

7.2.6. Piusa klaasiliiv

Katsetamine teostatud EVS-EN 933-1:2000 nõuete kohaselt TTÜ katsekojas 31.07.2001.a. [37]:

Tabel 18

Sõela ruutava, mm	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063
Osaline jääk sõelale, %	0	0,7	1,2	6,9	30,1	45,6	11,9
Täisjääk sõelale, %	0	0,7	1,9	8,8	38,9	84,5	96,4

Peenusmoodul M_p 1,3 (peen)
 Puistemahumass (kuivalt) 1530 kg/m³
 Peenosiste ja savi sisaldus 4,0%
 Huumuse sisaldus: lahuse värvus etelonist heledam, rahuldab nõuet.

7.2.7. Silikaadi sõelutud kuivliiv (fraktsioon 2...6 mm)

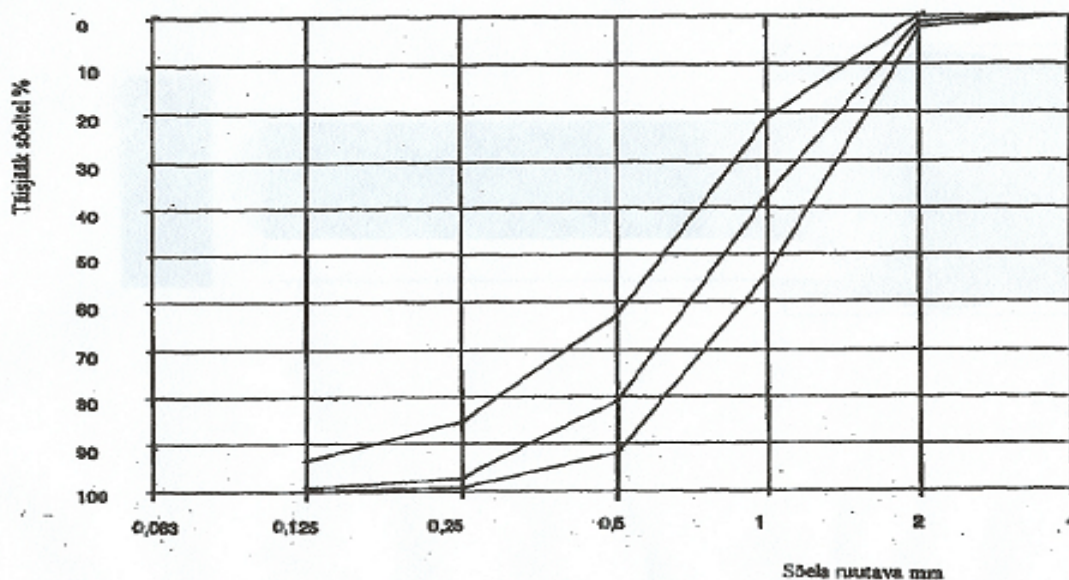
Sõela ruutava, mm > 6 < 2
 Osaline jääk sõelale, % <10 <15

Puistemahumass (kuivalt) keskm 1500 kg/m³
 Peenosiste ja savi sisaldus < 0,5 %
 Huumuse sisaldus: lahuse värvus etelonist heledam, rahuldab nõuet [34]

7.2.8. Silikaadi sõelutud kuivliiv (fraktsioon 0,63...2 mm)

2005.a. I poolaastal AS-s Silikaat katsetatud liivaproovide täisjääkide sõelgraafik (proovide arv - 24) [34]:

Joonis 78



Tabel 19

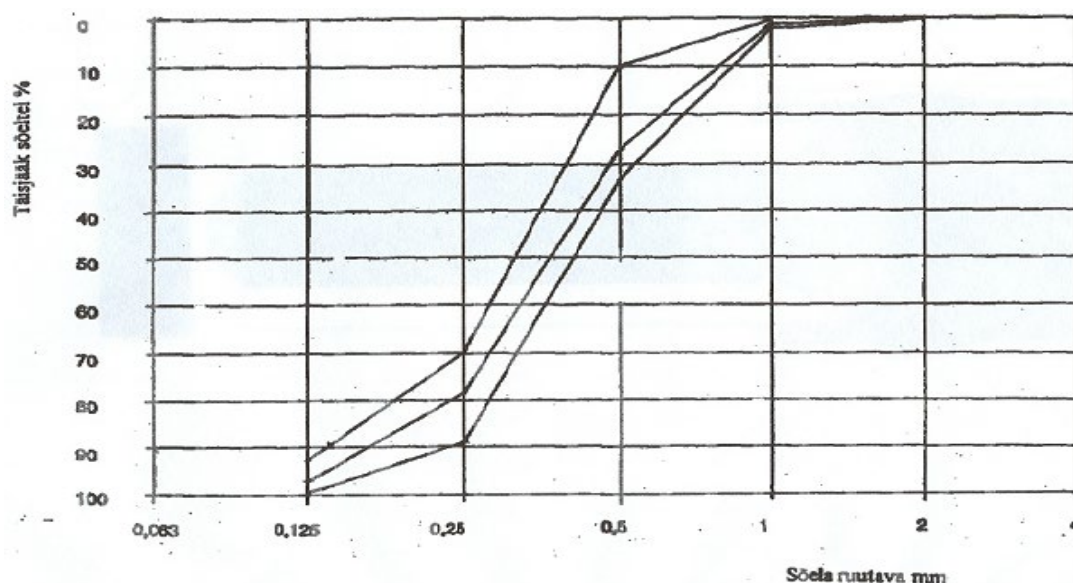
Sõela ruutava, mm	4	2	1	0,5	0,25	0,125
Täisjääkide keskmine, %	0	1	37,5	80,8	97,1	99,4

Peensusmoodul M_p , keskmine 3,1 (jäme)
 Puistetihedus (kuiv), keskmine 1550 kg/m³
 Tolmu- ja saviosakeste sisaldus (<0,063mm), keskmine 0,1
 Huumuse sisaldus: lahuse värvus etelonist heledam (kõik proovid)

7.2.9. Silikaadi sõelutud kuivliiv (fraktsioon 0...0,8 mm)

2005.a. I poolaastal AS-s Silikaat katsetatud liivaproovide täisjääkide sõelgraafik (proovide arv - 24) [34]:

Joonis 79



Tabel 20

Sõela ruutava, mm	4	2	1	0,5	0,25	0,125
Täisjääkide keskmine, %	0	0	0,9	27,4	78,5	96,6

Peensusmoodul M_p , keskmine 2,0 (peen)
 Puistemahumass (kuiv), keskmine 1490 kg/m³
 Tolmu- ja saviosakeste sisaldus (<0,063mm), keskmine 0,1%
 Huumuse sisaldus: lahuse värvus etelonist heledam (kõik proovid)

7.3. Lubi-liiv pooltooted

7.3.1. Silikaadi lubiliivsegu

Lubi-liivsegu on niiske kvartsliiva ja lubja segu, milles lubi ja osa liivast, mida nimetatakse sideaineks on läbinud jahvatustsükli. Lubi-liivsegu kustutamise reaktoris on tagatud lubja täielik kustutamine segus. Kasutatavd materjalid, koostis [34]:

- AS Nordkalk kustutamata ehituslubi (vt. p. 7.1.4.);

- looduslik peen liiv (0 -5,0 mm); peensusmoodul M_p 1,5...2 (peen);
- sideaine sisaldus segus, massiprotsentides 20...25;
- liiva sisaldus segus, massiprotsentides 75...80;
- lubja/liiva vahekord sideaines, massiprotsentides 50/50%
- sideaine aktiivsus, aktiivsete CaO+MgO sisaldus, massiprotsentides 37,5

7.3.2. OÜ Kaubeton lubiliivsegu

Lubi-liivsegu valmistatud mahuvahekorras 1:3; komponentidena on kasutatud alljärgnevaid koostisaineid:

- AS Silikaat peen ehitusliiv (vt. Männiku peenliiv;
- AS Nordkalk kustutamata ehituslubi (fraktsioon 0-90 mm; vt. p. 1.4.)

Ehituslupja kasutatakse lubja-liivasegu valmistamiseks alles peale lubja täielikku kustumist lubja-augus (2-3 nädalat). Lubjasegu vastab CH 290-74 tingimustele.

8. VÄLIKROHVITÖÖDEKS
SOBILIKUD
ILMASTIKUTINGIMUSED
EESTIS

8.1. Ilmastikutingimuste mõju lubi- ja lubitsementmörtide kivilinemiskineetikale.

Laboratoorses tingimustes mörtide katsetamisel on võimalik tagada katsekehade kivilinemiseks teatud kindlad ja ühtlased tingimused.

Krohvimörtide kivilinemine ja lõppkvaliteet välitingimustes sõltub olulisel määral ilmastikuoludest tööde teostamise ajal. On selge, et ilmastikutingimused on võrreldes laboritingimustega oluliselt ebaühtlasemad, mistõttu nende jälgimine ja fikseerimine krohvitööde teostamise ajal on väga oluline ning vajadusel on vajalik kivilinmist aeglustavate või takistavate olude ilmnenemisel kiirest kasutusele võtta viimaste mõju vähendavaid meetmeid.

Nii lubi- kui lubitsementmördi normaalseks kivilinemiseks on vajalikud piisav temperatuur ja õhuniiskus.

Nagu teada, on lubja karboniseerumiseks on vajalik õhust süsihappegaasi (CO_2) juurdepääs. Karboniseerumisprotsessi käigus reageerib kustutatud lubi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ õhus sisalduva süsihappegaasiga CO_2 ehk see keemiline protsess toimub ainult niiskuse juuresolekul. Õhu liiga madala niiskuse korral toimub karboniseerumisprotsess väga aeglaselt või peatub üldse. Näiteks, kui kivilinemine toimub erineva relatiivse niiskuse juures, siis mördi survetugevus võib sama kivilinemisaja jooksul olla 90% niiskuse juures oluliselt kõrgem kui 60% juures [9, lk 44].

Ainult lubisideainel baseeruvad mördid vajavad karboniseerumiseks temperatuuri vähemalt $+5^\circ\text{C}$. See tähendab, et ööpäeva lõikes ei tohiks temperatuur langeda alla $+5^\circ\text{C}$, muidu karboniseerumine sisuliselt peatub [38, lk53].

Tsemendi kivilinemiseks on otseselt vajalik vee olemasolu. Seetõttu on oluline, et mördis olev vesi välja ei aurustuks/kuivaks, mille võivad põhjustada näiteks kõrge temperatuur ja madal õhuniiskus, samuti alusmüüritise- või krohvi (millele uus krohvimört on kantud) liigne kuivus.

Soojade suveilmadega, kui krohvipind võib kuumeneda päikese käes kuni $+50^\circ\text{C}$ -ni, muutub mört liiga kuivaks ja kivistumisprotsess aeglustub oluliselt. Seetõttu tuleb kuivade ilmastikuolude korral krohvipinnad kaitsta otsese päikese eest heledate kilede või võrkudega ning krohvipindu regulaarselt kasta (2-3 korda päevas).

Liigne ja pidev veekeskond pärsib samuti otseselt lubi- ja lubitsementmörtide lubisideaine osa kivistumist. Kui vesi täidab enamuse või kõik mördi tühimikud, on otseselt takistatud süsihappegaasi CO_2 juurdepääs ja karboniseerumisprotsess peatub.

Seetõttu on vajalik vihmade ajal krohvipinnad kaitsta ajutiste katuste ja kiledega, hoidmaks ära krohvipindade lausmürgumist.

Väga ohtlik krohvi säilumisele on olukord, mil hiliselt (näiteks septembris) teostatud krohvkate ei kaitsta piisavalt sademete eest ja liigniiskunud krohvkate jääb sellises olekus miinuskraadide kätte. Krohvi tühimikes liigvesi külmub ja paisub, lõhkudes sellega nõrga, väljakujunemata krohvisstruktuuri, mis avaldub uue aasta kevadel krohvi osade mahapudenemisega. Selliste olukordade vältimiseks tuleb hiliste (september, oktoober) krohvitööde korral tellitud katta armeeritud, tugeva talvekilega, tellingute kohale ehitada korralik kilekatust, hoida soojapuhuritega kiletaguse ruumi temperatuur ööpäevaringselt kõrgemal $+8^{\circ}\text{C}$ -st. Soovitav on seda ruumi kütta gaasooliga, mis annab ka karboniseerumiseks vajaliku niiskuse ja süsihappegaasi [12, lk 41].

Lubi-tsementmördi kivistumisel hakkavad paralleelselt toimuma 2 erinevat protsessi – tsemendi kivistumine ja lubja karboniseerumine. Tehiskivi esmase struktuuri moodustab tsementsideaine, mis normaalsel tingimustel kivistub täielikult 1 kalendrikuu jooksul. Lubsideainelise osa karboniseerumisele on samuti töödejärgne kuu kõige olulisem. Soodsatel ilmastikutingimustel, st. piisava niiskuse ja temperatuuri olemasolu korral on näiteks võimalik saavutada 1 kuu jooksul maksimaalselt 10 mm paksuse kihi karboniseerumine [12, lk 7].

Kivinemise kiiruse sõltuvust temperatuurist segamörtide (lubi-tsement-liiv; mahuvahekord 1:0,9:8; massivahekord 1:1:12) puhul iseloomustab alljärgnev tabel [10, lk 10]:

Tabel 21

Temperatuur, C	1	5	10	15	20	25
Ööpäevad	Mördi survetugevus erinevatel temperatuuridel (% täistugevusest)					
1	1	4	6	10	13	18
3	5	11	18	21	33	42
5	10	19	28	37	45	54
7	15	25	37	47	55	64
10	23	35	48	58	68	75
14	31	45	60	71	80	85
21	42	58	71	85	92	96
28	52	68	83	95	100	104

Lubimördi lisandina on kasutatud AS Kunda Nordic portlandtsementi CEM I 42,5.

Lubi- ja lubitsegmentmörtide kivilinemiskineetika võrdlus +19...21°C ja +5...7°C juures [2, lk 55,56]:

Tabel 22

Mördisegu mahuline koostis, suhteline			Survetugevus, N/mm ² kivilinemisel +(19...21)°C / +(5...7)°C juures		
lubjapasta	tsement	liiv	7 päeva	28 päeva	56 päeva
1	-	4,5	0,27	0,45	0,55
			-89%	-60%	-53%
			0,03	0,18	0,26
1	0,1	4,5	0,35	0,57	0,66
			-60%	-47%	-36%
			0,14	0,30	0,42
1	0,2	4,5	0,46	0,72	0,78
			-40%	-33%	-15%
			0,28	0,48	0,66

Materjalid: AS Saare lubi lubjapasta; AS Kunda Nordic portlandtsement CEM I 42,5; Kiiu keskmine liiv

Arvestades Eestimaa suhteliselt lühikest suve ja heitlikke ilmastikuolusid, on ka välitingimustes lubi- ja lubitsegmentmörtidega tegutsemisperiood lühike. Kuna käesolevas töös uuritud krohvkatted on teostatud erinevatel aastatel ja erinevates linnades (Tallinn, Tartu), on koostatud nende aastate ilmastikutingimuste keskmine, mida võib üldistusena kasutada krohvi- ja mörditööde planeerimisel välitingimustes.

8.2. Ilmastikutingimuste keskmiste näitajate arvutusmeetod.

Keskmise temperatuuri,- suhtelise niiskuse, sademete- ja päikesepaiste hulga graafikute koostamiseks vajalikud algandmed pärinevad Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi (EMHI) andmepangast.

Päevane/öine keskmine temperatuur. Päevane/öine keskmine suhteline niiskus.

Suhtelise niiskuse ja temperatuuri algandmed on saadud iga kolme tunni järgse mõõtmistulemuste fikseerimisega vastavalt kell 09.00, 12.00, 15.00, 18.00, 21.00, 00.00, 03.00, 06.00. Graafikute koostamisel on eristatud päevast ja öist keskmist temperatuuri ja – suhtelist niiskust, tinglikult on võetud ajavahemik 09.00...18.00 päevaseks ja ajavahemik 21.00... 06.00 öiseks. Seega on keskmine päevane temperatuur saadud kell 09.00, 12.00, 15.00, 18.00 fikseeritud temperatuuri näitude

jagamisel mõõtmiste hulgaga ehk siis neljaga. Analoogselt on leitud keskmise päevase suhtelise niiskuse, samuti vastavad öised keskmised näitajad.

Tartu keskmise temperatuuri ja- suhtelise niiskuse üldgraafik on koostatud nelja aasta (1994, 1995, 2002, 2003) keskmiste näitajate põhjal, kusjuures on samuti eristatud päevased ja öised keskmised näitajaid.

Tallinna vastavad üldgraafikud on koostatud kuue aasta (1994, 1995, 1998, 1999, 2001, 2002) keskmiste näitajate põhjal. Vaadeldavaks ajavahemikuks oli 1. aprill kuni 31. oktoober.

Sademetek hulk.

Sademetek hulk on tulpgraafikutel esitatud kuude kaupa aprillist oktoobrini, kuine sademetek hulk on saadud kuu jooksul fikseeritud näitade summeerimisel, ühikuks millimeeter (mm). Graafikute x - teljel on sulgudesse märgitud kuine sademetega päevade arv.

Tartu sademetek üldgraafik on moodustatud nelja aasta (1994, 1995, 2002, 2003) kuiste näitajate keskmisena.

Tallinna sademetek üldgraafik kuue aasta (1994, 1995, 1998, 1999, 2001, 2002) kuiste näitajate keskmisena.

Keskmise päikesepaiste hulk tundides päevast

Keskmise päikesepaiste hulk tundides päevast kuude lõikes (aprill kuni oktoober) on esitatud tulpgraafikutena, ühikuks tund (h). Graafikute x – teljel on sulgudesse märgitud päikesepaistelist päevade hulk kuus. Kuine keskmine päikesepaiste hulk tundides päevast on leitud päevade päikesepaiste hulga summeerimisel ja saadud väärtuse jagamisel päevade arvuga kuus.

Tartu üldgraafik on moodustatud nelja aasta (1994, 1995, 2002, 2003) kuiste näitajate keskmisena.

Tallinna üldgraafik kuue aasta (1994, 1995, 1998, 1999, 2001, 2002) kuiste näitajate keskmisena.

8.3. Välikrohvitööde sobilik lõpuaeg Eesti ilmastikutingimustes.

Võttes aluseks asjaolud, et:

1. lubikrohvi (lubjapasta/liiv mahuvahekorras 1:4,5) kivinemine aeglustub 28 päeva jooksul temperatuuril $+5...7^{\circ}\text{C}$ 60% võrreldes kivinemisega temperatuuril $+19...21^{\circ}\text{C}$ [2, lk 55...56];
2. alates 15.08-st on ööpäevane keskmine temperatuur oluliselt madalam temperatuurivahemikust $19...20^{\circ}\text{C}$; vastavalt siis 15...31.08 – $15,5^{\circ}\text{C}$; 01...15.09 – $14,2^{\circ}\text{C}$; 16...30.09 – $10,5^{\circ}\text{C}$; 01...15.10 – 7°C (vt tabel 23);
3. soodsatel tingimustel st. piisava niiskuse ja temperatuuri olemasolu korral on võimalik saavutada 1 kuu jooksul maksimaalselt 10 mm paksuse lubikrohvi kihi karboniseerumine [12, lk 7];

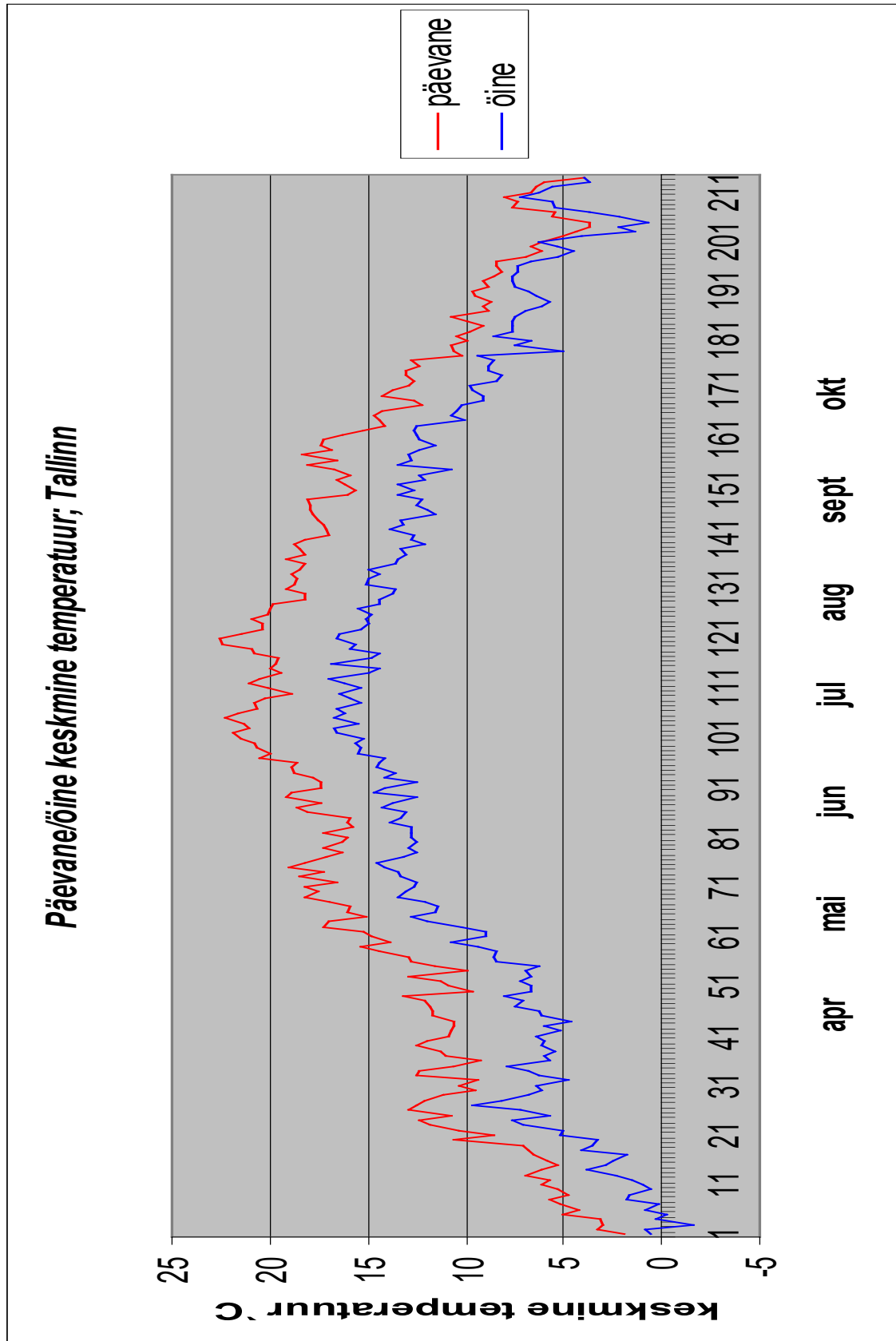
on võimalik meie ilmastikuoludes ajavahemikus 15.08...15.10 ehk kahe kuu jooksul u 13 mm krohvikihhi karboniseerumine.

Antud tulemus kehtib ainult vaadeldud koostisega lubimördi kohta, kuid annab siiski mingi võimaluse üldistuste tegemiseks.

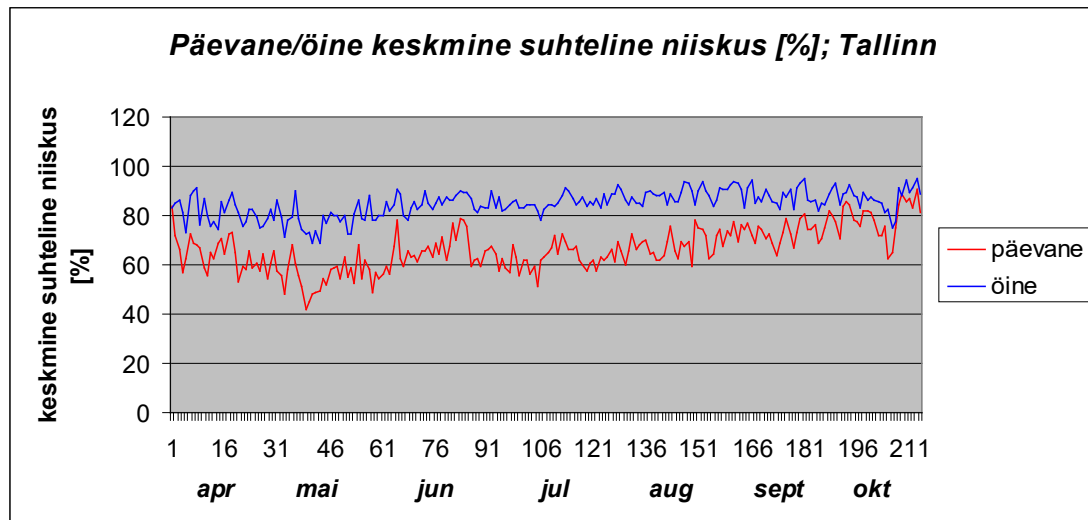
Kokkuvõtteks: et lubikrohv jõuaks enne talve maksimaalselt karboniseeruda, on vajalik meie ilmastikuoludes krohvitööd lõpetada 31.-ks juuliks. Absoluutselt hilisem krohvitööde lõpuaeg võib (soovitavalt lõunapoolsetel fassaadidel) olla u 15. august.

8.4. Ilmastiku üldgraafikud Tallinna (1994, 1995, 1998, 1999, 2001, 2002) näitajate alusel.

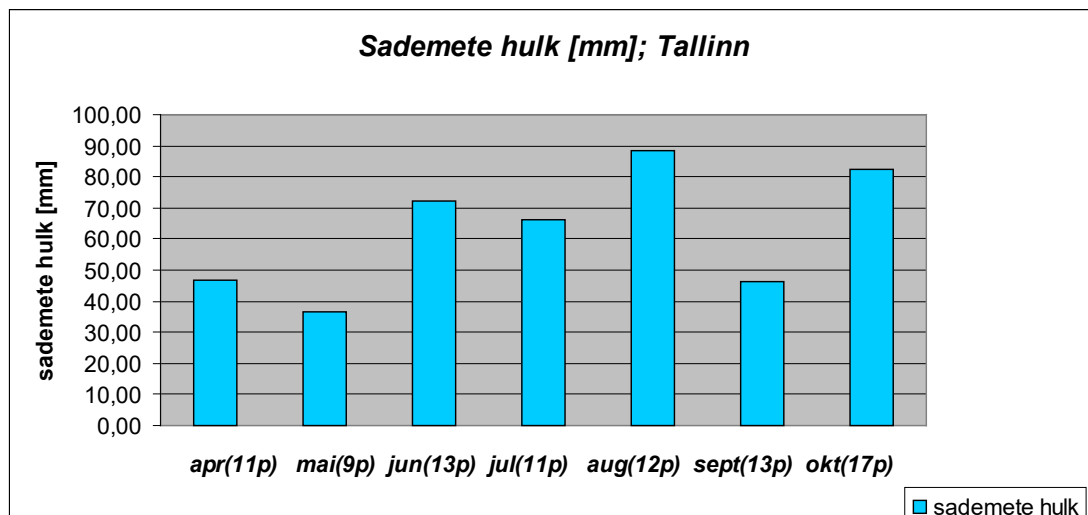
Joonis 80 Keskmine temperatuur



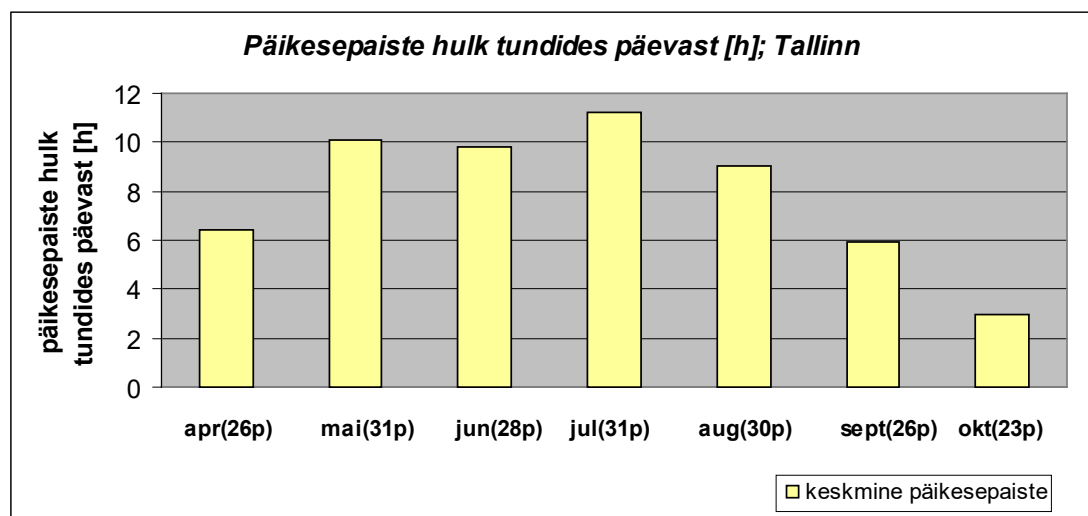
Joonis 81



Joonis 82



Joonis 83



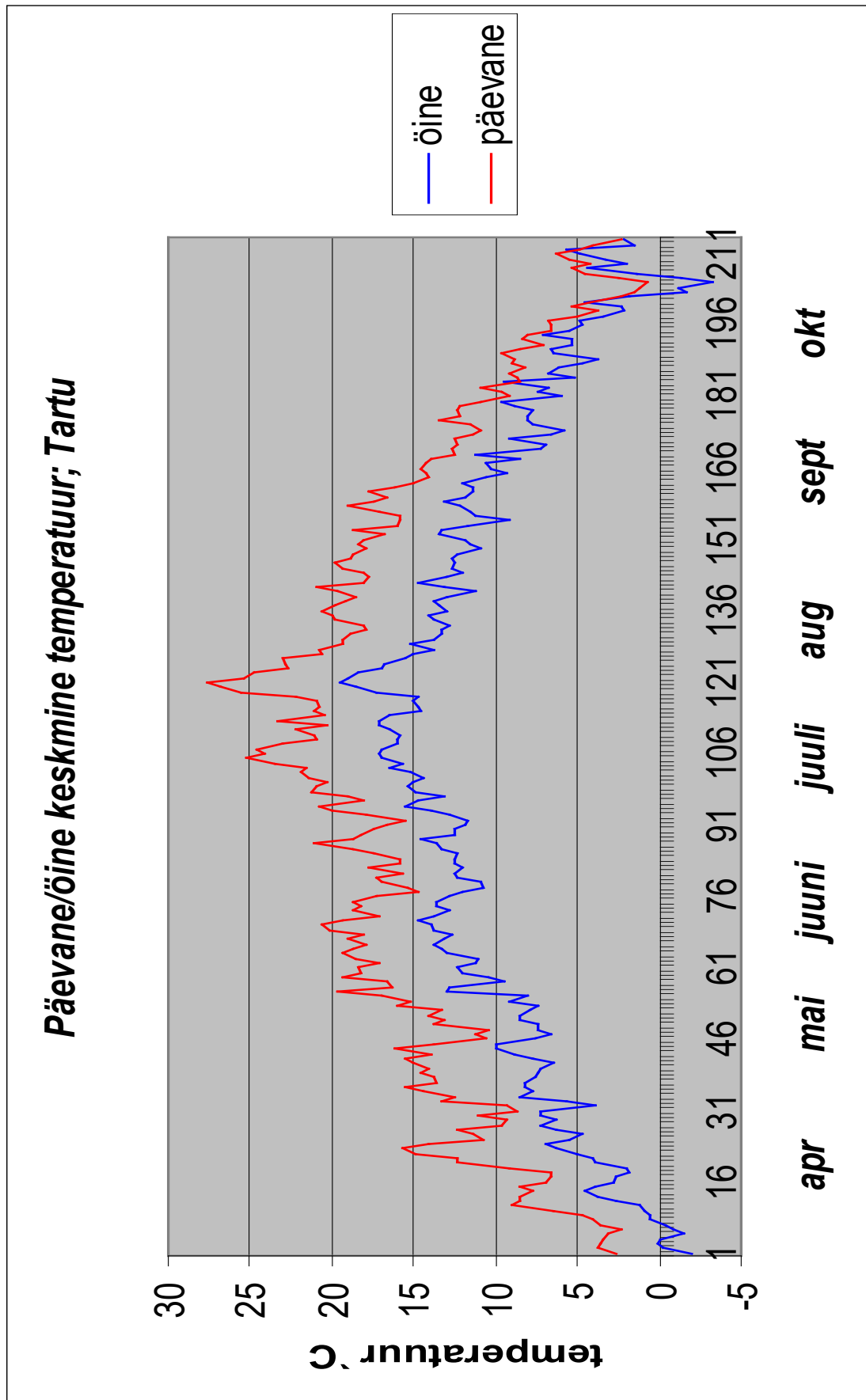
Tabel 23 Ilmastikutingimuste näitajate vahemikud 15-päevaste ajaperioodide kaupa

Kuu	temperatuur* öine/päevane C	õhuniiskus* öine/päevane %	sademetes hulk/ sajupäevade arv mm / päeva	päikesepaiste hulk päevas h (tundi)
Aprill				
1...15	-1...4 / 3...7			
15... 30	4...9 / 7...12	70...85/50...70	45 / 11	6
Mai				
1...15	5...7 / 10...13			
15...31	6...10/11...15	75...85/50...70	35 / 9	9
Juuni				
1...15	9...14 / 15...18			
15...30	13...15/16...19	80...90/55...75	70 / 13	9
Juuli				
1...15	13...16/18...22			
15...31	15...17/19...23	80...90/50...70	65 / 11	11
August				
1...15	14...16/18...22			
15...30	12...15/16...19	85...90/50...70	55 / 11	9
September				
1...15	10...14/14...17			
15...31	6...10 / 10...14	85...95/65...80	45 / 14	5
Oktoober				
1...15	5...8 / 8...11			
15...30	3...6 / 4...8	80...95/70...90	45 / 14	3

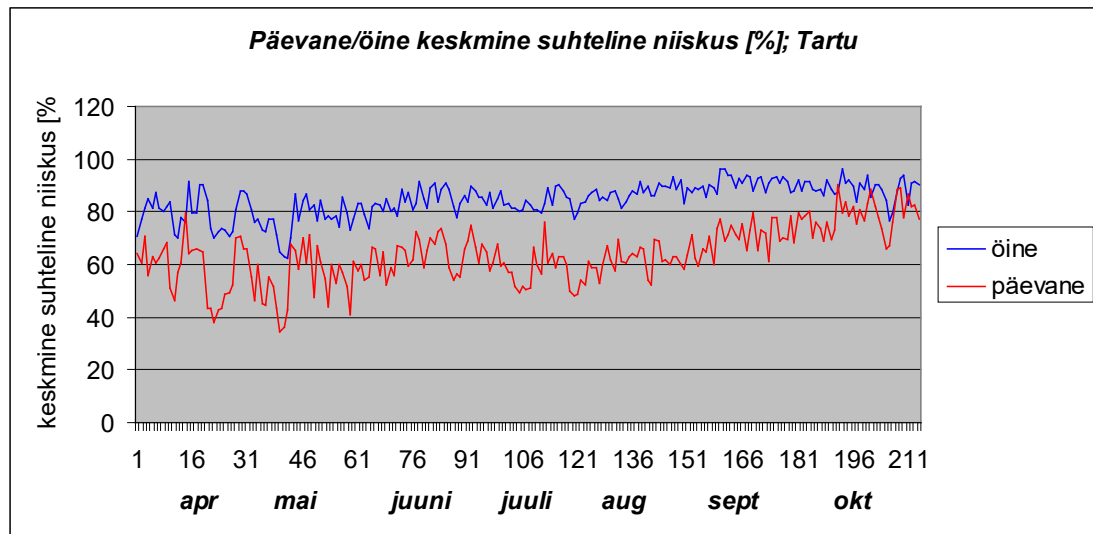
8.5. Ilmastiku üldgraafikud Tartu (1994, 1995, 2002, 2003) näitajate alusel.**Tabel 24** Ilmastikutingimuste näitajate vahemikud 15-päevaste ajaperioodide kaupa

Kuu	temperatuur* öine/päevane C	õhuniiskus* öine/päevane %	sademetes hulk/ sajupäevade arv mm / päeva	päikesepaiste hulk päevas h (tundi)
Aprill				
1...15	-2...4 / 3...8			
15... 30	4...9 / 8...13	75...85/45...70	35 / 13	6
Mai				
1...15	6...10 / 10...15			
15...31	7...13/12...17	65...85/45...65	70 / 10	10
Juuni				
1...15	12...14 / 16...20			
15...30	12...15/16...20	75...85/50...70	90 / 14	10
Juuli				
1...15	13...16/18...23			
15...31	16...19/21...26	80...90/50...70	45 / 10	11
August				
1...15	14...19/20...25			
15...30	12...14/17...20	85...95/60...75	90 / 11	9
September				
1...15	10...14/15...18			
15...31	7...10 / 10...15	85...95/65...80	45 / 13	6
Oktoober				
1...15	4...8 / 7...10			
15...30	-1...4 / 2...6	75...95/70...90	80 / 17	3

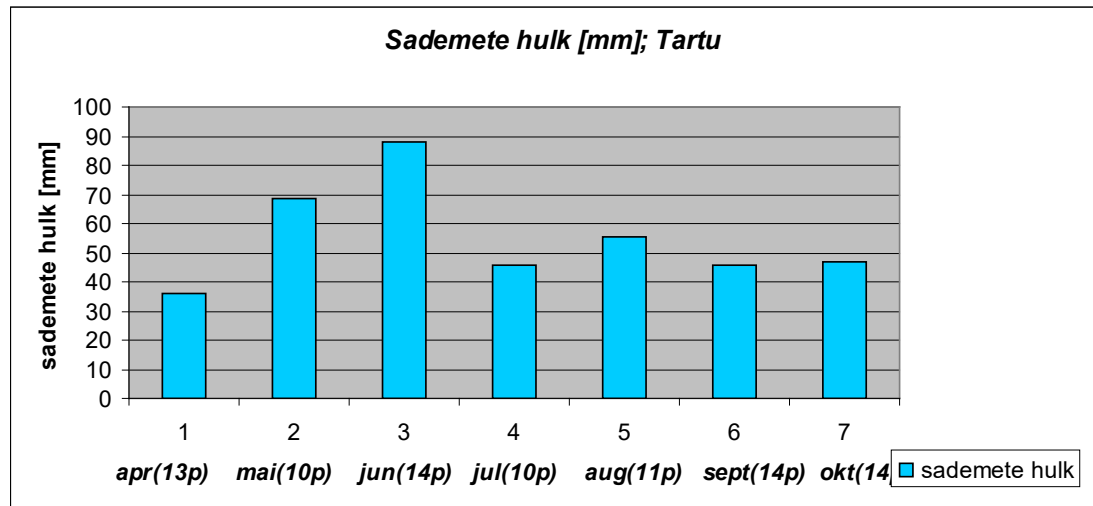
Joonis 84 Keskmine temperatuur



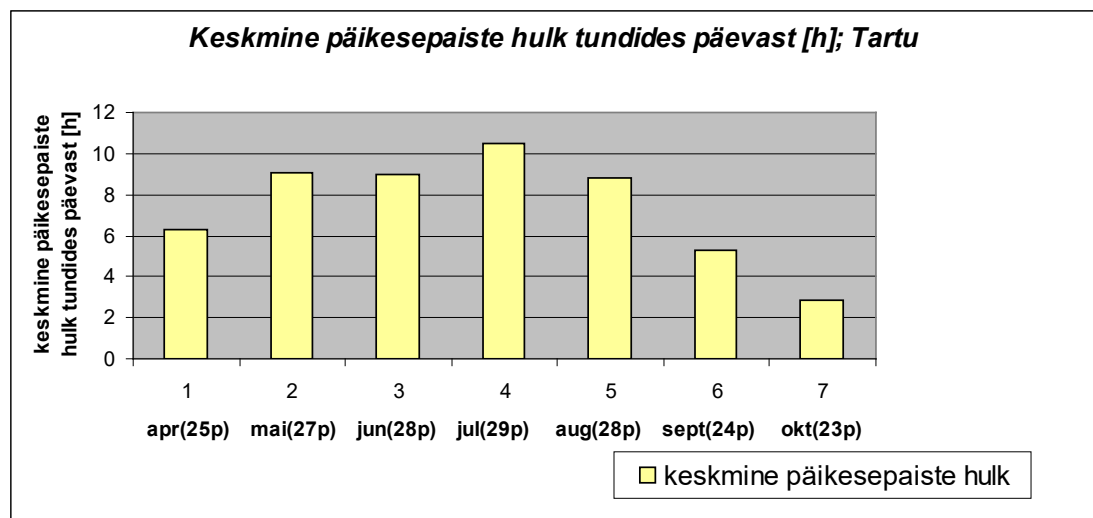
Joonis 85



Joonis 86



Joonis 87



9. FASSAADIDE
KORDUVAD
KROHVIKAHJUSTUSED

Eelmise sajandi üheksakümnendatel hakati Eestis taas aktiivselt kasutama traditsionaalsel lubjapastal baseeruvaid lubi- ja lubitsementmörte. Nii projekteerijate kui krohvitöid teostavate ettevõtete mitteküllaldased teadmised lubimördist (mille oli ära rikkunud nõukogude perioodi “tsemendiajastu” ja asjaolu, et tööstuslikult Eestis toodetud 2. ja 3. sordi lupja sobis kasutada peamiselt tsementmördi töödeldavuse parandajana ehk nn. plastifikaatortina) ja selle kasutamise tehnoloogiast tingisid nõ. esimese (elementaarsete) vigade laine renoveeritud fassaadidel.

Sirvides 1990-ndate esimese poole fassaadipasse (milledes peaks lisaks värvitoonidele sisalduma ka viited-nõuded krohvimördi koostise kohta) oli üldlevinud krohvimördi koostisena nõutud lubjapasta (mõeldud Saaremaa lubjapast) ja liiva segu mahusuhtena 1:3, mis paraku sageli oligi kogu informatsioon krohvi kohta. Tihti puudus seegi informatsioon, rääkimata täpsematest nõuetest täiteainele(liivale) erinevate krohvi kihtides.

Näiteks, 1994.a. kevadel koostatud/kinnitatud Lai 21/Aida 2, Tallinn hoone (kus asub hetkel Linnateater) välisviimistluse passis oli nii fassaadi seinte kui ka sokliosakrohvide kohta punktis “vajalikud tööd” kogu informatsioon: “*vana krohv eemaldada, krohvida uuesti lubikrohviga ja värvida lubivärviga.*” Edasine jäi sisuliselt juba tööde teostaja välja mõelda ja hooleks. Mõnedel ettevõtetel oli selleks ajaks lubimörtidega töötamise kogemus olemas ja neile toetudes suudeti tõepoolest võimalikke (vähemalt osasid) vigu vältida. Ettevõttel, kellel varasem kogemus puudus, võis teha ja tihti ka tegigi elementaarseid vigu. Näiteks, Lai 21/ Aida 2, Tallinn hoone välisviimistluse passis ei olnud korrektne nõue kasutada ka sokliosas lubikrohvi ja –värvi, kuna nii lubimört kui värv on sokli kui kõrgendatud niiskusega piirkonna jaoks väga ebapüsivad (ja seetõttu ka ebasobivad) materjalid. Antud hoone fassaaditööd teostas 1995.a. AS Restor, kellel oli mitmete” uute lubimörtidega” teostatud fassaaditööde näol (Tuomarikyla mõis Helsingi lähedal, Toompea lossi peafassaad ja sisehoovi fassaadid, Raekoja pl. 16/Kompanii 2, Tartu hoonefassaad jt.) varasem kogemus olemas ja töövõtja ettepanekul muudeti soklikrohvi materjal niisketes tingimustes paremini vastupidavamaks lubi-tsementkrohviks ja lubivärv silikaatvärviks. Lai 21/ Aida 2, Tallinn hoone fassaadikrohvi uuringud sisalduvad ka käesolevas töös.

Uue sajandi alguseks oli nii projekteerijate kui ka krohvitöid teostavate ettevõtete lubimörtide alased teadmised olulisel määral tõusnud, kuna oli toimunud vägagi

aktiivne sellealase informatsiooni vool põhjamaadest (peamiselt Soome, Rootsi) ning ilmunud oli ka sellealaseid kodumaiseid väljaandeid ja uurimistöid.

Näiteks, 2001.a. koostatud/kinnitatud Rahukohtu 1, Tallinn hoone fassaadipassis on informatsioon juba rikkalikum. Sokliosia “vajalike töödena” on ära märgitud: *”Olemasolev krohv soklilt eemaldada täies mahus ning pesta madalsurvelise veega. Krohvida uuesti segakrohviga valemil 2 osa tsementi, 1 osa lupja ja 9 osa liiva. Pind viimistleda siledana, kruntida silikaatkruntvärviga Hansa Silikat ning katta vesialuselise akrülaatvärviga Hansa Sokkel.”*

Selles valdkonnas teadmiste-kogemuste areng on oluliselt vähendanud “elementaarsete” vigade tegemist. Kuid Eestimaa lühike suvi, ebastabiilsed ilmastikuolud esitavad püsivate krohvimaterjalide tegemisel-saamisel kõrgendatud nõudmised ka krohvikoostisele, tööprotsessis õige tehnoloogia järgmisele ning tööprotsessi korrektsele dokumenteerimisele. Võimalike vigade vähendamiseks-vältimiseks on oluline tehtud vigade põhjuste uurimine.

Vaadeldud ajavahemikus teostatud tööde põhjal võib peamistest fassaadide lubi- ja lubitsementkrohvide ning –värvide kahjustuste põhjustest uuritud fassaadide kohta tuua välja alljärgnevad:

9.1. Liigniiskuse kahjustav mõju, mille peamised esinemispiirkonnad on:

9.1.1. fassaadide
kaitsmata- katmata
kaldpinnad ja enam
väljaulatuvad osad
(erinevad väljaasted,
konsooljad osad, ülemiste
frontoonide, kaunistus-
barjääride osad jms.)
kus niiskumise



Foto 94 Rootsi-Mihkli kiriku
niiskuv krohvikaldpind.



Foto 95 Toompea lossi külglf.
frontooni kahjustunud barjäär

koormus on oluliselt suurem. Osadel juhtudel (näiteks kaldpindade puhul nagu fotol 94) võiks fassaadi renoveerimistöodel sellised kaldpinnad üldse kõrvaldada (st. krohvida vertikaalseina), kuid vana kuju järgimiseks (nõ. “ajalooline tõde”) reeglina seda teed ei minda.

Abinõud vältimiseks:

- lokaalselt niiskusele vastupidavamate mörtide- hüdraulilise lubja või lubi-tsemendi baasil- kasutamine;

- niiskumiskoormuse vähendamiseks lokaalselt krohvi pinnal hüdrofobiseerivate ainete kasutamine eesmärgiga muuta pind vettõrjuvamaks;
- lokaalselt lubivärvist ilmastikukindlamate värvide (näiteks silikaatvärvid) kasutamine (näiteks fassaadi frontooni osadel, ülemiste barjääride osadel);
- katteplekkide suurem üleulatus ja õige ääristus (tilgamurdmine)

9.1.2. räästakarniisid, vihma- veetorude lähiümbrused, kui töö-vigadena või puuduliku haldamise tõttu vihmavee-torustikud ja räästarennid lasevad vett läbi.



Foto 96 Toompea lossi peaf. kahjustunud karniisiosa



Foto 97 Kompanii 2, Tartu nihkunud vihmatoru

Abinõud vältimiseks:

- väga oluline on hoone ekspluatatsioonis fassaadi pidev hooldus ja ilmnevate puuduste ning defektide kiire kõrvaldamine, mida paraku reeglina ei ole tehtud; koos krohvitööde teostaja poolse garantiiperioodi lõppemisega on lõppenud reeglina ka fassaadil parandus- ja hooldustööde teostamine (fotol 96 karniiskikahjustus tekkinud ja arenenud ca 10 aasta jooksul; fotol 97 defekt esineb juba ca 2 aasta jooksul, mistõttu peatselt peaks ilmnenema ka krohvi lagunemine).

9.1.3 fassaadiplekkide (akna- ja karniisiplekid) lähiümbrus, kui plekil on tööveana negatiivne kalle s.t. akna- või krohvipinna suunas, kui liiga väikese kalde tõttu püsib näiteks lumi talve perioodil pikalt plekil ning sulades-külmu-des märgab krohvi; kui pleki esiserva all tagasi pöördel puudub tilgamurdja profiil ja vesi valgub seinale).



Foto 98 Rahukohtu 1, Tallinn aknaava nurga märgumine



Foto 99 Rahuk. 3, Tallinn vahekarniisi kahjustus

Abinõud vältimiseks:

- fassaadiplekkidel töövigade vältimine (piisav kalle, piisav üleulatus krohiäärest, esiserval tilgamurdja profiil, liitekohtade veetihe ühendus) ja pidev hooldus ekspluatatsioonis (fotol 99 vahekarniisi märgumine ja krohvikahjustus pleki liitekohas ebatihedusest); fassaadiplekid on väike, kuid hoone ja fassaadi püsivuse seisukohalt tähtis detail; kuna peavad kaitsma

fassaadi väljaasteid ja horisontaalseid pindu vee saattumise eest sinna ja juhtima vett seinast piisavalt kaugemale.

- plekkidega kaetud vahekarniiside kohal, aknaavade põskedel-raamistustel krohvi pinnal hüdrofobiseerivate ainete kasutamine eesmärgiga muuta pind lokaalselt vett-



Foto 100



Foto 101

tõrjuvaks; fotodel 100, 101 näha Toompea lossi peafassaadil fassaadiplekkide kohal kuni 20 cm ulatuses teostatud hüdrofobiseerimise tulemust 10 aastat peale teostust: lubikrohv- ja värv on hästi püsinud, hüdrofoobi piir on tähistatud selle kohal krohvist intensiivselt väljaliikuva niiskuse poolt jäetud randiga.

9.1.4. soklite alaosad, kui ebapiisva hoolduse tõttu on talviti lumi vastu krohvipinda, kui vihmatorude alt on vee ärajuhtimine hoone seinast eemale puudulik või vesi valgub hoopis hoone poole

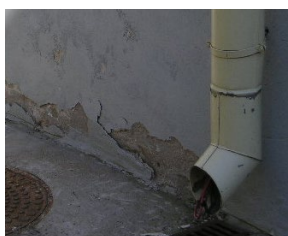


Foto102 Rahukohtu 1, Tallinn



Foto103 Kompanii 2, Tartu

Tänavapoolsed sokliosad kahjustatud lume, pritsuva vee ja talvise soolatamise poolt.

Abinõud vältimiseks:

- sokliga piirnevate kõnnitee jm. osade hoidmine pideva hoolduse korras lumevabana (fotodel 102, 103 väikese kaldega kõnniteedega piirnevad sokliosad, kus lume sulamis-jäätumistsüklid on märganud ja lõhkunud krohvi- ja värvipinda);
- tagada vihmaveetorude alt ja kogu sokli perimeetrilt sadevete äravool hoonest eemale kivipanduste, maapinna planeerimise, sadevete kanalisatsiooni või äravoolu rennidega;
- vahe (vähemalt 10 cm) jätmine maapinna ja sokli krohvipinna vahele, et maapinna niiskus ei saaks imenduda otse krohvi sisse (vt foto 104).



Foto104 Soklikrohvi ja pinnase vahe (Toomp. lossi sisehoovis)

9.1.5. soklid ja vahetult soklite kohal, kui maapinna kalle hoone poole, mistõttu sadevesi valgub hoone suunas ja märgab vundamenti; kui pinnaseniiskus tõuseb müüritises kapillaarjõudude mõjul üles ja otsib teed välja.

Foto 105 Kompanii 2, Tartu **Foto 106** Raekoja pl.20, Tartu
Niiskuse väljaliikumine lubikrohvi-värvi pinnal soklikrohvi kohal

Tüüpiline on lahendus, mil kapillaarniiskuse kui ka sadevete kahjustuste vähendamiseks on sokliosa



krohvitud mehhaaniliselt tugevama ja aurutihedama lubi-tsementkrohviga. Sellise krohvi kapillaarse hermeetilisuse tõttu otsib vesi/niiskus müüritises uusi aurustumistsoone kõrgemal, mistõttu pikeneb ülespoole ka müüritise kahjustatud tsoon [39, lk 73].

Abinõud vältimiseks:

- vähendada otseselt sokli juures sadevete pinnasesse sattumist vähendamaks pinnaseniiskuse koormust vundamendi lähedases tsoonis (vt. p.9.1.4. abinõud);
- jätta seina alumina osa krohvimata, võimaldades nii niiskusel välja aurustada võimalikult madalalt (vt. foto 107);
- p.9.1.4. kirjeldatud vahe maapinna ja soklikrohvi vahel (ca 10 cm) siiski piisavat aurustumispiirkonda pinnaseniikusele ei taga, kuna see tõuseb kapillaarjõudude mõjul kindlasti kõrgemale
- sokli krohvimine spetsiaalse “saneerimiskrohviga” **Foto 107 Toompea l. peafkroh- milles sisaldub piisavalt suuri poore soolade lades- tumiseks (st. kristalliseeruvad soolad mingi aja jooksul ei purusta krohvi struktuuri) niiskuse väljaliikumisel [39, lk 73].**
- vundamendimüüritisele väljastpoolt vertikaalse hüdroisolatsiooni tegemine. Vanade hoonete vundamentidel ei esine reeglina ei vertikaalset ega horisontaalset hüdroisolatsiooni, mistõttu vundamendi müüritis on pinnaseniiskuse sissepääsule täielikult avatud. Fassaaditööde puhul tavaliselt töomahukat ja mitteodavat vundamendi vertikaalhüdroisolatsiooni teostust ette ei nähta. Millegi pärast on see olnud tööde tellijate (hoone omanike) jaoks koht, mille arvelt raha kokku hoida. Viimasel ajal on vanade hoonete kompleksetes rekonstrueerimis projektides siiski vundamentide väline lahtikaeva mine ja hüdroisolatsioon reeglina ette nähtud. Fotol 109 fikseeritud Lai 43, Tallinn hoone sisehoovis



Foto 108 Stenbocki maja all vundament enne võõphüdrois. teostust (suvi 1997, AS Restor)

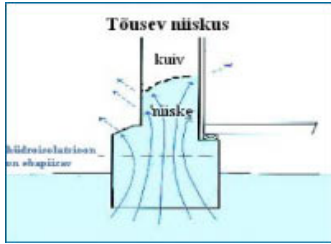


Foto 109 Lai 43, Tallinn hüdroisolatsioonitööd (suvi 2005, teostus AS Restor)

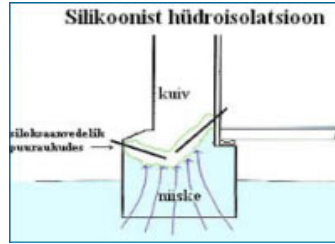
paekivist vundamendi hüdroisolatsiooni pealekandmine käesoleva aasta augustis (kasutati saksa materjalitootja Remmers kahekomponentset võõphüdroisolatsiooni).

- vundamendimüüritises horisontaalse tõkke loomine kapillaarniiskuse tõusu takistamiseks;
- puuraukmeetodil- seinamüüritisse puuritakse sobivale kõrgusele teatud kindla vahemaa tagant augud, millesse injekteeeritakse madalsurvel või loomulikult teel spetsiaalset vedelikku-lahust või silikooni, mis imendudes ja kivistudes

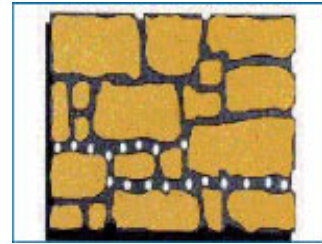
müüritises moodustab kapillaarniiskuse tõusule kaitsetõkke (põhimõtteline toimimise skeem- vt. joonised 88, 89, 90) [40].



Joonis 88 Kapillaarniiskuse tõus vundamendis



Joonis 89 Puuraukmeetodi põhimõtteline skeem



Joonis 90 Müüritise vuukidesse moodustub niiskuskindel kiht



Foto 110 Harju Maakohtu hoone vundamendi isolatsioonitööd (OÜ Langeproon IE)

Sellealaste toodete valik on küllaltki suur. Toote toimimise ja paigalduspõhimõtte näitena OÜ Langeproon Inseneriehitus poolt tarnitav-paigaldatav toode- *Solignum E1414 DPC Fluid* (lahusti baasil injektatsioonivedelik, müüritisse puuritavate aukude diameter 10...13 mm, samm ca 150 mm, augu sügavus 75mm väiksem müüritise paksusest; paksu müüritise korral puurida mõlemalt poolt; augud puuritakse kas horisontaalselt mürdi sisse või kui mürdi on puke ja head hüdroisolatsioonikihti ei ole võimalik saavutada, siis 25...45 kraadi vahelise nurga all otse tellismüüritisse; tavaliselt paigaldus madalsurvel 350 kPa, tellisesse 700 kPa) [40].

Puuraukmeetod on efektiivne korrapärase, tehiskiviga müüritise korral, mil on võimalik suhteliselt täpselt tabada vuugimürdi läbi müüritise. Ebakorrapärase looduskivist (näit. paekivi) müüritise korral on niiskuskindla kihi tagamine keerulisem ja mõistlik on teha ebamäärastes piirkondades topeltkihte (vt. joonis 90).

- Roostevaba profiilse metallplaadi lööksurumine müüritise vuuki (vt fotod 111, 112, 113) - võimalik ühtlase vuugi puhul näiteks tellismüüritistes [41].

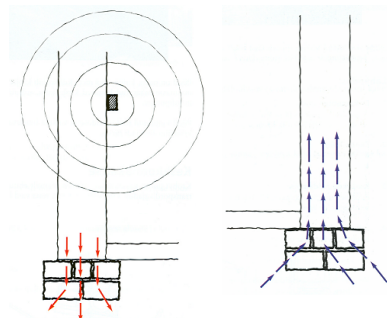


Fotod 111, 112, 113

spetsiaalse elektroonilise seadme kasutamine, mille abil saab kapillaarniiskus nõrkade elektromagnetlainete mõjul aeglaselt suunata vastupidises suunas müüritisest välja (vt joonis__).

Vanade hoonete puhul on elektrooniline kuivatamine ainuke võimalik vahend maapinnast müüritisse imenduva pinnaseniiskuse peatamiseks ja tagasitõrjumiseks ilma sissemurreteta müüritisse.

Joonis 91 Niiskuse väljasuunamine müürist elektromagnetlainetega [12, lk 44]



Seda tüüpi tooteid pakuvad paljud firmad (Skandinaavias ja Euroopas), millede efektiivsus on siiski erinev. Esineb nii positiivseid kui ka negatiivseid sellealaseid näiteid. Seetõttu on mõistlik sellise meetodi valikuks eelnevalt konsulteerida ettevõtetega, kellel on sellealanepositiivne praktiline kogemus.

9.1.6 fassaadide pinnad tervikuna, kui fassaadile otse sajab; kui kõrge õhuniiskuse korral veeaur kondenseerub külmadele kivipindadele ja küllastab krohvpinna veega. Selline olukord saab tekkida näiteks veebruaris-märtsis, mil päevane õhutemperatuur, tänu juba kõrgemalt käivale päikesele, võib olla öisest oluliselt kõrgem. Päevasesse soojenenud õhku mahub enam niiskust auruna, millest osa kondenseerub välja õhu kokkupuutepinnal külmema seinakonstruktsiooniga.

Kui sadevesi või kondenseerunud vesi ei jõua enne külmumist oluliselt aurustada või imenduda alusmüüritisse ja jääb krohvi, võib vee külmumine krohvitühemikes tekitada kahjustusi [29, lk 12].

Lubikrohvitud ja -värvitud fassaadipinna niiskusega küllastumise tunneb ära iseloomuliku lapilisuse järgi (vt. foto 114), sünteetiliste värvidega kaetud fassaadi pinna vesise läike järgi.



Foto 114 Toompea lossi peaf. niiskusest küllastunud pind

Abinõud vältimiseks: kuna erinevate niiskumisallikate poolt sattub krohvi pidevalt vett, on vajalik tagada krohvi õige koostis ja pinnatöötlus, et märgunud krohv kuivaks võimalikult kiiresti. Niiskumise ja kuivamise kiirust mõjutab pooride suurus krohvis.

- Kui krohvis on rohkesti suuri poore, pääseb vesi kergelt krohvi sisse. Kui krohvikihit on küllaltki paks ja alumised krohvikihid ei ole pealmisest tihedamad, imendub vesi edasi, vähendades pinnakihi veega küllastumist ja seega ka riski jäätumisel krohvi pinnakihi struktuuri purustamist. Suurte pooride suurem osakaal tõstab ka krohvi külmumiskindlust [26, lk 81].
- Kui suurte pooridega krohvikihit on õhuke ja selle all on vett halvemini imav alusmüüritis (näiteks paekivist) või tsementsegu, jääb pinnakrohv veega küllastunuks ja oht külmakahjustuste tekkeks on olemas.
- Kui krohvipoorid on põhimahus peened, tungib vesi krohvi sisse ja kuivab ka välja aeglasemalt. Sellisel juhul on alusmüüritis kaitstud sinna vee sattumise eest paremini, kuid jäätumise korral on sellisel juhul löögi all krohvkate [26, lk 81].

Kokkuvõtteks võib öelda, et fassaadipindade niiskumisest krohvi- ja värvikahjustused võivad olla tingitud:

- sademetest;
- pinnaseniiskusest;
- ehitusniiskusest;
- hüdrokoopsest niiskusest;
- kondenseeruvast niiskusest;
- töövigadest või hoone süstemaatilise hoolduse puudumisest

Niiskuse transport seinamüüritises ja krohvikihis toimub [42]:

- kapillartõusu mõjul;
- veeauru osarõhkudest tekitatud difusiooni tõttu;
- koos õhuvooludega

9.2.Soolade kahjustav mõju.

Vees lahustuvad soolad sattuvad müüritisse koos pinnaseniiskusega, mis liigub müüritises kapillaartõusu mõjul ning kristalliseeruvad seal, kus on vee/niiskuse jaoks



kõige soodsamad aurustumis- *Foto 115 Toompea lossi külgl.* *Foto 116 Kompanii 2, Tartu piirkonnad (ehk krohvi pinna-* *soolakahjustus soklikrohvi kohal ja soklil* lähedastes tsoonides). Krohvi pooridesse väljakristalliseeruvad soolad purustavad mehhaaniliselt suhteliselt pehmed lubikrohvid või väikese tsemendisisaldusega lubi-tsementkrohvid. Kui sadestunud soolad on tugevalt hügrokoopseid, põhjustab see lisaks ka kristallisatsiooniprotsessi muutumist sõltuvalt igakordsest õhuniiskusest ja lubikrohvi kiiret purunemist [39, lk 70].

Abinõud vältimiseks:

Senini ei ole õnnestunud veel välja töötada lihtsaid meetodeid müüritste sooladest vabastamiseks, mistõttu saame rääkida abimeetmetest, mille abil saab vähendada soolade poolt põhjustatud kahjustusi.

- Alustada tuleb proovide võtmisega müüritises (räägime peamiselt sokliosast) niiskuse-, soolasisalduse ja koostise määramiseks, mille alusel saab hinnata soolade võimaliku kahjustava mõju suurust.
- Võimalusel teha vundamendi täiendavad tihendamised horisontaal- ja vertikaaltsoonides pinnaseniiskuse müüritisse sattumise ja kapillaarjõudude mõjul liikumise vähendamiseks (vt. p.9.1.5);
- Sokliosast (näit. ca 0,5 m kõrguselt) jätta alusmüüritis krohvimata. See on reeglina kõige intensiivsem kapillarniiskuse aurustumis- ja seetõttu ka soolade väljakristalliseerumise piirkond. Müüritise pinnale ilmuvad “soolahabemed” saab aeg-ajalt ära pühkida.
- Saneeriva krohvkattesüsteemi kasutamine. Saneerimiskrohvid on vastavlt standardile tehaslikult toodetud kuivkrohvidega, millel on:
 - kõrge poorsus (kivistunud mördi pooride maht üle 40%);
 - sisemise hüdrofobiseerimise tõttu reguleeritav kapillaarne veeimavus;
 - pooride suure mahu tõttu suurem veeauru läbilaskvus ja kuivamiskaldvus.

Sellises krohvis asub vee aurustumistsoon krohvikihis, mitte pealispinnal. Krohv toimib kompressina, mille suures pooride mahus saavad soolad ladestuda ja säiluda, jättes pealispinna soolavabaks ning kahjustusjälgedeta [39, lk 72].

Saneerimiskrohvi eluiga sõltub müüritises niiskuse ja soolakonsentratsiooni suurusest, võides ulatuda õige krohvisüsteemi valiku korral mitmekümnete aastateni.

Vanade hoonete fassaadide uurimisel ongi krohvikahjustuste peamiseks piirkonnaks sokliosad. Seda probleemi ei oleks kui Tallinnas ja Eestis üldse oleks soklid tehtud mingist looduskivist (näit. graniit, tahutud paekivi). Paraku piirkonna vaesus seda ei võimaldanud, mistõttu on ka soklite viimistlemisel kasutatud nõ “vase mehe kivi” ehk krohvi. Rohke krohvisoklite olemasolu ja nende soklite tõsised kahjustused nõuavad vanadel, arhitektuurimälestiste nimekirjas olevate hoonete jaoks selles osas mingit konseptuaalset lahendust, mis tagaks soklikrohvi pikemaajalise püsimise, aga ka asjaga seotud erinevate huvigruppida ja ametite aktsepteeringu. On tõsiasi, et kaitse all olevate hoonete puhul ei soosi muinsuskaitse ringkonnad saneerimiskrohvide kasutamist, kuna neis on kasutatud sideainena peamiselt portlandtsementi (vähemal määral ka putsolaantsementi või hüdraulilist lupja). Kõrge niiskumis- ja sooldumiskoormusega piirkondades tuleks (kuna need on reeglina fassaadi kogupinna suhtes ka lokaalse suurusega) traditsionaalne krohvikooistis (kui ta seal ikka ei püsi) teisejärguliseks jätta, primaarseks aga võtta krohvi pikaajalisuse ja sellega ka selle piirkonnahea üldilme tagamine. Saneerivaid krohve tuleks Eestis vanade hoonete fassaadide sokliosade renoveerimisel oluliselt julgemalt kasutada.

Saneerimiskrohvide tootjaid-müüjaid on Euroopas palju. Eestis on levinuimad saksa ettevõtte, näit. Remmers jt. sellealased tooted.

9.3. Hoone vajumise, konstruktiivse liikumise mõju

Vanadel hoonetel võib tekkida hoone müüritises konstruktiivseid pragusid, mis läbivad ka krohvikihi. Pragusid esineb ka mitte ammu kompleksse rekonstrueerimise läbi teinud hoonetel. Kuna rekonstrueerimistöode käigus muudetakse tihti hoonete



koormuspilti (vanad puittaladel olnud vahelaed asendatakse betoonvahelagedega jms), mistõttu konstruktiivsed liikumised toimuvad mõni aeg peale tööde lõpetamist.

Sellised praod ei ole lubikrohvi ja värvi puhul krohvi-

Foto 117 Kompanii 2, Tartu

materjalile ohtlikud ,kuna praost krohvi sattuv vesi Konstruktiivsed praod läbi krohvi kuivab sealt ka kiiresti välja [11, lk 41]. Häirivad on nad fassaadi esteetilisuse seisukohalt. Kui pinnakatteks on piiratud auruläbivusega sünteetiline värv, on pragude kaudu krohvi sattuva vee väljakuivamine takistatud, millest võivad tekkida kahjustused.

Abinõud vältimiseks.

Vajalik on tagada vanade hoonete konstruktiivne stabiilsus, eelkõige puudutab see vundamente (millest reeglina kõik vajumised algavad). Konkreetsemalt on vaja teostada vundamentide ja nende aluse pinnase põhjalikud uuringud, et nende põhjal välja töötada võimalikud abinõud hoone stabiilsuse tagamiseks. Nii on näiteks teada, et Tartu kesklinna vanad honed on ehitatud puitparvedele, mis töötavad hästi niikaua, kuni on vee keskkonnas. Kuna aga põhjavee tase on aastasadadega alanenud, on parved täielikult või osaliselt jäänud kuive- masse tsooni ning on hakanud kõdunema. See väljenuub vanade hoonete vajumispragudes, ka. ka uuritud, Raekoja pl.16/Kompanii 2, Tartu hoonel (vt. foto 118).



Tallinnas võib näitena tuua Toomkooli 2/Lossiplats 3 hoone. Hoone kompleksne rekonstrueerimine teostati ajavahemikus 1998...2000.a. AS Restor poolt. Hoone toetub osaliselt otse

*Foto 118 Toomkooli 2, Tallinn
vajumispraod soklis (okt.2005)*

paekivile, osaliselt aga oluliselt pehmemale pinnasele, millega on täidetud hoone alt läbi jooksva vana paemurru süvis. Osaliselt hoone all oleva nõrgema pinnase tõttu olid müüritistes tõsised vajumispraod. Tellijale tehti ettepanek kogu hoone ühtlaselt toetada mikrovaiade abil kindlalt kandvale pinnasele. Tellija hindas viimatööde maksumuse liiga kalliks, piirduti ainult osade hoonealuste piirkondade allavundeerimisega, mis küll leevendasid vajumisprobleeme, kuid ei kõrvaldanud neid. Hoone liikumine on jätkunud ja 1999.a. teostatud fassaadil on tänaseks tekkinud rohkesti mikropragusid, sokli piirkonnas ka suuri pragusid. Kuna sokliosade on täiendavalt suures ulatuses kahjustunud ka väljaliikuvate soolade mõjul, on hoone fassaadi terviklik visuaalne pilt küllaltki halb. Siinkohal võib rõhutada, et terve soklipiirkonna täielik uuskrohvimine on juba üks kord teostatud, aastal 2002.

Lähedal asuva, Kohtu2/Piiskopi2/Pikk Jalg 16 hoone (mille alt jookseb sama, täidetud vana paemurru süvis läbi) toetus mikrovaiadega teostati kogu vundamendile 2002.a. Täna on hoone välisilme väga hea, nähtavad üksikud lokaalsed praod.

9.4. Mõrdi koostise, krohvimistehnoloogia järgimise vead:

9.4.1. *aluspinna puudulik ettevalmistus*- krohvkatte püsivuse seisukohal on ülioluline hea nake aluspinnaga. Vajalik aluspinnd korrektselt puhastada vana krohvi jääkidest, tolmust, mustusest, huumusest jne. (efektiivseim madalsurve vesipesu).



Lubikrohvi korral soovitatav enne krohvimist niisutada alus- **Foto 119 Näituse2, Tartu**
pinda nõrga lubiveega, et kuivem aluspind ei imaks värsket krohvipraod seines
mördist liialt niiskust välja, mis omakorda aeglustaks kivistumist ja ka hea nakke teket. Augud, lõhed, sügavad vuugid jms. on vajalik täita soovitavalt jämeda, 3...6 teralisuse kiudlubimördiga ja katta piisava ülekattega tsingitud raabitsvõrguga. See tagab ühtlase sisseviske-täitekihi.

4.2. *liiga paksude krohvikihitde* korraga pealekandmisel võib krohvikihiti tekkida pragusid, tühemikke. Krohvikihiti tohib peale kanda sellise paksusega, mis materjaliliigist sõltuvalt võrdub maksimaalselt tera 6...8 kordse suurusega, maksimaalselt kuni 25 mm. Kindlasti peavad uue kihi pealekandmisel olema sulgunud alumise kihi kahanemispraod, mis võib ilmastikutingimustest sõltuvalt võtta ca 1...3 päeva.

4.3. *vale teostusaeg*, reeglina liiga hiline (sügiskuudel) teostus ilma soojakambrita. Sügisene kõrge õhuniiskus on vee eraldumine krohvist ja sellest sõltuv, lubikrohvi kivistumiseks vajalik süsinikdioksiidi CO₂ juurdepääs takistatud. Kui krohvi läbiv kivistumine-karboniseerumine ei jõua toimuda krohvi pealekandmise aastal, on oodata järgneval talvel toorete kihtide külakahjustusi. Käesoleva punkti täpsem käsitus – vt. peatükk “Ilmastikumudel”.

4.4. *krohvimõrdi koostise vale ülesehitus*, mil müüritise aluspinnast väljapoole on nõrgemale mördile krohvitud peale tugevamat mörti.

10. KOKKUVÕTTED,
JÄRELDUSED.

1. Kohalikel koostismaterjalidel (sideained, täiteained, lisandid) baseeruvate lubimörtide- ja krohvide uuringuid on Eestis tehtud väga vähe. Toetudes olemasolevatele kirjandusallikatele ja kasutatud mörtide analüüsile, esineb lubimörtide- ja krohvide väljatöötamisel ajalooliste ehitiste ja rajatiste jaoks palju pinnapealsust ja juhuslikkust.

Teostatud laboratoorsed uuringud käsitlevad lubi- ja lubitsementmörte müüritise ladumiseks ning müüriuvukide konserveerimiseks. Täielikult puuduvad uurimused (nii laboritingimustes kui välitingimustes fassaadidel) kohalikel materjalidel baseeruvate mitmekihiliste krohvkatete kohta.

2. Krohvi seisukorrauuringud teostati 12-l ajalooliste hoonete (arhitektuurimälestised) fassaadidel Tallinnas ja Tartus:

- 2.1. Toompea lossi peafassaad (Lossi plats 1A, Tallinn);
- 2.2. Toompea lossi külgfassaad (Lossi plats 1A, Tallinn);
- 2.3. Stenbocki maja Toompeal (Rahukohtu 3, Tallinn);
- 2.4. Linnateatri hoone Tallinnas (Lai 19/Aida 2);
- 2.5. Rootsi-Mihkli kirik Tallinnas (Rüütli 7/9);
- 2.6. elamuhoone Toompeal (Kohtu 2/Piiskopi 2/Pikk Jalg 16, Tallinn);
- 2.7. büroohoone Toompeal (Rahukohtu 1, Tallinn);
- 2.8. büroohoone Tallinnas (Juhkentali 58);
- 2.9. pangahoone Tartus (Raekoja plats 20);
- 2.10. büroohoone Tartus (Raekoja pl. 16/Kompanii 2);
- 2.11. büroohoone Tartus (Raekoja pl 12)
- 2.12. büroo- ja elamuhoone Tartus (Näituse 3)

3. Restaureerimisfilosoofia nõuab ajaloolistel hoonetel restaureerimismördina kasutada originaalmördile nii koostiselt kui toonilt võimalikult lähedast mörti. Uuritud 12-st fassaadist teostati originaalkrohvi koostise laboriuuringud 5-l fassaadil ehk 42%-l (vt. tabel 26 veerg 16), mille alusel doseeriti nende fassaadide restaureerimiskrohvi koostis. Ülejäänud 7-me fassaadi krohvide koostise aluseks olid subjektiivne hinnang, mis baseerus originaalkrohvi visuaalsel vaatlusel, mehhaanilise tugevuse määramisel lihtvahenditega ning tööde ajaperioodil (st – mida enam sügis-talv, seda enam tsementi).

4. Uuritud fassaadide uuskrohvid jagunevad erinevate sideainete (traditsiooniline lubjapasta, tööstuslik lubi, tsement) sisalduse alusel kolme põhigruppi:
 - 4.1. *puhtad lubikrohvid*, millega on krohvitud 4 uuritud fassaadi; lubikrohvide koostised varieeruvad lubja ja liiva massisuhtel 1 : 5,8...8,1 (vt tabel 25 read 1-4);
 - 4.2. *väikese tsemendisisaldusega (sisseviskekihi) lubikrohvid*, millega on krohvitud 4 uuritud fassaadi; sisseviskekihi lubitsementkrohvide koostises varieerub lubja:tsemendi: liiva massisuhe 1 / 0,2; 0,7 / 6,7...8,1; teiste krohvikihide lubikrohvide koostises varieerub lubja: liiva massisuhe 1 : / 4,8...10,6 (vt tabel 25 read 5-8);
 - 4.3. *lubitsementkrohvid*, millega on krohvitud 4 uuritud fassaadi; lubitsementkrohvide koostises varieerub lubja:tsemendi: liiva massisuhe 1 / 0,25...1 / 4,4...12,4 (vt tabel 25 read 9-12).
5. Uuritud fassaadide krohvides on kasutatud alljärgnevaid koostismaterjale:
 - 5.1. *sideained*: saaremaa lubjapasta (krohvilubi), harilik portlandtsement CEM I 42,5 N (AS Kunda Nordic Tsement), valge portlandtsement CEM I 52,5 N (Aalborg Portland A/S, Taani); kustutamata lubi CL 80-Q(PL) (AS Nordkalk, Rakke), kustutatud lubi (AS Zabudova, Valgevene);
 - 5.2. *täiteained*: Männiku jäme- ja peenliiv (AS Silikaat); Kiiu jäme- ja keskmine liiv (OÜ Kiiu Soon), Piusa klaasiliiv, sõelutud kuivliivad - fraktsioonid 0,63...2 mm; 0...0,8 mm; 2...6 mm (AS Silikaat); Kukemetsa liiv;
 - 5.3. *lubi-liiv pooltooted*: lubiliivsegu, (AS Silikaat), lubiliivsegu (OÜ Kaubeton).
6. Uuritud fassaadide krohvitööde teostus toimus 10-1 fassaadil suveperioodil ajavahemikus: algusega mai...juuni ja lõpuga august...september. 2-1 fassaadil (p.2.2. ja 2.7.) lõpetati krohvi-ja värvimistööd talvel, tööde lõpetamisel kasutati "soojakambreid".
7. Ilmastikutingimused (temperatuur, õhuniiskus, sademed, päikesepaiste intensiivsus) mõjutavad otseselt krohvimõrdi kivilinemise kiirust. Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi (EMHI) ilmastikutingimuste väljavõtete alusel (päevane/öine keskmine temperatuur, päevane/öine keskmine suhteline niiskus, sademete hulk, keskmise päikesepaiste hulk tundides päevast) arvutati Tallinna

1994, 95, 98, 99, 01, 02 aastate ja Tartu 1994, 95, 02, 03 aastate vastavate näitajate keskmised tulemused ajaperioodile aprill – oktoober.

7.1. krohvitöödega võib alustada aprilli teisel poolel, mil ööpäevane keskmine temperatuur tõuseb kõrgemale $+5^{\circ}\text{C}$ -st (vt joonis 80, 84);

7.2. kõrgendatud tähelepanu tuleb krohvitööde ajal fassaadipinna kaitsemiseks otseste sademete eest pöörata:

- Tallinnas mais, juunis ja juulis (sajab enam kui 11-l päeval, sademete hulk on kõrgem kui 70 mm/kuus) (vt joonis 82);
- Tartus mais ja juunis (sajab enam kui 10-l päeval, sademete hulk on kõrgem kui 70 mm/kuus) (vt joonis 86);

7.3. kõrgendatud tähelepanu tuleb krohvitööde ajal fassaadipinna kaitsemiseks otsese päikesepaiste eest pöörata:

- Tallinnas mais, juunis ja juulis, mil otsese päikesepaiste hulk ööpäevas on enam kui 10 tundi (vt joonis 83);
- Tartus mais, juunis ja juulis, mil otsese päikesepaiste hulk ööpäevas on enam kui 9 tundi (vt joonis 87);

7.4. et lubikrohv jõuaks enne talve piisavalt karboniseeruda, on vajalik meie ilmastikuoludes krohvitööd lõpetada hiljemalt 31.-ks juuliks; absoluutselt hiliseim krohvitööde lõpuaeg (soovitavalt lõunapoolsetel fassaadidel) võib olla u 15. august. (vt p. 8.3.).

8. Uuritud fassaadide krohvikahjustuste peamiseks põhjusteks on (vt tabel 26):

8.1. *liigniiskuse mõju* (vt p. 9.1), mille kahjustusi esines:

- räästa- ja frontoonipiirkonnas – kõikidel fassaadidel (100%-l);
- sokliipiirkonnas – 10-l fassaadil 12-st (83%-l);
- akna-, vahekarniiside plekkide ja vihmaveetorude lähipiirkonnas – 9-l fassaadil 12-st (75%-l);

8.2. *väljaliikuvate soolade kahjustav mõju* (vt p. 9.2), mille kahjustusi esines 8-l fassaadil 12-st (67%-l). 4-l või vähemal fassaadil 12-st (33%-l või vähemal) esines tööde ajal ebasobiva ilmastiku, hoone konstruktiivse liikumise mõjudest, krohvi koostise ja krohvimis-värvimistehnoloogia vigadest põhjustatud kahjustusi.

Olulised on fassaadide *puudulikust hooldusest* tingitud krohvi- ja värvikahjustused, mis esinesid 9-l fassaadil 12-st (75%-l).

9. Ajaloolistel kivihoonete fassaadidel krohvi- ja värvitööde teostamine nõuab põhjalikumat eeltööd, kui seda senini on tehtud. Mõistlik ja vajalik on koostada "fassaadiprojekt", kus kindlasti peaks sisalduma:

- siiani fassaadipassides sisalduv informatsioon;
- igal konkreetsel fassaadil originaalmördi uuringutulemused ja selle alusel doseeritud restaureerimismördi koostis;
- alusmüüritise niiskuse- ja soolasisalduse uuringud;
- nõuded tööde ajaperioodi kohta;
- fassaadide korduvvigade alusel tehtud ohtlikemate piirkondade kaardistus ja abinõud nendes piirkondades krohvi püsivuse tagamiseks, vajadusel erisegude ja ettenägemine.

10. Edaspidi on vajalik uurida (nii laboratoorselt kui ka välitingimustes) konkreetselt fassaadide mitmekihilisi krohvisüsteeme, nende püsivusele olulisi näitajaid, näiteks:

- 10.1. nakketugevust alusmüüritise ja krohvi vahel ning krohvi eri kihtide vahel;
- 10.2. niiskustehnilist koostööd eri materjalidest alusmüüritise, krohvkatte ja värvi vahel;
- 10.3. lubikrohvide karboniseerumise (kivinemise) kiirust välitingimustes, sõltuvalt ilmastikutingimustest (temperatuur, õhuniiskus, sademete- ja päikesekoormus);
- 10.4. töötada välja kohalikel materjalidel baseeruvaid lubikrohvi süsteeme ajalooliste kivihoonete jaoks;
- 10.5. jätkata ajalooliste kivihoonete krohvide koostise kohta informatsiooni kogumist.

Käesolevat töös on lisaks tekstilisele osale 119 fotot, 91 joonist ja 26 tabelit.

SUMMARY

VIIDATUD
KIRJANDUS

1. Restaureerimise põhimõtted, ehitustehnoloogia ja materjalid. Artiklid rootsi ajakirjast „Kulturmiljövard”. Central Board of National Antiquities, Sweden, 1997.
2. Hain, A., Rosenberg, M. jt. Aruanne lubimörtide koostisest ja kasutamisest konserveerimis- ja restaureerimistöodel. TTÜ ehitustootluse instituudi ehitusmaterjalide katselaboratoorium, Tallinn, 1999.
3. Boyton, R. Химия и технология извести. Стройиздат, Москва, 1972.
4. Eesti Entsüklopeedia, köide 9 - teatmeteos. Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn, 1996.
5. Eesti Entsüklopeedia, köide 8 - teatmeteos. Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn, 1995.
6. Ruskin, J. The Seven Lamps of Architecture – The Lamp of Memory. Century Hutchinson Ltd, London, 1988.
7. Pevsner, N. Ruskin ja Viollet-le-Duc. Inglaslikkus ja prantslaslikkus gooti arhitektuuri hindamisel.
8. Jokilehto, J. A History of Architectural Conservation. Butterworth-Heinemann, Oxford, 1999.
9. Hindmark, O., Holmström, I. Kalkputs 2. Historia och teknik – redovising av kunskaper och forskningsbehov. The Central Board of National Antiquities and The National Historical Museums, Stockholm, RAÄ 1984:4.
10. Marmor, H. Soovitusi ehitusmörtide kasutamiseks ajalooliste ehituste restaureerimisel. ÖÜ ETUI BetonTEST, Tallinn, 2001.
11. Kaila, P. Majatohter II osa. Kirjastus „Ehitame”, Tallinn, 1999.
12. Åkesson, K., Täheväli-Stroh, L. Lubimört 1. Praktilisi juhiseid lubivärvi ja –mördiga töötamiseks. ECS-Teknik AB, Stockholm, 2003.
13. Eesti Paas. Pärandi hoidmine. VI Paekonverents Sagadis. Eesti Paeliit, 1999.
14. Rusconi, G.A. I dieci Libri d'Architettura, Venetia, 1660.
15. Eesti Entsüklopeedia, köide 9 - teatmeteos. Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn, 1996.
16. Binding, G. Der mittelalterliche Baubetrieb in zeitgenössischen Abbildungen. Germany, 2001.
17. Eesti Entsüklopeedia, köide 10 - teatmeteos. Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn, 1998.
18. Eesti Entsüklopeedia, köide 1 - teatmeteos. Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn, 1985.
19. Рошефоръ, Н. Урочное положение, Петроградъ, 1918.
20. Eesti Entsüklopeedia, köide 5 - teatmeteos. Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn, 1990.
21. Bölau, K. Tavalisemate meil püstitavate hoonete ehituskonstruksioonidest ja nende omavahelisest suhtuvusest. „Tehniline Kirjastus”, Tallinn, 1938.
22. Klotšanov, P., Suržanenko, A., Edinov, J. Viimistlustööd- käsiraamat. Kirjastus „Valgus”, Tallinn, 1969.
23. Diderots encyklopedia. Paris, 1762.
24. Biermann, V., Klein, B.B., Evers, B. jt. Architectural Theory from the renaissance to the present. Tashen, Köln, 2003.

25. Eesti Entsüklopeedia, köide 7 - teatmeteos. Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn, 1994.
26. Konow, T. Restaurering och reparation med puts- och murbruk. Åbo Akademis förlag, Vammala, 1997.
27. Raado, L. Lubisideaine.Loengukonspekt.
Kättesaadav: www.ttu.ee/tootlus/Raado/
28. Ehituslubi. Eesti Standard. Eesti Standardikeskus, ametlik väljaanne, Tallinn 2000.
29. Uuetalu, A. Lubimörtide püsivusomaduste parandamise võimalused. TTÜ, Ehitustootluse instituut, 2003.
30. Tooted, tehniline info: normaaltsement CEM I 42,5 N. AS Kunda Nordic Tsement –
kättesaadav: www.knc.ee
31. Products, documentation: Aalborg White^o cement. Aalborg Portland A/S – kättesaadav:
www.aalborg-portland.dk
32. Products, quicklime. Nordkalk AS – kättesaadav: www.nordkalk.com
33. Kõiv, M., Raudkivi, P. Keskaeg. Tallinn, 1996.
34. Ehitusliivad. AS Silikaat – kättesaadav: www.silikaat.ee
35. Ehitusliivad. OÜ Kiiu Soon – kättesaadav: www.kiiusoon.ee
36. Katseprotokoll Nr. 384/01. TTÜ, Katsekoda, 2001.
37. Katseprotokoll Nr. 386/01. TTÜ, Katsekoda, 2001.
38. Hain, A., Nurm, V. jt. Konserveerimis- ja restaureerimistöodel kasutatavate lubi- ja segamörtide koostise ja püsivuse uurimine.TTÜ, Ehitusmaterjalide katselaboratoorium, 2000.
39. Weber, H. Saneerimiskrohvid 20 aastat pikaajalises kasutuses – kogemuste valdkond.
40. Tooted, Solignum E1414 DPC Fluid – kättesaadav: www.langeproon.ee
41. Technologie HW-System. Haböck&Weinzierl – kättesaadav: www.hw-system.de
42. Reinpuu, R. Miks majade fassaadid lagunevad? Ehituskeskuse koolitusseminar, 10.02.2005, Tallinn.
43. Hindersson, G. Kalk – och kalkcementbruk. Invändig puts på betong. Rapport nr. 46. Stockholm, 1958.
44. Sandin, K. Putsens inverkan på fasadens fuktbalans. Lund, 1980.
45. Sandin, K. Puts- och ytsiktsproblem-vetenskap, hypoteser och praktisk erfarenhet. Lund, 1983.
46. Sandin, K, Lindqvist, J-E., Sandström, H. jt. Analysis of old lime plaster and mortar from Southern Sweden. Swedish National Testing and Research Institute, 1993.
47. Perander, T. Ancient and modern mortars in the restoration of historical buildings. Espoo, 1985.
48. Dührkop, H., Saretok, V jt. Bruk, murning, putsning. Handbok nr 1. Stockholm, 1966.
49. Kättesaadav - www.europanostra.org/lang_en/awards_2002/hidemark.html

LISAD

PERSOONIDLISA 1

1. **Vitruvius** – Marcus Vitruvius Pollio (u 1. sajandil e.Kr), Antiik-Rooma arhitekt ja insener, terviklikult säilinud teoses „*De architectura libri decem*” (u 25 a eKr) on kokku võetud Rooma riigi aegsed tehnikaalased teadmised [17, lk 468].
2. **Ruskin, John** (1819-1900), inglise kirjanik, kunstiteadlane ja arhitektuurikriitik; oli hea kõnemees, konserveerimisteoreetik ja sügavalt usklik inimene; 1870-79, 1883-84 Oxfordi ülikooli professor; hindas kõrgelt keskaegset kõrggootikat; rõhutas looduse, tunde ja eetilise alge olulisust kunstipärandis ja kunstis; tunnustatud arhitektuurialased teosed: *Seven Lamps of Architecture* (1849), *The Stones of Venice* (3 köidet, 1851-53), *Lectures on Architecture and Painting* (1854) [4, lk 246].
3. **Viollet-le-Duc, Eugène Emmanuel** (1814-1879), prantsuse arhitekt, arhitektuuriajaloolane, restauraator ja suur praktik; töötas aastast 1853 ehitismälestiste peainspektorina 1857 aastast arhitektina; teostas ja juhtis üle saja ehitismälestise restaureerimist, taastas mitmed neist algsel kujul (Notre-Dame, Amiens'i katedraal, Carcassone'i linnus jt.); nagu Ruskin'gi oli vaimustuses keskaegsest kõrggootikast; rõhutas arhitekti geeniusse põhirolli restaureerimisel ja ehitamisel, osutas arhitektuurivormide sõltuvusele materjalist ja konstruktsioonist; olulisemad teosed: *Dictionnaire raisonne `de l'architecture francaise du XI au XVI siècle* (10 köidet, 1854-68), *Entretiens sur l'architecture* (1863, 1872) [17, lk 449].
4. **Brandi, Cesare** (1906-1988), itaalia kunstiajaloolane, -kriitik ja restaureerimisteoreetik; oli kunstiteoste kaitse, kontrolli ja restaureerimisega tegeleva „Istituto Centrale del Restauro” (ICR) asutaja ja esimene direktor Roomas aastatel 1939-1959; tema restaureerimisteooriad on kokku võetud „*Teoria del Restauro `s, I-III*” (1963).
5. **Alberti, Leon Battista** (1404-1472), itaalia vararenessansi arhitekt ja kunstiteoreetik; osutas suurt tähelepanu Antiik-Rooma kunstipärandile ja kavandas seda järgides uut tüüpi paleesid ja kirikuid; olulisemad teosed: *Kaks raamatut maalikunstist* (1436), *Skulptuurist* (1464), *Kümme raamatut arhitektuurist* (1452) [18, lk 132; 24, lk 22-24].
6. **Palladio, Andrea** (1508-1580), itaalia hilisrenessansi arhitekt, oli Antiik-Rooma arhitektuuri suur austaja ja järgija; taotles hoone vormi selget liigendust, rangust ja proportsioonikooskõla; oluliseim teos: *Neli raamatut arhitektuurist* (1570) [24, lk 110-112; 25, lk 162].
7. **Hidemark, Ove**, rootsi arhitekt, restaureerimisteoreetik ja praktik; nii Rootsi kui Põhja-Euroopa restaureerimiskonseptsiooni pioneer ja võti 20. sajandi teisel poolel; alates 1962.a. alanud arhitektipraktikas on olnud vastutav mitmete Rootsi oluliste arhitektuurimälestiste restaureerimise eest (näit. Kuningaloss ja Katariina kirik Stockholmis jmt.); Rootsi Kuningliku Kunstikõrgkooli esimene restaureerimisala professor aastatel 1978-94. On oma rohkestes teostes, artiklites propageerinud restaureerimisel restaureerimisfilosoofia, ajaloolise tõe ja uute tehniliste võimaluste sidumist restaureerimisarhitekti poolt [49].

LISA 2

Katseprotokoll nr. 712/04

Lk. 3/3

2. Mõrdikuubid tähistusega Viljandi Ordulinnus: „vana müürimört”

Mõrdikuubi massi muutus külmakindluse määramisel kuni 30 külmutustsükli on esitatud tabelis 1.

Külmakindluse katse algul määratud vees immutatud mõrdikuubi nn. kontrollkuubi ja 30 külmutustsükli läbinud kuubi survetugevused on esitatud tabelis 2.

Tabel 1: Mõrdikuubi, tähistusega Viljandi Ordulinnus: „vana müürimört” massi muutus külmakindluse määramisel.

Kuubi tähis ja jrk.nr.	Mõrdikuubi mass, g, pärast külmutustsükli							Massi muutus	
	0	5	10	15	20	25	30	g	%
„vana müürimört” -1	669,3	669,0	667,2	666,5	661,9	660,9	658,9	-10,4	-1,6

Tabel 2: Mõrdikuupide, tähistusega Viljandi Ordulinnus: „vana müürimört” survetugevuse muutus külmakindluse määramisel.

Kuubi tähis ja jrk.nr.	Katse- tamise kuupäev	Mõõtmised, mm			A, cm ²	Mass g	F, kN	Survetugevus, N/mm ²	Suhtel. survetug. külml, % kontr
		a	b	h					
"vana müürimört" - 1	Kontrollkuup külmakindluse määramise katse algul								
	22.09.04	67	67	66	44,9	583	28,0	6,2	-
"vana" müürimört" - 4	Kuup pärast 30 külmutustsükli								
	03.11.04	71	72	70	51,1	659	43,2	8,4	135,5

Külmakindluse määramisel mõrdikuubil pärast 30 külmutustsükli massikadu oli 1,6 % ja kuubi survetugevus, võrreldes kontrollkuubi näitajaga, ei olnud langenud.

Mõrdikuubid tähistusega Viljandi Ordulinnus: „vana müürimört”, toodud laborisse 14.09.2004, katsetamisel GOST 5802 kohaselt rahuldasi külmakindluse margi F30 nõudeid.

Saadud tulemused kehtivad ainult kirjeldatud mõrdikuupide kohta.

M.Rosenberg
Katselabori juhataja kt.



J.Hmelnitski
Ehitusinsener

Katseprotokoll on lubatud kopeerida ainult tervikuna, osaliseks kopeerimiseks tuleb taotleda labori luba.

LISA 4

LISA 5

LISA 6

LISA 7

LISA 8

