

EESTI KUNSTIAKADEEMIA
Kunstikultuuri teaduskond
Muinsuskaitse ja restaureerimise osakond

Maris Suits

**VARAJANE RAUDBETON EESTI ARHITEKTUURIS.
RESTAURAATORI VAATENURK**

MAGISTRITÖÖ

Juhendaja: Prof. Mart Kalm

Konsultant: Prof. Karl Õiger

Tallinn 2009

Autorideklaratsioon

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

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

„ ” 2009. a.

.....

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele :

„ ” 2009.a.

.....

Kaitsmine toimub Eesti Kunstiakadeemia Kunstikultuuri teaduskonna
magistrinõukogu koosolekul 4. juunil 2009. aastal.

Kaitstud hindele:

.....

„ ” 2009. a.

.....

Lühikokkuvõte

Raudbetoonil on oluline roll meie 20. sajandi ehituspärandis. Möödunud sajandi algul valminud suurejoonelistest raudbetoonkonstruktsioonidest paljud tänaseks jõudnud restaureerimist vajavasse seisusse. Magistritöös olen käsitlenud Eesti varajase raudbetooni restaureerimist restauraatori pilgu läbi, lähenedes sellele humanitaarsete meetoditega: kandevõimest enam on mind huvitanud konstruktsiooni tähendus ja esteetika. eeluures ei vastandu töös esitatud insenerlikele tõdedele ega ignoreeri neid, vaid püüab sõlmida omavahel humanitaar- ja reaalteaduslikud lähenemised: restaureerimise interdistsiplinaarne loomus eeldab terviklikku käsitlemist.

20. sajandi arhitektuuri käsitlemisel on konstruktsioon, selle materjal ja teostus sageli oluline osa hoone tähendusest. Seega eeldab 20. sajandi ehituspärandiga tegelemine ajaloolaselt head konstruktsiooniajaloo tundmist ning suutlikkust konstruktsioone ehitusajaloolisest seisukohast hinnata. Seni on puudunud piisavalt spetsifiline taustsüsteem Eesti varajase raudbetooni vaatlemiseks, seda on tulnud teha kas arhitektuuriajaloo või maailma betooniajaloo valguses. Sobiva konteksti loomiseks, on ühe osana tööst loodud raamülevaade raudbetooni kasutusest Eestis kuni II maailmasõjani.

Restaureerimise juures on mind huvitanud restaureerimisotsuse kujunemise protsess, eeskätt hoone või selle konstruktsiooni tähenduse mõju tehtavatele valikutele. Olen püüdnud siin raudbetooni käsitleda erinevate nurkade alt: kui lagunevat ja parandamist vajavat materjali, kui moodsa arhitektuuri pärandit laiemalt ning ka kui osa funktsionaalsest ja kasutatavast hoonest. Välja on töötatud kriteeriumid Eesti varajase raudbetooni hindamiseks ehitusajaloolisest seisukohast. Et paremini mõista raudbetooni restaureerimise problemaatikat, olen töös referatiivselt ära toonud materjali olulisemad kahjustusmehhanismid ning peamised parandusvõtted. Uudne on tehnilise poole tõlgendamine Eesti varajase raudbetooni senise restaureerimispraktika valguses, kusjuures rõhuasetus on tehnoloogilistelt üksikasjadelt nihutatud visuaal-esteetilistele ja restaureerimisteoreetilistele küsimustele.

Märksõnad: *raudbetooni ajalugu, raudbetooni restaureerimine*

Sisukord

| | |
|--|-----------|
| LÜHIKOKKUVÕTE | 3 |
| 1. SISSEJUHATUS | 6 |
| 2. MOODSA ARHITEKTUURI RESTAUREERIMISE KÜSIMUSI | 10 |
| 2.1 MOODSA ARHITEKTUURI RESTAUREERIMISE ERIPÄRAST | 10 |
| 2.2 MOODSA ARHITEKTUURI VÄÄRTUSTEST JA HINDAMISEST | 11 |
| 2.3 IDEE VS MATERJAL | 13 |
| 2.3.1 ORIGINAALMATERJALI ASENDAMINE | 16 |
| 2.3.2 REKONSTRUKTSIOON | 16 |
| 2.3.3 ARHITEKTI KAVATSUSE ARVESTAMINE | 20 |
| 3. RAUSBETOONI KASUTUSEST EESTIS KUNI II MAAILMASÕJANI | 22 |
| 3.1 BETOONI KASUTUS EESTIS 19. SAJANDIL | 22 |
| 3.2 RAUSBETOONHOONED EESTIS 20. SAJANDI ALGUSES | 25 |
| 3.2.1 ÜLDISI JOONI | 25 |
| 3.2.2 BETOON TÖÖSTUSHOONETES | 26 |
| 3.2.3 BETOON MILITAAROBJEKTIDES | 34 |
| 3.2.4 BETOONI JA RAUSBETOONI KASUTAMINE ÜHISKONDLIKES HOONETES JA ELUMAJADES | 37 |
| 3.3 BETOONI KASUTUS EESTI VABARIIGIS (1918-1940) | 41 |
| 3.3.1 RAUSBETOONI KASUTAMISE ÜLDISI JOONI | 41 |
| 3.3.2 FUNKTSIONALISMI JA RAUSBETOONI SEOSEST EESTIS | 43 |
| 3.3.3 BETOON TÖÖSTUSHOONETES | 44 |
| 3.3.4 EESTI BETOONIINSENERID | 46 |
| 3.3.5 BETOONI PROPAGEERIMINE | 49 |
| 3.3.6 BETOON IGAPÄEVASE EHITUSMATERJALINA? | 50 |
| 3.3.6 RAUSBETOONIST SILINDRILISED VORMID | 53 |
| 3.3.7 BETOONIESTEETIKA OMAKSVÕTT EESTIS | 55 |
| 4. EESTI VARAJASTE RAUSBETOONHOONETE KAHJUSTUSED | 57 |
| 4.1 ÜLDISELT | 57 |
| 4.2 PROJEKTEERIMIS- JA EHITUSVEAD | 58 |
| 4.3 MATERJALI HALB KVALITEET | 59 |
| 4.4 KASUTUSVEAD | 60 |
| 4.5 KESKKONNATEGURID | 61 |
| 4.6 KEEMILIS-FÜÜSIKALISED TEGURID | 62 |
| 4.7 ÕNNETUSJUHTUMID | 65 |
| 5. RESTAUREERIMISTEHNOLLOOGIA VALIK | 66 |
| 5.1 RESTAUREERIMISTEHNOLLOOGIA VALIKU PROTSESS | 66 |
| 5.2 INFO KOGUMINE | 67 |
| 5.3 KONSTRUKTSIOONI VÄÄRTUSLIKKUSE HINDAMINE | 69 |
| 5.4 HOONE TEHNILISE SEISUNDI HINDAMINE | 72 |
| 5.5 RAUSBETOONI RESTAUREERIMISE VÕIMALUSED | 73 |

| | |
|---|-----------|
| 5.5.1 ÜLDISELT | 73 |
| 5.5.2 SEISUNDI JÄLGIMINE AKTIIVSE SEKKUMISETA | 74 |
| 5.5.3 BETOONI KOHTPARANDUSED | 74 |
| 5.5.4 PRAGUDE PARANDAMINE | 78 |
| 5.5.5 MATERJALI ASENDAMISEST | 78 |
| 5.5.6 ELEKTROKEEMILISED MEETODID | 79 |
| 5.6 FUNKTSIOON | 81 |
| 5.6.1 ÜLDISELT | 81 |
| 5.6.2 TÖÖSTUSHOONED | 81 |
| 5.6.3 MILITAARRAJATISED | 83 |
| 5.6.4 ÜHISKONDLIKUD HOONED, BÜROOD, ELAMUD | 84 |
| 5.6.5 KUI UUT FUNKTSIOON EI LEIA? | 84 |
| 6. KOKKUVÕTE | 86 |
| KASUTATUD KIRJANDUS JA ALLIKAD | 89 |
| SUMMARY | 95 |

1. Sissejuhatus

*„Teaduse ja intuitsiooni, matemaatika ja vaba loomingu tütar,
oli ta tõusnud ehituskunsti troonile.“¹*

Hubert Matve raudbetoonist

Moodsad kõrghooned ja suurpaneelalamud – raudbetoon on täna kõikjal meie ümber. On veider mõeldagi, et 100 aastat tagasi oli see materjal kasutuselt peamiselt tööstushoonetes ja sildades ning kahe sajandi eest suisa olematu. Raudbetoon on klaasi kõrval enim 20. sajandi ehitust mõjutanud materjal, mille loodud võimalused – iseäranis lamekatused ja vaba ruumiplaneeringut lubav karkass-süsteem – kujundasid täiesti uue arusaama arhitektuurist. Karkass-süsteemi oli moodsasse arhitektuuri toonud küll juba terase kasutuselevõtt veidi varem, kuid just raudbetoonist teostatuna levis postidele toetuv konstruktsioon massiliselt igapäevasesse arhitektuuri.

Käesolev magistritöö uurib varajast raudbetooni Eesti arhitektuuris: selle kasutuselevõttu, konstruktsioonide arenguid ning säilinud ehituspärandi restaureerimisega seotud probleeme. Varajastena on antud töös käsitletud enne II maailmasõda valminud raudbetoonitarindeid. II maailmasõda on sobilik ja otstarbekas piir mitmel põhjusel. Ühelt poolt tähistab sõda katkestust Eesti ühiskonna ning arhitektuuri loomulikus arengus. Teisalt on aga 1930. aastate lõpp ajaks, kus raudbetoon oli end ehitusmaterjalina tõestanud ja oma positsiooni kindlustanud ning ees massiline kasutamine igapäevase ehitusmaterjalina. Pärast II maailmasõda muutus raudbetooni kasutamise iseloom: seniste monoliitsete konstruktsioonide asemel hakati ulatuslikult kasutama monteeritavat raudbetooni; töötati välja uued arvutusmeetodid ja konstruktsioonitüübid, võidukäiku tegi eelpingestatud raudbetoon.

Ehkki töö keskmes on raudbetoon, on paralleelselt visandatud olulisemad faktid ka lihtsalt betoonist – nende materjalide areng on omavahel nii tihedalt põimunud, et väga rangepiiriline

¹ Matve, H. Ehitus läbi aegade. Tallinn, 1976, lk 176

eristamine ei ole alati võimalik. Eestis esineb „raudbetoonist“ mitmeid lokaalseid derivaate: näiteks on kasutatud täitematerjaliks saepuru või armeeringuks kadakaoksi. Käesoleva töö raames on raudbetooni all silmas peetud kõige harilikumat portlandtsemendist, liivast ja kruusast-killustikust valmistatud ning terasega armeeritud kivistuvat tehismaterjali.

20. sajandi arhitektuuripärand on muutumas üha aktuaalsemaks teemaks, seda nii arhitektuuriajaloolaste, muinsuskaitsete kui inseneride ringkonnas – probleeme ja väljakutseid pakub see kõigile. Meie varajase raudbetoonpärandi elukaar on jõudnud staadiumisse, kus pea iga hoone vajab vähem või rohkem restaureerimist. Raudbetoonhooned erinevad nii olemuselt kui materjaltehnoloogilistelt omadustelt traditsioonilisest arhitektuurist, siin on vaja teistsugusi teadmisi ja uut restaureerimisalast diskussiooni.

Oma magistritöös olen raudbetooni restaureerimist käsitlenud humanitaarteaduslike meetoditega: konstruktsiooni kandevõimest enam on mind huvitanud selle tähendus ja esteetika. Seejuures ei vastandu töös esitatud insenerlikele tõdedele ega ignoreeri neid, vaid püüab sõlmida omavahel humanitaar- ja reaalteaduslikud lähenemised: restaureerimise interdistsiplinaarne loomus eeldab terviklikku käsitlemist.

Seni on Eesti varajase raudbetooni kohta olemas vaid vaid insenertehniline käsitlus,² nõ „pehmelt“ poolelt pole sellega Eestis eraldi tegeletud. Käesoleva magistritöö eesmärgiks on esitada Eesti varajase raudbetooni väärtuste- ja tähenduskeskne käsitlus: töötada välja kriteeriumid säilinud raudbetoonarandite hindamiseks ning analüüsida, millised on tähendusest tingitud eripärad nende restaureerimisel.

Eesti varajasi raudbetoonkonstruktsioone saab täna hinnata Eesti arhitektuuriajaloo või maailma üldisest betooniajaloo lähtuvalt. Selline taust ei ole adekvaatseks hindamiseks piisav. Eesti betoonikasutus ei kulge alati samas rütmis kui Lääne-Euroopas, vaid on oma lokaalsete eripäradega. Eesti arhitektuuriajalugu jällegi omistab harva tähtsust ehitusmaterjalile, iseäranis kaetud kujul esinevale. Eesti varajase raudbetooni adekvaatseks hindamiseks on vaja materjalikeskset ajalookäsitlust, mis peegeldaks konkreetselt raudbetooni

² Onton, H. Investigation of the Causes of Deterioration of Old Reinforced Concrete Constructions and Possibilities of Their Restoration. Doktoridissertatsioon (juh. prof. K. Õiger). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli kirjastus, 2008, 144 lk

arenguid Eestis. Selline betooniajalugu on olemas mitmetel rahvastel, sealhulgas ka näiteks soomlastel.³

Toodud vajadusest lähtuvalt, olen ühe osana oma magistritööst püüdnud anda ajaloolist ülevaadet Eesti varajasest raudbetoonist. Selle eesmärgiks ei ole olnud kirjutada ammendavat Eesti betooniajalugu, kus oleks loetletud kõik objektid, vaid anda süsteeanne raamkäsitlus, mida võtta aluseks meie raudbetoonist ehituspärandi hindamisel ning selle tähenduse mõtestamisel. Seejuures on oluline teada nii omas ajas erilisi – pikimaid, suurimaid, esmakordselt tarvitatud – kui ka tüüpilisi lahendusi. Et lisaks konstruktsioonide arengu kirjeldamisele on mind huvitanud laiemalt raudbetooni kasutamine seoses sotsiaalsete ning arhitektuuriajalooliste arengutega, siis olen põhitähelepanu pööranud raudbetooni rakendamisele hoonetes; sildu ja muid tehnilisi rajatisi ma antud ülevaates pikemalt ei käsitle. Eesti sillaehituse arenguga on tegelenud Hubert Matve⁴ ning selle uurimuse taasesitamine käesoleva töö raames ei ole otstarbekas.

Restaureerimise juures on mind huvitanud restaureerimisotsuse kujunemise protsess, eeskätt hoone või selle konstruktsiooni tähenduse mõju tehtavatele valikutele. Olen püüdnud siin raudbetooni käsitleda erinevate nurkade alt: kui lagunevat ja parandamist vajavat materjali, kui moodsa arhitektuuri pärandit laiemalt ning ka kui osa funktsionaalsest ja kasutatavast hoonest. Et paremini mõista raudbetooni restaureerimise problemaatikat, olen töös referatiivselt ära toonud materjali olulisemad kahjustusmehhanismid ning peamised parandusvõtted. Uudne on tehnilise poole tõlgendamine Eesti varajase raudbetooni senise restaureerimispraktika valguses, kusjuures rõhuasetus on tehnoloogilistelt üksikasjadelt nihutatud visuaal-esteetilistele ja restaureerimisteoreetilistele küsimustele.

Oma magistritöös olen kasutanud väga erinevaid allikad, mida võiks grupeerida järgnevalt:

- tänaseni säilinud raudbetoonist hooned ning nende uurimisel saadud informatsioon;
- üldine restaureerimisteooria-, restaureerimistehnoloogia- ja ajaloolane kirjandus;
- spetsiifiliselt moodsa arhitektuuri restaureerimist käsitlevad artiklid;
- arhiivimaterjalid

³ Tehdään betonista: betoni suomalaisessa arkkitehtuurissa. Helsinki, 1989, 143 lk

⁴ Matve, H. Eesti sillaehitus. Teadusliku uurimistöö faktimaterjal. Koost. D. Matve. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 2004, 172 lk

- käsikirjaline restaureerimisalane dokumentatsioon: muinsuskaitse eritingimused, restaureerimisaruanded, samuti suuremate inventeerimiste aruanded (tehnik- ja tööstuspärandi ning 20. sajandi arhitektuuripärandi inventeerimised);
- omaaegne tehniline kirjandus, vanad ehituskäsiraamatud, reklaambrošüürid jms;
- tänaste tegevrestauraatorite, -inseneride jt hoone konstruktsioonidega kursis olevate inimeste suulised andmed.

Töö sisuline osa on jaotatud nelja suuremasse peatükki. Neist esimeses olen vaadelnud moodsa arhitektuuri restaureerimisega seonduvaid üldisi teoreetilisi lähtekohti, mis on vajalikud üldise tausta mõistmiseks. Järgmine peatükk annab ülevaate raudbetooni kasutusest Eestis kuni II maailmasõjani, luues kitsama konteksti Eesti raudbetoonpärandi käsitlemiseks. Viimased kaks peatükki tegelevad Eesti varajase raudbetooni restaureerimisküsimustega. Esmalt on lahti kirjutatud raudbetooni lagunemise põhjused, mida analüüsin konkreetsetl lähtudes Eesti varajasest raudbetoonist. Restaureerimisalastest küsimustest on pikemalt peatutud raudbetoonhoonete uurimise spetsiifikal ning otsitud kriteeriumeid raudbetoonkonstruktsioonide hindamiseks, samuti vaadeldud tehnilise paranduse esteetilisi küsimusi ning arutletud meie raudbetoonpärandi kasutusvõimaluste üle.

Sooviksin tänada kõiki, kes aidanud kaasa magistritöö valmimisele, eeskätt juhendajat prof. Mart Kalmu ning konsultanti prof. Karl Õigerit. Tänan abistavate vihjete eest Oliver Orrot, Reet Saluveret, Heiki Pärdit, Elo Lutseppa, Tõnis Padu jt. Tänu Krista Laidole toetuse eest igapäevastes piasjades orienteerumisel. Aitäh abi eest Valdar Mändelile keelekorrektuuri tegemisel ja Ahti Heinlale kannatliku kuulaja rolli täitmisel kuudepikkustes raudbetooniteemalistes vestlustes.

2. Moodsa arhitektuuri restaureerimise küsimusi

2.1 Moodsa arhitektuuri restaureerimise eripärast

Juba termini „moodsa arhitektuuri restaureerimine“ laialdane kasutamine osutab asjaolule, et moodsa arhitektuuri restaureerimist tunnetatakse traditsioonilise arhitektuuri restaureerimisest erinevana. Milles see erinevus täpselt seisneb, on olnud diskussiooniteemaks juba ligi 20 aastat. Selle aja jooksul on mõned seisukohad jäänud praktiliselt muutumatuks, osad veidi teisenenud.

Moodsa arhitektuuri teadvustamise ja restaureerimise arenguloos on olulisel kohal organisatsiooni DOCOMOMO loomine, mis tõi kaasa rahvusvahelise diskussiooni tekke ja võimaldas laiaulatuslikumat kogemuste vahetamist. DOCOMOMO esimese konverentsi (1990) ettekannete seas oli mitmeid sõnavõtte, kus rõhutati moodsa arhitektuuri erinevust (ja erilisust) ning nõuti sellest lähtuvalt uute restaureerimisprintsipiide väljatöötamist.⁵ Edaspidi manifesteerivus väheneb ja diskussioon muutub analüüsivamaks. Välja kujuneb seisukoht, et suurt ja põhimõttelist erinevust moodsa ja traditsioonilise arhitektuuri kaitse ja restaureerimise vahel ei ole; oma spetsiifika aga moodsa arhitektuuriga tegelemisel eksisteerib. Theodor Prudon leiab, et see tuleneb nii arhitektuuri enda eripärast kui ka liiga lühikesest ajalisest distantsist. Eraldi alateemadena toob ta välja ühiskondliku arvamuse rolli moodsa arhitektuuri säilitamisel, algse disainiidee olulisuse, samuti küsimused funktsionaalsusest, vananemisest, paatinast ja autentsusest.⁶

⁵ Vt nt: Van Dun, P. Modern heritage; conservation or integration? – *DOCOMOMO Conference Proceedings*. Eindhoven, 1990, lk 225-227 või Henket, H.-J. 20th Century architecture requires a new conservation policy and approach. – *DOCOMOMO Conference Proceedings*. Eindhoven, 1990, lk 51-54

⁶ Prudon, T. Preservation of modern architecture. Hoboken: Wiley, 2008, lk 23-52

2.2 Moodsa arhitektuuri väärtustest ja hindamisest

Kaasaegse restaureerimise võtmeküsimuseks on väärtused. Üks esimesi selgeid väärtusi analüüsivaid käsitlusi, millele hilisemad teoreetikud on sageli tuginenud, pärineb 20. sajandi algusest Alois Riegli sulest ja sisaldab endas arusaama, et ühe objekti väärtused on mitmekihilised ning võivad olla sageli omavahel vastuolus. Ehkki Riegl peab oma tekstis silmas ainult traditsioonilist arhitektuuripärandit, eristab ta omavahel osaliselt konfliktseid mälestus- ja tänapäevaväärtusi. Ajalooliste hoonete puhul on Riegli silmis ajaväärtus kindlasti ülim ning see peab kasutus- ja uueväärtusest tulenevatele otsustele vaid hädavajaliku ruumi jätma.⁷ Moodsa arhitektuuri puhul on tänapäevaväärtuste tähtsus kordades tõusnud, mistõttu on suurenenud ka konflikt aja- ja ajalooäärtusega. Hästi ilmneb see näiteks paatina küsimuses: kui traditsioonilise arhitektuuri puhul on paatina (kui ajaväärtust kajastav märk) aktsepteeritud ja isegi ihaldusväärne, siis moodsal arhitektuuril on lagunemise märgid pigem ebasoovitavad (uueväärtus on oluline).

Kui Riegli väärtuste kategoriseering sobib eeskätt teoreetiliste mõtiskluste taustaks, siis praktilises elus vajame me säilitatavate objektide määratlemiseks ja restaureerimisotsuse langetamiseks detailsemat väärtuste süsteemi. Eesti praktikas tarvitatavaid moodsa arhitektuuri hindamise aluseid on oma magistritöös kirjeldanud Peeter Tambu, kes toob välja järgmised kriteeriumid: hoone iga, esteetilised ja stilistilise arenguga seotud väärtused, tehnoloogia arengu näited, miljööväärtuslikkus, tüüpilisus, erandlikkus, sümbolväärtus, tüpoloogilisus ja esindatus piirkonnas, tuntud arhitekti oluline töö, kajastatus meedias, maastikuline väärtus.⁸ Sisuliselt samu kriteeriume kasutatakse Eesti muinsuskaitstes arhitektuuri hindamiseks üldiselt, kaaludes hoone vastavust arhitektuurimälestise tunnustele.⁹ Seega võib väita, et Eestis moodsa ja traditsioonilise arhitektuuri hindamisel ning kaitse alla võtmisel olulisi erinevusi ei ole. Üldiste raamide puhul ei olegi ehk selget eristatust vaja, kuna toodud kriteeriumid on piisavalt laiaulatuslikud, et võimaldada konkreetsest hoonest lähtuvat interpretatsiooni. Saab ju hoone tüübi hea esindajana klassifitseerida nii keskaegset

⁷ Riegl, A. The modern cult of monuments. Its essence and its development. – *Historical and philosophical issues in the conservation of cultural heritage*. Eds. N. Stanley-Price, M. K. Talley Jr., A. Melucco Vaccaro. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 1996, lk 72-81

⁸ Tambu, P. Modernistliku arhitektuuri säilitamise ja restaureerimise probleeme Eestis. Magistritöö (juh. prof. M. Kalm). Tallinn: Eesti Kunstiakadeemia, lk 36-39

⁹ Kultuurimälestiseks tunnustamise põhimõtted. <http://www.muinas.ee/muinsuskaitseamet/kultuur> (vaadatud 27.04.2009)

kaupmehemaja kui funktsionalistlikku villat, kusjuures hoone tüüpi võib mõista nii kitsas tähenduses (funkvilla kui eraldi tüüp) kui laiemalt (ajastut ja elulaadi iseloomustav elamu). Enne II maailmasõda valminud Eesti moodsa arhitektuuri hindamisel traditsioonilistes väärtussüsteemides õigustab veelgi asjaolu, et sageli on selle ehitustehniline pool sarnane traditsioonilisele arhitektuurile, suurema muutuse toob alles Nõukogudeaegne monteeritavatest detailidest massehitus.

Ka Prudon leiab, et moodsa arhitektuuri hindamine ei erine põhimõtteliselt traditsioonilise arhitektuuri puhul toimuvast, küll aga võib see olla komplitseeritum.¹⁰ Kui traditsioonilise arhitektuuri puhul on aeg tihtilugu juba suure osa valikust meie eest teinud, siis moodsat arhitektuuri on kvantitatiivselt nii palju rohkem, et säilitamisväärsete eksemplaride väljanappimine jääb sageli restauraator-arhitektuuriajaloolase kätte. Põhimõtteline hinnang tuleb aga anda: kogu ehituspärandi valimatuks kaitsmiseks-restaureerimiseks ei jätku ressursse, samuti devalveeriks see säilitatava väärtust.

William S. Saunders toob välja, et üks hoone võib olla „hea“ või „halb“ väga erineval moel. Seetõttu saab ja peab arhitektuuri alati hindama erinevaid kriteeriume üheaegselt vaagides. Millised kriteeriumid on olulisemad ja millised vähemtähtsad, sõltub alati konkreetsest juhtumist.¹¹ Oluline on tervikpildi adumine ehk hoone tähenduse mõistmine, mis omakorda sõltub vaatajast: tema teadmistest, kogemustest, subjektiivsest maitse-eelistusest. Eelnevaga nõustudes võib jõuda mõttekäiguni, et kui kõik on nagunii suhteline, siis ei ole võimalik langetada adekvaatset otsust. Saunders taunib selgelt sellist hindamisest kõrvalehiilimist (olgu see siis relativismi, antielitarismi või mistahes muu sildi all), kuivõrd alateadlikult antakse hinnang ju ikkagi. „*Absurdne on vaielda maitse üle; absurdne on mitte vaielda hinnangute üle.*“¹² Teadliku ja selgelt sõnastatud argumentidega hindamisprotsessi eeliseks on selle läbipaistvus ning võimalus mõtestatud vastuargumenteerimiseks. Ei otsi ju tänane restaureerimismaailm enam ainult ühte suurt Tõde, vaid pigem ajalikust kontekstist tulenevat vastuvõetavat kontseptsiooni. Hinnangu andmist ei saa võtta olukorra põlistamisena, kasutatud kriteeriume ja antud hinnanguid saab ning lausa tuleb muutuvast ajast vastavalt vajadusele ümber vaadata.

¹⁰ Prudon, T. *Preservation of modern architecture*. Hoboken: Wiley, 2008, lk 156

¹¹ Saunders, W. S. *From Taste to Judgement: Multiple Criteria in the Evaluation of Architecture – Judging Architectural Value*. University of Minnesota, 2007, lk 130

¹² *Ibid*, lk 131

2.3 Idee vs materjal

Üks moodsa arhitektuuri restaureerimise võtmeküsimusi seisneb selles, kas lugeda ehitise tähenduse seisukohalt prevaleerivaks materjal või idee. Selline probleemipüstitus ei ole midagi enneolematult uut ega ka ainult moodsat arhitektuuri puudutav. Tõdedes vaimu ja vormi vastuolu teravust kaasaegses kunstis on Hilikka Hiiop ühtlasi märkinud, et tegemist ei ole sugugi kaasaegse kunsti probleemiga, vaid laiemal konservatiivse filosoofilise ja –eetilise küsimusega.¹³ Eks ulatuvad juba 19. sajandi lõpu restaureerimisalaste vaidluste juured otsapidi materjali ja idee vastuoluni. 19. sajandil laialdaselt praktiseeritud stiililine restaureerimine on sisuliselt idee tuginev rekonstrueerimine, kus originaalmaterjalisse suhtutakse üsna vabalt. Sellele reaktioonina kujuneb sajandi lõpul välja materjali ülistav opositsioon, mida illustreerib John Ruskini radikaalne „pigem pudenege või tolmuks, kui et inimkäsi seda puutuks“¹⁴ laadis seisukohavõtt. 20. sajandi jooksul on originaalmaterjali osatähtsus kogu aeg pigem vaid kasvanud.

Kaasaegne konservatiivne maailm on taas aktsepteerimas, et objekti autentsus ei ole seotud ainult originaalmaterjaliga, vaid võib seisneda ka käegakatsumatutes väärtustes – sh idees.¹⁵ Traditsioonilise arhitektuuri puhul tõlgendame me objekti autentsust siiski enamasti materjali kasuks ja püüame originaalmaterjali iga hinna eest säilitada. Moodsa arhitektuuri puhul on ideel märksa suurem kaal. Jan-Hubert Henket ja Nick Tummers on Nara konverentsi sõnavõttus lausa öelnud, et moodsa arhitektuuri autentsus seisneb ennekõike selle disainikontseptsioonis.¹⁶ Kust tuleb erinevus traditsioonilise arhitektuuriga? Prudon toob välja moodsa arhitektuuri olemusliku erinevuse, mis tuleneb tööstusrevolutsiooniga kaasnenud murrangust 19. sajandi lõpul – 20. sajandi algul, kus käsitöö asendus standardiseeritud masstootmisega ja kus loojana kerkis esile disainer.¹⁷ Massiliselt toodetud objektidel ei olnud enam inimkäe puudutusega seotud väärtust, nende hindamisel sai peamiseks kriteeriumiks olla tootmiseelne disainiidee.

¹³ Hiiop, H. Kaasaegse kunsti conserveerimise teoreetilisi ja meetodilisi lähtekehti Eesti näitel. Magistritöö (juh. prof. J. Maiste). Tallinn: Eesti Kunstiakadeemia, 2004, lk 24

¹⁴ Ruskin, John. *The Seven Lamps of Architecture*. London, 1988, lk 196

¹⁵ Nara Document on Authenticity. – *Nara conference on authenticity in relation to the World Heritage Convention : Nara, Japan, 1-6 Novembre 1994*. Ed. K.E. Larsen. Trondheim: Tapir Publishers, 1995, lk xxi-xxv

¹⁶ Henket, J.-H., Tummers, N. Authenticity of the Modern Movement. – *Nara conference on authenticity in relation to the World Heritage Convention : Nara, Japan, 1-6 Novembre 1994*. Ed. K.E. Larsen. Trondheim: Tapir Publishers, 1995, lk 328

¹⁷ Prudon, T. *Preservation of modern architecture*. Hoboken: Wiley, 2008, lk 35

Raudbetooni puhul tuleb siin siiski eristada kohapeal valatud betooni ning tehases valminud monteeritavaid betoonelemente. Kohapeal valminud betoon on oma teostamiselt pigem sarnane traditsioonilistele ehitusmeetoditele: analoogselt müüri ladumisega on siingi vaja mitte ainult masinat (kraanat) vaid (käsitöö-)oskustega töömehi. See annab kohapeal valatud raudbetoonile üldise moodsa arhitektuuri industrialiseerituse taustal elitaarse kunstiteose tunde: iga konstruktsioon on unikaalne. Eestis enne II maailmasõda valminud raudbetoonhooned on eranditult valminud kohapeal valatud monoliitbetoonist.

Hoone määratlemine moodsa arhitektuurina ei anna automaatselt vastust küsimusele, kas lugeda olulisemaks idee või originaalmaterjal, lähtuda tuleb, nagu ka kõikide ülejäänud restaureerimisalaste küsimuste puhul konkreetsest objektist ja selle tähendusest. Moodsa arhitektuuri puhul on kahtlemata palju objekte, mille tähendus seisneb suurel määral selle idees, samas leidub küllaldaselt ka ehitisi – valdavalt utilitaarse loomuga – kus suurt ja manisfesteerivat ideed ehk ei olegi olnud ja ehitise tänane väärtus seisneb valdavalt selle materiaalses substansis. Tuues näiteid Eesti varajaste raudbetoonhoonete seast, võib vastandada Pärnu rannakohviku seenrõdu (vt foto 2) ja Tallinna Miinisadama vesilennukiangaarid (vt foto 1).



Foto 1

Tallinna Miinisadama vesilennukite angaarid
Autori foto, 2009

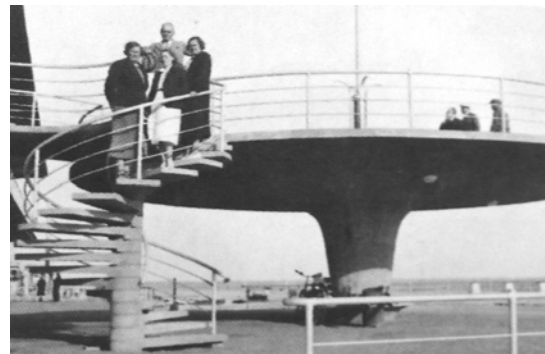


Foto 2

Pärnu rannakohviku seenrõdu aastal 1939
Repro: Kalm, M. Eesti 20. sajandi
arhitektuur. Tallinn, 2001, lk 167

Mõlemal juhul on tegemist omas ajas silmapaistvate konstruktsioonidega, kuid ehitiste iseloom on erinev. Rannakohviku seenrõdu sünni taustaks on suures osas arhitektuurne

kujundus: disainerlikest kaalutlustest lähtuv mäng vormiga, mida toetab tookord veel uudse ja moodsa võttena mõjunud betooniesteetikast lähtuv raketisejälgede eksponeerimine. Vesilennukite angaaride suurejooneliste kuplite taga on aga eeskätt soov luua ratsionaalse konstruktsiooni: ilma postideta lahendatud suurt sillet, mille vajadus tulenes hoone funktsioonist. Ehkki vesilennukite angaarid väljendavad ehk paremini modernistlikku loosunglauset „*Form follows function*“ kui rannakohviku seen, on angaaride tähendus lahutamatult seotud just kasutatud materjali ja konkreetse tehnilise teostusega, seenrõdu puhul on olulisem disainiidee.

Enamike objektide korral on materjal ja idee sageli nii tihedalt läbi põimunud, et nende eristamine osutub keeruliseks. Nii kannab Noblessneri tehase laevaehitustsehhi katusekonstruktsioon (vt foto 3) endas kahtlemata modernistlikku ideed progressist, parematest töötingimustest (nt loomulik valgus katuseakendest) jms ning samal ajal on tegemist lihtsalt ühe hästi säilinud tüüpilise varajase betoonkonstruktsiooni näitega, mida võib väärtustada just selle vanusest tulenevalt.

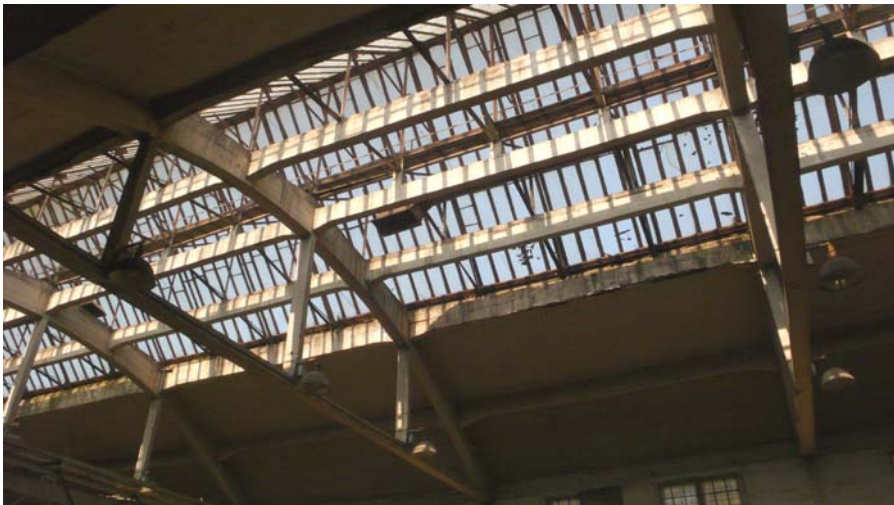


Foto 3 Noblessneri laevaehitustsehhi katusekonstruktsioon

Autori foto, 2009

Aktsepteerides, et teatud olukordades võib moodsa arhitektuuri juures idee olla tähtsam kui materjal, viib see uute dilemmadeni. Kui idee on tähtsam, kas see õigustab siis originaalmaterjali asendamist või lausa rekonstruktsiooni? Kui palju tuleb arvestada arhitekti algset tahet? Mõlemad küsimused väärivad siinkohal eraldi veidi pikemat käsitlemist.

2.3.1 Originaalmaterjali asendamine

Originaalmaterjali asendamine arhitektuuris toimub pragmaatilistel põhjustel – materjal on jõudnud sellise kahjustusastmeni, kus selle restaureerimine on muutunud võimatuks või vähemalt äärmiselt ebaotstarbekaks. Et hoonete puhul tuleb tagada kasutatavus (eeldusel, et tegemist ei ole varemega, mis on otsutatud varemeks jätta), on materjali asendamine tihti paratamatus. Moodsa arhitektuuri puhul kipub siin lisaks kerkima üles küsimus, et kui hoone tähtsus seisneb selle idees, siis miks ei võiks kulukama restaureerimise asemel hoopis kahjustada saanud kohad uuesti teha? Samuti võidakse õigustada restaureerimisel tänapäevaste materjalide kasutamist spekulatiivse väitega, et kindlasti oleks hoone modernistlikult meeletatud arhitekt neid eelistanud, kui nood juba tookord olemas oleks olnud. Materjaliasenduse küsimus tõstatub iseäranis teravalt, kui originaalis on kasutatud eksperimentaalseid materjale, mis on lagunened oodatust kiiremini.

Ka moodsas arhitektuuris on materjalil (ja selle töötlusel) alati roll oma ajastu töövõtete ja tehnoloogia arengu kajastajana, mistõttu originaalmaterjali tuleks asendada ainult nii palju kui hädavajalik. Seega ka pole teada tunnustatud pretsedente, kus pelgalt hoone tähendusele viidates originaalmaterjali asendamist heaks kiidetaks. Üsna ühiselt ollakse seisukohal, et originaalmaterjali väljavahetamise tuleks suhtuda kahtlevalt. Asjaolu, et hoone tähendus seisneb peamiselt selle idees, ei anna iseenesest põhjust ilma muu kaalutluseta originaalmaterjali välja vahetada.

2.3.2 Rekonstruktsioon

Ehkki Burra harta seab rekonstruktsiooni kui ühe võimaliku tegevuse ajaloolisel hoonel kõrvuti restaureerimise ja hooldusega¹⁸, on suhtumine sellesse pigem tauniv, seda nii traditsioonilise kui moodsa arhitektuuri puhul. Nagu eelpool välja toodud, ei tohiks originaalmaterjali ilma tõsise tarviduseta asendada, mistõttu rekonstrueerimine restaureerimise sildi all peaks jääma ikkagi erandlikuks praktikaks. Rekonstruktsioon võib tulla kõne alla põhimõtteliselt kahel juhul:

- 1) hoone on hävinud – kas tulekahjus, looduskatastroofis vms või siis lammutatud juba aastaid tagasi;

¹⁸ Burra harta <http://www.icomos.org/australia/burracharter.html> (vaadatud 27.04.2009)

- 2) hoone eksisteerib, kuid selle konstruktsioonid on nii halvas seisukorras, et nende restaureerimine ei ole võimalik või osutuks ebaratsionaalseks.

Mistahes rekonstruktsioon saab olla mõttekas ja õigustatud¹⁹ ainult siis, kui selle tähendus seisneb suurel määral selle (disaini)idees. Nii näiteks oleks Tallinna vesilennukiangaaride rekonstruktsioon sisutühi: hoone erakordsus seisneb just eeskätt kooriklkonstruktsiooni nii varajases kasutamises ning tänapäevane koopia ei saaks enam neid samu väärtusi kanda, vaid jääks ainult haledaks markeeringuks.

Teine kindel nõue rekonstruktsioonile on selle baseerumine teadmistel, mitte oletustel – põhimõtte, mis kehtib restaureerimise kohta üldiselt²⁰, kuid väljendub rekonstruktsiooni puhul iseäranis teravalt. Kui veel olemasoleva hoone korral on asi suhteliselt lihtne: enne lammutamist ja uuesti ülesehitamist tuleb teostada täpsed mõõdistusjoonised, materjale, konstruktsioone, detaile kajastav põhjalik kirjeldus ning fotodokumentatsioon, siis juba hävinud hoone puhul on kõiki aspekte kajastava info leidmine tihti väga keeruline kui mitte võimatu.

Üks tuntumaid rekonstruktsioone moodsa arhitektuuri restaureerimise maailmas on ilmselt Mies van der Rohe projekteeritud Saksa paviljon 1929. aasta maailmanäitusele Barcelonas. Originaalhoone pälvis juba omal ajal palju tähelepanu, tänu millele oli sellest tehtud (ja ka säilinud) hulk fotoülesvõtteid. Ajutise ehitisena kavandatud hoone lammutati peagi pärast näituse lõppu, kuid otsustati 1980-ndatel modernismi taasavastamise vaimus kui üks modernismi sümbolehitisi uuesti üles ehitada. Rekonstrueerimisele eelnes põhjalik uurimistöö ning tulemus on kahtlemata heatasemeline (vt foto 4). Vaatamata tohutule infohulgale paviljoni algse väljanägemise ja arhitekti kavatsuste kohta, jäid mitmed lahendused oletuslikuks – nii näiteks otsiti küll uued lihvitud looduskivist seinaplaadid võimalikult sarnase mustriga fotodel nähtule, kuid plaatide algne värvitoon jäigi tuvastamata, kuivõrd mustvalgelt fotolt on võimalik vaid hele-tumeduse suhet aimata.²¹ Toodud näide võib tunduda tähenärimisena, ent just nii detailselt süüviv peakski üks rekonstruktsioon olema.

¹⁹ V a hariduslikul eesmärgil rekonstrueeritud hooned ja kompleksid (muuseumid); antud juhul on peetud silmas ikkagi hooneid nende loomulikus kontekstis.

²⁰ Veneetsia harta, artikkel 9. <http://www.muinas.ee/681> (vaadatud 27.04.2009)

²¹ Prudon, T. Preservation of modern architecture. Hoboken: Wiley, 2008, lk192



Foto 4 Barcelona paviljon rekonstrueerituna

Autori foto, 2007

Eksisteeriva hoone rekonstrueerimisel on suurimaks küsimuseks rekonstruktsiooni põhjendamine ning õigustamine restaureerimise ees. Siin tuleks arvesse võtta ka materjali lagunemise eripära. Erinevalt näiteks tellismüüritisest jõuab raudbetoon tunduvalt lihtsamini staadiumisse, kus üksikute paranduste tegemine muutub mõttetuks ning suurem osa konstruktsioonist vajaks sisuliselt väljavahetamist. Raudbetooni puhul ei ole siis enam üksikute vanade kohtade säilitamine otstarbekas, kuivõrd erinevalt vanast tellisest vana betoon ei ole vaateleja jaoks kuigi hästi eristatav. Ignoreerida ei saa ka majanduslikku argumenti – loomulikult on põhimõtteliselt peaaegu igasugust konstruktsiooni võimalik restaureerida, ent kui restaureerimise maksumus hakkab mitmetes kordades ületama rekonstrueerimist, muutub see ebaratsionaalseks ning vaevalt leiab finantseerimist.

Sellist laadi juhtumiga oli tegemist Arne Jacobseni projekteeritud Texaco bensiinijaama seenekujulise varjualuse (1937) restaureerimisel 2003. aastal. Raudbetoonist seene õhukestes servades oli materjal väsinud ning servad olid längu vajunud. Esimese lahendusena pakuti välja sünteetiliste kiudude kleepimist seenekese katusele, millega oleks originaalmaterjal säilitatud ning seene servad jälle sirgeks pingutatud. Tellijale osutus taoline lahendus liiga kalliks ning seetõttu otsustati „kübara“ lammutada ning uuesti valada. Seene „jalg“, mis oli heas seisukorras, säilitati. Tulemus (vt foto 5) on tavavaataja jaoks ilmselt täiesti rahuldav, ent pälvis restauraatoritelt mõningast kriitikat. Seda nii originaalmaterjali hävitamise eest, ennekõike aga seetõttu, et rekonstrueeritud „kübara“ servad on tehtud insenerlikel kaalutlustel

(et vältida järjekordset longu vajumist) paksemad ning mõjuvad originaaliga võrreldes oluliselt vähem elegantsena.²²



Foto 5 Texaco bensiinjaama (1937, A. Jacobsen) varikatus pärast restaureerimist
Autori foto, 2007

Rekonstruktsioon ei pea olema alati füüsiline, vaid võib olla ka mentaalne. Sellise rekonstruktsiooni heaks näiteks on Walter Gropiuse direktorivilla Bauhausi meistrite majade reas. 1926. aastal ehitatud, omas ajas ultramoodne, modernistlik lamekatusega hoone (vt foto 6) hävis II maailmasõjas ning ehitati 1950-ndatel vanale vundamendile kõrge viilkatusega traditsionalistlik maja. 1990-ndatel, kui teisi meistrite maju hakati restaureerima, puhkes diskussioon Gropiuse maja ümber. Ühelt poolt mõjus väikekodanliku ilmega hoone ülejäänud valgete kuupide reas karjuvana, teisalt oli aga tegemist ajaloolise dokumendiga, mis hästi iseloomustab suutmatust aktsepteerida funktsionalismi.²³ Kuniks diskussioonis ühtsele seisukohale pole jõutud, valiti lihtne ning mõjuv vahelahendus, kus hoone säilitati olemasoleval kujul, kuid algsed aknaavad ja katusejoon markeeriti valgustorudega (vt foto 7).

²² Wedebrunn, O. Ettekanne Kopenhaagenis toimunud magistrantide workshopil „Reworking Modern Movement“, aprill 2007

²³ Prigge, W. Beyond reconstruction and conservation – *Umbauhaus. Aktualisierung der Moderne. Updating Modernism*. Berlin: Jovis Verlag GmbH, 2004, lk 47-51



Foto 6 Gropiuse maja pärast valmimist
Repro: Bauhausi muuseumi kogust



Foto 7 Gropiuse maja tänapäeval
Autori foto, 2007

2.3.3 Arhitekti kavatsuse arvestamine

Seotus tuntud arhitektiga kallutab peaaegu alati hindaja otsust: hoone näib tähtsam ja väärtuslikum, kui see oleks tundmatu projekteerija puhul. Kui hoone arhitekt tundub restaureerijale olulisena, võib juhtuda, et restaureerimisprotsessi hakkab mõjutama (alateadlik) soov järgida arhitekti algset kavatsust. Kavatsus aga, nagu iga juristki kinnitada võib, on raskesti tõendatav asjaolu. Enne, kui hakata viitama looja kavatsusele ning toetama sellele restaureerimiskontseptsiooni, tasub järele mõelda, milline on üldse informatsioon algsest kavatsusest. See, mida peetakse arhitekti kavatsuseks, võib olla vaid (arhitektuuri-)ajaloolistest taustateadmistest tulenev fiktsioon.

Üks võimalik mõtteahel arhitekti kavatsuse teemadel võib viia järelduseni, et kui moodsa arhitektuuri puhul käsitlet arhitekt hoonet kui funktsionaalset tarbeeset, siis peaks selle muutmine ja kohandamine (nt plaanilahenduse muutmine, hoone ümberehitamine, juurde- või pealeehituste rajamine) olema arhitekti tahte kohane ja seeläbi õigustatud. J. Allan toob välja, et seesugune argumentatsioon on iseäranis populaarne just kinnisvaraarendajate seas ning tuleneb omamoodi alateadlikest esteetilisest topeltstandarditest: inimesed hindavad traditsioonilist ja moodsat arhitektuuri erinevalt, suutmata viimast tihti väärtustada.²⁴ Moodsa arhitektuuri meelevaldse muutmise peaargumentiks ei saa olla arhitekti oletatav tahe ja ajastu arhitektuuri üldine utilitaarne vaimsus. Need hooned kõnelevad ju veel paljustki muust:

²⁴ Allan, J. *Points of Balance. Patterns of Practice in the Conservation of Modern Architecture*. – Conservation of Modern Architecture. Ed. S. MacDonald. Shaftesbury: Donhead 2007, lk 17

tehnoloogia arengust, stiililistest eelistustest, eluolust jms ning moonutatuna muutuks loetamatuks nende väärtus oma aega kajastava dokumendina.

Arhitekti algse kavatsuse arvestamise argumendile tuginedes on taastatud hooneid sellisel kujul, nagu neid kunagi reaalselt eksisteerinud pole. Heaks näiteks on siin kuulsa Soome arhitekti Alvar Aalto projekteeritud Villa Tammekannu restaureerimislugu, kus otsustati hoone taastada mitte sellisena, nagu see 1930-ndail valmis, vaid viia see algselt kavandatud vormi. Üks otsust mõjutav oluline tegur oli kindlasti hoone seotus Aaltoga. Algprojekti järgides muudeti akna- ja ukseavasid ning rajati garaaž ja pergola, mis küll projektis eksisteeris, kuid mida 1930-ndatel ei teostatud.²⁵ Ehkki tulemus on esteetiliselt kahtlemata veenev (vt foto 8), võib see tekitada küsimusi ajaloolise tõe moonutamises. Eks olnud garaaži ehitamata jätmine Tammekannu perekonna (ja seeläbi ehk ka Eesti teadlaste laiemalt) elustiili kajastav märk: garaažist loobuti, kuna perel polnud autot ja vajalikud sõidud sooritati rongi või taksoga.²⁶



Foto 8 Villa Tammekann
Autori foto, 2009

²⁵ Mustonen, T. Villa Tammekann – elav ehitusprotsess. – *Alvar Alto – Villa Tammekann*. Turu Ülikooli Sihtasutus, 2000, lk 185

²⁶ Tammekann, P. Villa Tammekannu ajalugu 1932-1998. – *Alvar Alto – Villa Tammekann*. Turu Ülikooli Sihtasutus, 2000, lk 132

3. Raudbetooni kasutusest Eestis kuni II maailmasõjani

3.1 Betooni kasutus Eestis 19. sajandil

Raudbetooni kasutamisest ehituses saab Lääne-Euroopas kõneleda juba 19. sajandi keskpaigast alates. Prantsusmaal ehitas François Coignet 1867. aastal metallvõrguga tugevdatud betoonist kuuekorruselise korterelamu. Patendi betooni rauaga armeerimisele võttis küll hoopis aednik Joseph Monier, kes kasutas seda meetodit betoonist lillepottide tugevdamiseks. Monier' patendi ostsid 1880. aastal saksa insenerid Wayss ja Schuster, kes mõistsid hästi uue materjali potentsiaali ehituses ning rajasid lühikese ajaga hästi töötava ehitusettevõtete võrgustiku.²⁷ Wayss-Monier' süsteem (vahel ka lihtsalt Monier' meetod või Monier' sein) sai mandri-Euroopas kohati lausa raudbetooni sünonüümiks (vt foto 9).

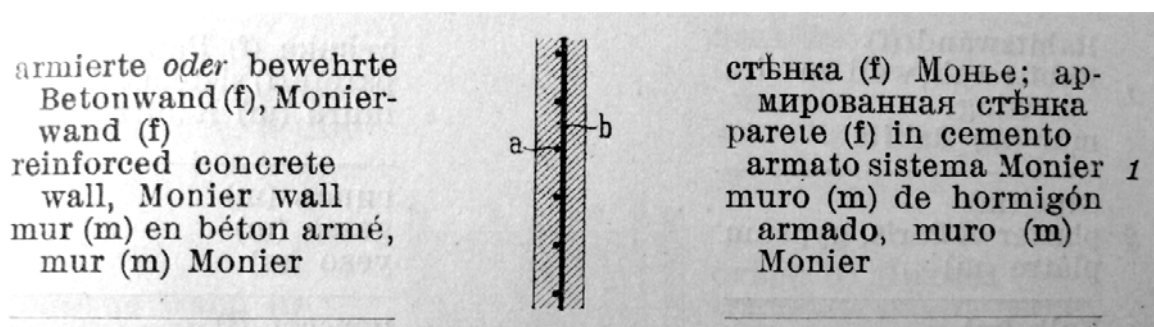


Foto 9 Väljavõte 1910. aastal ilmunud tehnilisest sõnastikust

Repro: Illustrierte Technische Wörterbücher. München, 1910, lk 131

Teated betooni ilmumise kohta Eesti ehitistes on enam kui lünklikud. Teema uurimist raskendab tugevalt infonappus. Hoonete projektid 19. sajandist – kui neid üldse säilinud on – on võrdlemisi visandlikud ega kajasta täpset konstruktsioonimaterjali. Näiteks, kui keldri

²⁷ Frampton K. A Critical History of Modern Architecture. Thames&Hudson: 2007, lk 37

vahelaeks on märgitud terastaladel võlvid, ei selgu projektist, kas terastalade vaheline osa on nähtud ette laduda tellisest või valada betoonist. Läbi meie restaureerimisajaloo on sellisele materjali eristamisele vähe tähelepanu pööratud, mistõttu ei anna sageli ka restaureerimisprojektid ja –aruanded siin andmelisa.

Kindel verstepost Eesti betooniajalooos on Kunda tsemenditehase rajamine 1871. aastal.²⁸ Vaid aasta enne oli avatud esimene tsemenditehas Soomes, mis, nagu hilisem ajalugu näitas, jäi kiratsema ja suleti lõpuks 1894. aastal.²⁹ Kunda tsemenditehas seevastu laienes järk-järgult ning suurendas oma toodangut, näiteks vahemikus 1880-1890 kasvas tsemenditoodang 9000 tonnilt 19 000 tonnile aastas.³⁰ Kunda tsemenditehas oli ülevenemaalises kontekstis olulisel kohal, olles Riia ja Poola tehastega oma ala pioneeride seas. 1890. aastal moodustas Kunda toodang 10% kogu Tsaari-Venemaa tollaegsest tsemenditoodangust³¹, 19. sajandi lõpuks oli Kundast kujunenud Põhja-Venemaa suurim tsemenditehas.³² Kunda tehase edu kuni I maailmasõjani põhineski suuresti riiklikel tellimustel, tsementi kulus nii sadamate, raudteede, hüdrotehniliste ja kindlustusrajatiste ehituseks Tsaari-Venemaa territooriumil. Konkurentsivõimelisust tõstis asjaolu, et välismaise tsemendi import oli piiratud kõrgete tollidega.³³

19. sajandil turustati Kunda tsemendivabriku toodang peamiselt Peterburis ja Moskvast. 1880. aastal müüdi sinna 84% aastasest kogutoodangust, ülejäänud osa turustati peamiselt Tallinnas ja Tartus. Olulise kliendina on mainitud ka Kreenholmi manufaktuuri.³⁴ Tehase enda hooned (ka 19. sajandi lõpu laiendused, juurdeehitused) on kõik valmistatud paekivist – et tehasele kuulus oma paemurd, oli nii ilmselt odavam ja käepärasem. Erandiks on tsemenditehase hüdroelektrijaama 1893. aastal valminud tamm, kus paekivi kõrval on kasutatud ka betooni.³⁵ Tehase ümbruskonnas oluliselt suuremat betoonikasutust võrreldes muu Eestiga ei ole võimalik täheldada, ühe omapärase näitena võib aga välja tuua tehase töölisasula hävinud osas tänaseni säilinud 19. sajandist pärinevaid betoonist valatud aukudega käimlaid³⁶.

²⁸ Karma, O. Punane Kunda 1870. Tallinn, 1968, lk 6-7

²⁹ Tehdään betonista: betoni suomalaisessa arkkitehtuurissa. Helsinki, 1989, lk 9

³⁰ Karma, O. Punane Kunda 1870. Tallinn, 1968, lk 21

³¹ *Ibid*, lk 10

³² *Ibid*, lk 26

³³ *Ibid*, lk 7

³⁴ *Ibid*, lk 9

³⁵ Laarmann, E. Kunda hüdroelektrijaamahoone, tamm ja algne turbiin koos ülekanademehhanismiga.

Ekspendihinnang mälestise tunnustele vastavuse kohta. Tallinn 2007. MKA s. A-8000

³⁶ Trumm, U. Kunda tsemendimuseum. E-mail 3.11.2008

Milline on päris esimene objekt, kus Eestis betooni kasutati, on võimatu öelda. Eeldatavasti võib esimesi betoonikasutusi dateerida 19. sajandi viimasesse kolmandikku. Igal juhul oli betoonikasutus kuni 20. sajandi alguseni meil üsna tagasihoidlik ja pigem juhuslikku laadi, olulistest betoonkonstruktsioonidest teateid ei ole. Raudbetootarindeid praktiliselt ei eksisteeri. Esmased betooni rakendusalaad ehituses olid arvatavasti mitmesugustes väiksemates detailides - katusekivides, trepiastmetes, sillustes –, samuti põrandakattena ning terastaladel võlvid vahelaekonstruktsioonid. Betooni on kasutatud näiteks Tallinnas Wismari tn 7 hoone keldri lae all asuvas küttekanalis, mis dateerub 19. sajandi lõpu. Metallist lattraudade vahele on seal valatud õhuke betoonkiht. 19. sajandi lõpul valminud omapärase arhitektuuriga Glehni mõisa palmimaja põhjapoolsed võlvid on tehtud (raud)betoonist³⁷ – Nikolai von Glehn ei rajanud mitte ainult novaatorliku vormikeelega hoonet, vaid kasutas seejuures ka uudset materjali.

Üldiselt võib 19. sajandi betoonikasutust Eestis, võrreldes Lääne-Euroopaga, hinnata tagasihoidlikuks; suuri konstruktiivseid saavutusi sellest perioodist siin teada ei ole.

³⁷ Arike, U., Uuetalu, H. Glehni pargi palmimaja restaureerimistöõde kontseptsioon ja avariikindlustustööde projekt. Tallinn 2004. TKA n. 9, s. 2347c

3.2 Raudbetoonhooned Eestis 20. sajandi alguses

3.2.1 Üldisi jooni

20. sajandi algul toimus betoonikasutuses suur murrang: üksikute juhuslike detailide-tarindite asemel hakati betoonist ehitama võimsaid konstruktsioone. Eeldused selleks löid nii Monier-Wayssi süsteemi levik, kui ka François Hennebique'i patent 1892. aastast. Sellega lahendas ta erinevate tarindite monoliitse ühendamise, võttes kasutusele ringikujulise ristlõikega sarruse, mida oli võimalik aasaks painutada ja seeläbi erinevate tarindite sarruseid omavahel fikseerida (vt foto 11). Hennebique'i süsteemis pea- ja abitaladega vahelaed said kiiresti populaarseks kogu Euroopas.³⁸

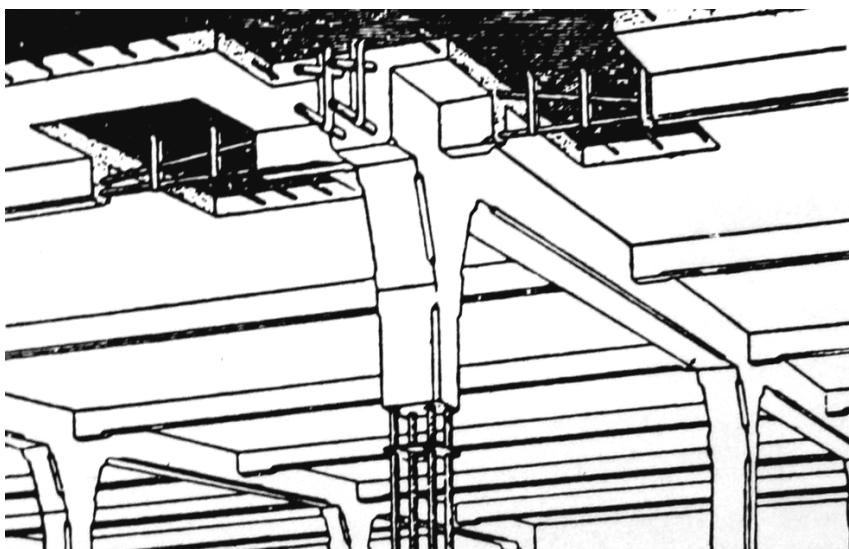


Foto 10 Hennebique'i süsteem

Repro: Frampton K. A Critical History of Modern Architecture. Thames&Hudson: 2007, lk 37

Eestis loodi 20. sajandi kahel esimesel kümnendil rida maailmatasemel raudbetoonkonstruktsioone. Kõige suurejoonelisemalt leidis raudbetoon kasutust mitmesugustes utilitaarset laadi ehitistes – tööstushoonetes ja militaarrajatistes, samuti sillaehituses, kus raudbetoon traditsioonilise puit- ja kivimaterjali otsustavalt kõrvale tõrjus. Raudbetooni kasutamine tõi sillaarhitektuuri uued siluetid, rütmid ja vormid, mis muutsid

³⁸ Frampton K. A Critical History of Modern Architecture. Thames&Hudson: 2007, lk 37

oluliselt Eesti maastikupilti. Esimese raudbetoonsillana valmis 1904. aastal Kasari sild, selle järgnesid Kukerpalli (1907), Teenuse (1908), Vana-Vigala (1912), Tõlliste (1914-15) jt sillad.³⁹

Eestlastel rahvusena ei olnud 20. sajandi alul ehitatud raudbetoonehitistega pahatihti suuremat seost, kuivõrd tellijaks oli Tsaari-Venemaa või kohalikud baltisaksa töösturid ning projekterijaks ja ehitajaks vene või hoopis välismaised ettevõtted. Näiteks Lutheri uue mööblivabriku konstruktsioonide projekterijaks oli Peterburi ettevõtte Virš & Gerzberg, Tallinna Miinisadama angaaride projekt telliti Taani firmast Christiani & Nielsen, Kasari silla projekteris ja ehitas Hennebique'i kompanii Venemaa filiaal Monicourt & Egger.

3.2.2 Batoon tööstushoonetes

Industriaalrevolutsioon leidis raudbetoonis tänuväärse partneri. Uued konstruktsioonid võimaldasid suuremaid (suurema sildega) tootmisruume ja vabamat ruumiplaneeringut. Võrreldes metallkonstruktsioonidega pakkus raudbetoon oluliselt suuremat tulekindlust, mis võis sageli olla oluliseks argumendiks. 20. sajandi alguse tööstushoonete seinad on sageli traditsiooniliselt paekivist või tellisest laotud või siis lahendatud lihtsa raudbetoonist karkassina. Uute materjalide ja konstruktiivsete võtete võlu avaldub eeskätt katuselahendustes. Tolleaegsete tööstusehitiste jaoks oli katus juba märksa enam kui pelgalt kaitse ilmastiku eest: katusesse paigutati ühtlasi hoone „silmad“ ja „kopsud“. Küllaldase päevavalguse tagamine nii elu- kui tööruumides kuulus kindlasti ühiskonda parandada püüdvate moodsa arhitektuuri ideaalide sekka. Et suure pindalaga tööstushooned oleks jäänud hämaraks akende ehitamisega ainult seinapinda, sai levinud võtteks (lisa-)akende rajamine katusele. Sageli olid need katuseaknad avatavad ja pakkusid ühtlasi vajadusel võimalust hoone ventileerimiseks.

³⁹ Matve, H. Eesti sillaehitus. Teadusliku uurimistöö faktimaterjal. Koost. D. Matve. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 2004, lk 27-37

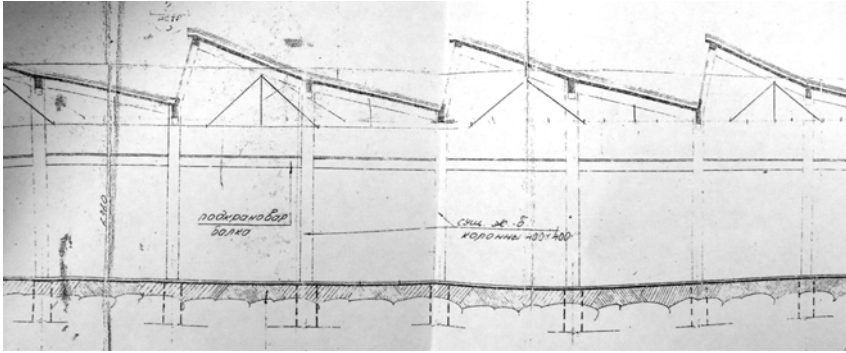


Foto 11 Dvigateli mehaanika montaažitsehhi lõige, detail 1947-49. a taastamisprojektist
 Repro: Tehase Dvigatel 1947-49. a taastamisprojektid. Hoone nr 17 projekt.

Üks ilusamat valguslahendust pakkuv konstruktsioon on saagkatuse, mis õigesti ehitatuna (valgusavad põhja poole) toob ruumi palju mahedat valgust. Saehambaid meenutava kujuga konstruktsioon ei tarvitse olla raudbetoonist, esmalt kasutatigi seda terasest ja puidust tehtuna. Maailmas levinud katusetüübi näiteid Eestis on vähe säilinud. Seda tähelepanuväärsem on **Dvigateli tehase raudbetoonist saagkatusega mehaanika-montaažitsehh** (vt foto 12). Kaheksahambalise katusega hoone paikneb Dvigateli tööstuskompleksi loodeosas, surutuna teiste tsehhide vahele ning selle erilisust on pelgalt mööda kõndides raske märgata. Parimad vaated avanevad kõrvalasuvate hoonete katustelt ning hoone enda interjööris. Nõukogude perioodil on hoone katusest läbi viidud hulgaliselt metallist ventilatsioonikorstnaid, mis kaunis katusevaates visuaalselt häirivalt mõjuvad (vt foto 13). Katuse laseb kohati vett läbi ning siin-seal võib täheldada paljandunud korrodeerunud sarrust; hoone seisukord nõuab lähiajal kindlasti sekkumist.



Foto 12 Vaade Dvigateli mehaanika-montaažitsehhi katusele
 Autori foto, 2007

Mehaanika-montaažitsehhi on seni koostatud ajaloolistes õiendites⁴⁰ dateeritud 1920-30. aastatesse. Millele see dateering põhineb, on ebaselge.⁴¹ Segadus võib tuleneda tehasekompleksi algse generaalplaani mustvalgest fotost⁴², kus eri ehitusmaterjale tähistavad koloreeringud näevad välja võrdlemisi ühetaoliselt hallid ja seeläbi interpreteeriti seal kujutatud hoone puitehitiseks. 1923. aastast pärinev värvilisel algplaani koopial⁴³ on hoone selgelt märgitud kivihoonena, mistõttu hoone paekivist seinte originaalsuses pole põhjust kahelda.

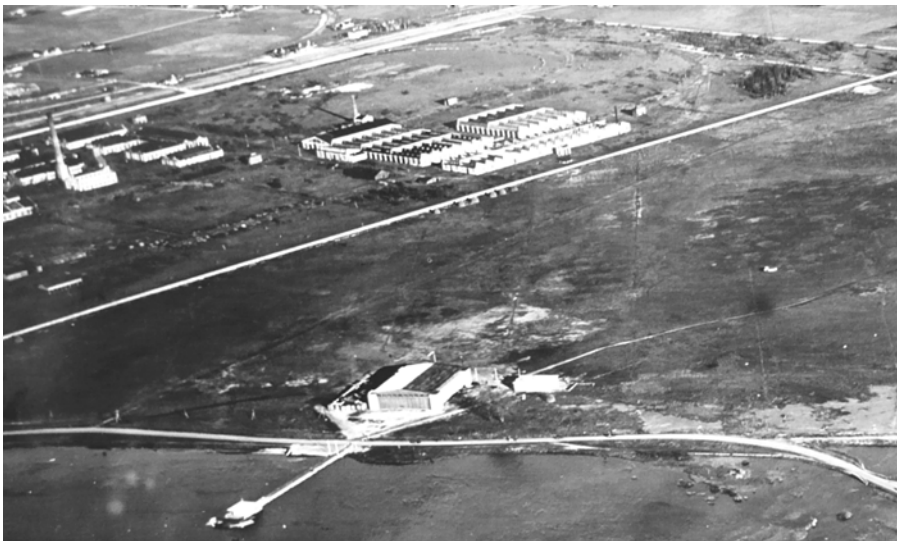


Foto 13 Detail Ülemiste järve vesilennukite sadamat kujutavast aerofotost Haapsalu muuseumi fotokogu

Ülemiste järve vesilennukite sadamat kujutaval aerofotol⁴⁴ (vt foto 14), mida saab lennusaadama eksisteerimise aja järgi dateerida 1928-1936. aastasse, paistavad nii käesoleva hoone kui selle kõrval asuvate tsehhide saagkatused. Põhimõtteliselt on võimalik, et seal nähtavad saagkatused on 1920-ndate lõpu või 1930-ndate alguse ümberehitus. Selle oletuse seab aga kahtluse alla fakt, et „Dvigateli“ tootmistegevus 1920-30-ndatel kiritses⁴⁵, mistõttu tehasehoonete nii suurejooneline ja ühetaoline rekonstrueerimine on äärmiselt ebatõenäoline. Seega võib arvata, et mehaanika-montaažitsehhi raudbetoonist saagkatuse näol on tegemist

⁴⁰ Halberg, T. Arhitektuuriajaloolised eritingimused tehas „Dvigatel“ hoonetekompleksile. 2002. TKA, n. 9, s. 1153; M. Eensalu, L. Pihel. Tallinna tööstusmälestised. Tallinn, 2002. TKA n. 9, s. 1515 ja Suits, M. Valukoja 16 muinsuskaitse eritingimused. Tallinn 2006. TKA

⁴¹ Esmakordselt on seda dateerinud T. Halberg, järgnevate ajalooliste õiendite koostajad on sama dateeringut kasutanud.

⁴² 1899. aasta generaalplaani mustvalge foto. Dvigateli muuseumi kogus.

⁴³ Värviline koopia tehase Dvigatel generaalplaani, 1923. TLA f. 149, n. 5, s. 1649. 1899. aasta ja 1923. aasta plaanidel ühtivad hoonete kujud ja kasutusotstarbed täielikult.

⁴⁴ Foto Haapsalu muuseumi kogus

⁴⁵ Pihlamägi, M. Eesti industrialiseerimine 1870-1940. Tallinn, 1999, lk 198

algse, 1899. aastast pärineva konstruktsiooniga. Teiste tsehhiga külgnevate hoonete saagkatused on tänaseks ümberehitatud. (Kuivõrd tehas kannatas mainimisväärselt II maailmasõja pommitamises, võisid need sel ajal hävida.) Riiklikult prioriteetses Dvigateli tehasekompleksis võis leiduda teisigi silmapaistvaid raudbetoonkonstruktsioone, kahjuks nende kohta andmed puuduvad.

Mitmete Eesti 20. sajandi raudbetoonhoonete rajamise eellooks võib pidada Tsaari-Venemaa lüüasaamist Vene-Jaapani sõjas 1905. aastal, mis tõi välja suurriigi sõjalise nõrkuse, eeskätt merelahingutes. Et Tsushima lahingus oli hävinud Balti sõjalaevastik, tekkis vajadus luua Läänemere äärde uus sõjalaevastiku tehas koos sõjasadama, merekindluse ja laevaehitusega. 1911. aastal väljaantud seadusega kuulutati Tallinn selle sõjalaevastiku peamiseks baaslinnaks.⁴⁶ Tallinnasse rajati sõjalaevade tootmiseks kolm suurt tehas: Vene-Balti ja Bekkeri tehased Kopli poolsaarele ning Noblessneri tehas Miinisadama kõrvale. Üheaegselt ehitatuna, olid nende tööstushoonete tarindusvõtted üsna sarnased, eriti Bekkeri ja Noblessneri tehase töökodadel. Vene-Balti tehase kompleksis kasutati raudbetoonkonstruktsioone vähe.

Bekkeri tehasekompleksis (1912-1914) leidub mitmeid tänaseni hästi säilinud raudbetoonhooneid. Võimsaim neist on 110 meetrit pikk ja 60 meetrit lai laevaehituse töökoja hoone.⁴⁷ Neljaks lööviks jagatud hoone on läbivalt monoliitse raudbetoonkarkassiga. Karkassi vahelised osad seinas on täidetud räubetoonplokkidega. Raudbetoonist kaarkatused toetuvad raudbetoonist segmentkaartele. Lisavalgust ruumi annavad kolmnurksed katuselaternad. Hoone on tituleeritud Eesti suurimaks ühekorruseliseks monoliitset raudbetoonist ehitiseks.⁴⁸ Laevaehitustöökojale identse konstruktsiooniga on sellega liituv kuuelööviline sepikojahoone (vt foto 15). Sarnase tarindusega oli ka läheduses asuv laudsepa töökoja hoone. Laevaehitustöökoja hoonet on hiljuti remonditud ning see on kasutuses laoruumina, sepikojahoone aga seisab tühjana alates seal paiknenud AS Põhjala tootmise väljaviimisest. Ühe võimaliku funktsioonina on kaalutud kunagi tulevikus kaubanduskeskuse paigutamist hoonesse.

⁴⁶ Bruns, D. Endise "Bekkeri & Co" tehasekompleksi ja selle juurde kuuluva asula arengukäik aastatel 1911-1940. <http://www.tallinnbekkerport.com/index.php?main=60> (vaadatud 27.04.2009)

⁴⁷ *Ibid*

⁴⁸ Eesti arhitektuur 1. Tallinn. Toim. V. Raam. Tallinn, 1993, lk 87

Allveelaevade tootmisele spetsialiseerunud **Noblessneri tehasekompleksis** kasutatud raudbetoonkonstruktsioonid on sarnased Bekkeri tehase tootmishoonetes leiduvaile. 1914-1915. aastal rajatud laevasüsteemide tsehh, laevaehitustsehh-valukoda ning koostetsehh on kõik monoliitset raudbetoonist karkassiga. Seintes on karkassipostide vahe täidetud rübubetoon-õõnesplokkeid. Laevaehitustsehh-valukoda ning koostetsehh on sarnase arhitektuurse lahendusega: kolmelöövilise hoone keskmine lööv on teistest kõrgem ning sillatud raudbetoonist segmentkaartega. Ka laevasüsteemide tsehhi katusekonstruktsioon koosneb segmentkaartest, kuid hoone ise on ühelööviline. Hooned on kuni viimase ajani olnud kasutuses tootmishoonetena, kuid on kavas võtta kasutusele uutes funktsioonides.



Foto 16 Noblessneri laevaehitustsehhi sisevaade
Autori foto, 2009

Bekkeri ja Noblessneri tehase kaarkatusega tsehhide tarindamiseks kasutatud raudbetoonist segmentkaartega lahendus oli omas ajas tüüpiline. Samasugust konstruktsiooni kohtab veel endisel Veeteede ameti laol (Lume tn) ning Miinisadama aku- ja torpedo töökojal (Tööstuse 54A). Viimasel on muuhulgas säilinud teadaolevalt ainsana Eestis tolleaegsed akende betoonraamid.⁵¹

⁵¹ Tallinna Kultuuriväärtuste Ameti peaspetsialist Oliver Orro suulised andmed

Raudbetooni otstarbekuse avastasid enda jaoks ka kohalikud baltisaksa töösturid. Eesti kontekstis tähelepanuväärsete raudbetootarinditega lahendati **Lutheri tehase uue mööblivabriku** hooned: **masinasaal** ja **mööblitsehh** (mõlemad 1912). Kolmelööviline masinasaal on lahendatud raudbetoonist raamkarkassil. Elegantne eksponeeritud betoonkonstruktsioon ühes suurte akendega (nii külkseintes kui keskmise löövi katuses) loob modernistlikele ideaalidele vastava ruumimõju. Nii pole imestada, et masinasaali interjööri fotot kasutati Lutheri vabriku toodangu reklaamimisel veel aastaid hiljemgi (vt foto 18). Valgusküllane ja konstruktsiooniilule rõhuv ruum viitab parematele tootmistingimustele ja tehnoloogilistele uuendustele, mis omakorda tähendab kvaliteetsemat toodangut. Sarnast turundusvõtet kasutas ka näiteks Van Nelle kohvi- ja tubakavabrik, mille hoone oli tähelepanuväärne modernistlik arhitektuurisaavutus (vt foto 19).



Foto 17 Lutheri vabriku masinasaali sisevaade
 Repro: Kermik, J. Lutheri vabrik. Vineer ja mööbel:
 1877-1940. Tallinn, 2004, lk 139



Foto 18 Van Nelle vabrikus
 pakitud kohvi reklaam
 Võetud veebilehelt:
[http://www.technikinnerland.nl/
 nl/index.php?title=Veranderingen
 in_het_voedselpatroon](http://www.technikinnerland.nl/index.php?title=Veranderingen_in_het_voedselpatroon)

Masinasaaliga külgneval mööblitsehh on lahendatud raudbetoonist kandekarkassina, laed on tarindatud pea- ja abitalade süsteemis. Kolmekorruseline toomishoone on Eesti raudbetooni ajaloo seisukohalt olulise tähtsusega: Leo Gens on seda määratlenud kui esimest siinset

mitmekorruselist raudbetoonist karkassiga ehitist.⁵² Tänapäevaks on mõlemad hooned renoveeritud ning kohaldatud elamukompleksiks.⁵³

Valdav osa meie 20. sajandi alguse raudbetoonhoonetest on stilistiliselt väga moodsad: peaaegu dekoorivabad, rõhutades konstruktsiooni enda esteetikat. Suurelt osalt tuleneb see muudugi nende hoonete funktsioonist – nii tööstus- kui militaarehitisi hinnati pisut teistest kriteeriumitest lähtudes ning võrreldes elu- või ühiskondlike hoonetega oli seal ratsionaalsus kindlasti tähtsam kui „ilu“. Mõõdukalt dekoori siiski vähemalt tööstusehitiste puhul siin-seal ikka kohtub. Üsna vastuolulisena mõjub **Sindi kalevivabriku kella- ja veetorn** (1903). Torni alumine osa on krohviga kaetud punasest tellisest, ülemised kolm korrust aga monoliitset raudbetoonist. Torni ülaosa ehivad lihtsad karniisid ja kõigis neljas nurgas väiksed ehistornikesed; vabrikukompleksi peasissepääsu poolsesse külge jääb väike historitsistlik segmentfrontoon, mis kuulutab uhkelt aastaarvu „1903“. Sealsamas on aga torni välispind jäetud krohvimata ning eksponeeritud raketisjälgedega betoonivalu – võte, mis nii varajasel ajal isegi tööstushoone fassaadil oli julgelt novaatorlik. Tänapäeval seisab hoone, mis on muuhulgas üks vanemaid säilinud Eesti raudbetoonhoonete näiteid, kahjuks tühja ja mahajäetuna ning laguneb.



Foto 19 Sindi kalevivabriku kella- ja veetorn
Autori foto, 2008



Foto 20 Sindi kalevivabriku kella- ja veetorn
Autori foto, 2008

⁵² Eesti arhitektuur 1. Tallinn. Toim. V. Raam. Tallinn, 1993, lk 181

⁵³ Köller, T. Lutheri kvartali lood. – Maja, 2008, nr 3. <http://www.solness.ee/maja/?mid=112&id=402> (vaadatud 27.04.2009)

3.2.3 Betoon militaarobjektides

Tsaari-Venemaa viimaseks suurejooneliseks sõjaliseks ettevõtmiseks Balti mere regioonis jäi **Peeter Suure nimelise Merekindluse** rajamine Soome lahe äärde. Eestis kulgesid mereliinid Põhja-Eesti rannikul ja saartel, maarinne paiknes ümber Tallinna ja jagunes kolmeks kaitsevööndiks. Kaitseliinid kujutasid endast betoonvarjenditega kaevikusüsteeme, mille juurde kuulusid ka võimsad betoonblindaažid.⁵⁴ Merekindluse kaitseliinide rajatise ei kasutatud õigupoolest kunagi, neist suurema osa purustas 1917. aastal taganev Punavägi. Sellele vaatamata on kunagine võimas kaitserajatiste süsteem fragmentaarselt tänaseni säilinud, olles militaarhuviliste maiuspalaks ning tunnustatud riikliku kultuurimälestisena. Varjendite seinad on monoliitbetoonist, mis on enamasti kaetud silekrohviga, vahel on raketise jäljed ka nähtavale jäetud. Markantseimaks näiteks on siin Iru kaitsepositsiooni haubitsapatarei varjend, kus nii seinte kui lae raketisena on kasutatud ümarpalke (vt foto 21). Varjendite laed toetuvad enamasti terastaladele, mille peale (vahel ka alla või vahele) on valatud betoon.⁵⁵ Betoonlaed ja seinad on kaitserajatistele kohaselt tõeliselt massiivsed, näiteks maakaitserinde roodublindaažide laed keskmiselt 2,5-3,6 meetrit paksud⁵⁶, Naissaare keskkomandopunkti seinad aga lausa 6-meetri paksused⁵⁷.



Foto 21 Ümarpalkidest raketise jäljed varjendi seinal
Repro: Eensalu, M. Pihel, L. Peeter Suure
Merekindlused Tallinnas. TKA n. 9, s. 1517



Foto 22 Komandopunkt Naissaarel
Autori foto, 2004

⁵⁴ Gustavson, H. Merekindlused Eestis 1913-1940. Tallinn, 1993

⁵⁵ Eensalu, M. Pihel, L. Peeter Suure Merekindlused Tallinnas. Tallinn, 2002. TKA n. 9, s. 1517

⁵⁶ Gustavson, H. Merekindlused Eestis 1913-1940. Tallinn, 1993, lk 66

⁵⁷ *Ibid*, lk 34

Lisaks kaitseliinide rajatistele seostuvad Peeter Suure Merekindlusega kaks konstruktiivselt tähelepanuväärset hoonet: vesilennukiangaarid Saaremaal Papisaares ja Tallinna Miinisadamas.

Papisaare angaarid asuvad Kihelkonna lahe idakaldal ning on ehitatud 1915-1917.⁵⁸ Viiest angaarist koosnev kompleks on rajatud kahe hoonena: ühes kaks ja teises kolm 22,0 x 21,8 meetrise põhiplaaniga angaari. Kandekonstruksiooni moodustavad pikisuunalised raudbetoonraamid, mis koosnevad 24 postist ja 18 talast.⁵⁹ Vaheseinad hoonete sees puudusid, 10 cm paksused võrksarrusega betoonist välisseinad valati pärast karkassi valmimist.⁶⁰

Tallinna Miinisadama vesilennukite angaarid on tänasel päeval Eesti varajaste raudbetoonehitiste seast ilmselt tuntuim objekt. Angaaride riskülikulise põhiplaaniga koorikkatus koosneb kolmest kaksikkõverusega sfäärilisest koorikust, seitsmest lühikesest silindrilisest koorikust ja neljast kahekorruselisest nurgatornist. Sfäärilised ja silindrilised koorikud on omavahel ühendatud ja töötavad koos. Sfääriliste koorikute tipus asuvad kaheteisttahulised 10-meetrise läbimõõduga valgustuslaternad. Hoone katusekonstruktsiooni teeb tähelepanuväärseks asjaolu, et see on esimene teadaolev moodsa⁶¹ lahendusega raudbetoonkoorik maailmas. 1916-1917. aastal Taani firma Christiani&Nielsen projekti järgi rajatud hoone⁶² ei pärvinud valmimisjärgselt maailmas kuigivõrd tähelepanu. Angaare kirjeldas 1920. aastal ajakiri *The Builder*, mujal erialakirjanduses seda ei mainita.⁶³ Ilmselt ei osanud tolle aja autorid selle ehitise kohta midagi selgitavat öelda.⁶⁴ Et tegemist oli militaarrajatise, mille ehitamine toimus ilma suurema kärata, ei jõudnud hoone olemus ka Eesti oma insenerkonna teadvusse: aastaid ei pööratud sellele unikaalsele objektile tähelepanu. H. Laul on möönnud, et pikka aega oldi arvamusel, nagu polekski see päris

⁵⁸ Hagelberg, T., Erilt, T., Kõll, O. Eesti NSV tehnikamälestiste (transpordiehitised, veskid, meiereid, sepikojad, energeetikaehitised, väiketööstused) inventariseerimine. Esialgne ülevaade - Kingissepa rajoon (Saare maakond). Kd IV. MKA, s. A-1401

⁵⁹ Onton, H. Investigation of the Causes of Deterioration of Old Reinforced Concrete Constructions and Possibilities of Their Restoration. Doktoritöö (juh. prof. K. Õiger). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli kirjastus, 2008, lk 64

⁶⁰ Hagelberg, T., Erilt, T., Kõll, O. Eesti NSV tehnikamälestiste (transpordiehitised, veskid, meiereid, sepikojad, energeetikaehitised, väiketööstused) inventariseerimine. Esialgne ülevaade - Kingissepa rajoon (Saare maakond). Kd IV. MKA, s. A-1401

⁶¹ 20. sajandi alguses valmis Saksamaal mitmeid Panteoni-laadis raudbetoonist koorikkupleid, neist esimesena *Armeemuseumi* kuppel Münchenis.

⁶² Hoone ehitusajalugu vt: Kaljundi, J. Vesilennuki angaarid. Ajalooline õiend. Tallinn, 1979. MKA s. A-167

⁶³ Morice, P., Tottenham, H. The early development of reinforced concrete shells.- *Historic Concrete: Background to Appraisal*. Edited by James Sutherland, Dawn Hunn and Mike Chrimes. Thomas Telford Publishing, London, 2001, lk 173

⁶⁴ Laul, H. Meenutusi meie ehitustegevusest ja muustki. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 1990, lk 18

koorik, vaid „mingi vähe huvitav kaartest ja taladest kompositsioon.“⁶⁵ 1960. aastate alul hakati taas vesilennukiangaaride koorikkatuse tähtsust teadvustama, kaasajal ei kahtle selles ei insenerid ega arhitektuuriajaloolased: Miinisadama vesilennukiangaarid on muutunud Eesti varajase raudbetooni ikoonobjektiks, mida muuhulgas tõendab nende korduv esitlemine rahvusvahelistel erialakonverentsidel.⁶⁶



Foto 23 Tallinna Miinisadama vesilennuki angaaride sisevaade
Autori foto, 2008

I maailmasõja eelsesse aega jääb veel üks vähem tuntud, kuid oluline raudbetoonehitis - **Rohuküla sadama mageveehoidla** (1914). Tegemist L-tähe kujulise maa-aluse hoonega, mille katuslae kandekonstruktsiooni moodustab saledatele kandilistele sammastele toetuv seenvahelagi⁶⁷ – see on esimene kindlalt dateeritav seenvahelagi Eestis. Seenvahelae leiutasid üsna samaaegselt Claude Allen Porter Turner Ameerika Ühendriikides (1906) ja Robert Maillart Euroopas (1910).⁶⁸ Võrreldes pea- ja abitalade süsteemis vahelaega on seenlagi tunduvalt elegantsem ja ka raudbetooni kasutuse seisukohast enamasti ratsionaalsem.

⁶⁵ *Ibid*, lk 19

⁶⁶ Näiteks Onton, H., Õiger, K. STREMAH X konverentsil Prahas (2007); Onton, H., Õiger, K. ESCS konverentsil Espoos (2006); Onton, H., Õiger, K. TICCIH konverentsil Nagoyas (2005); artikkel: Lankots, E. Hydroplane Hangars in Tallinn. – *The Challenge of Change. Denmark, Estonia, Faroe Islands, Finland, Greenland, Iceland, Latvia, Lithuania, Norway, Sweden*. Ed. O. Wedebrunn. Copenhagen, 2008, lk 38-39

⁶⁷ Hagelberg, T. Eesti NSV tehnikamälestiste inventeerimine. Esialgne ülevaade Haapsalu rajooni tehnikamälestistest. Tallinn 1990. MKA s. A-1399

⁶⁸ Frampton K. *A Critical History of Modern Architecture*. Thames&Hudson: 2007, lk 39



Foto 24 Rohuküla sadama mageveehoidla
Tõnis Padu foto, 2008



Foto 25 Rohuküla sadama mageveehoidla
Tõnis Padu foto, 2008

Rohuküla sadama veehoidla seisukorra on Halberg 1990. aastal hinnanud rahuldavaks, märkides, et kõik seinad ja sambad on terved ning lagi parandatav. Ruumide põhjas oli tookord ligikaudu meeter vett; selle põhjuseks on peetud hüdroisolatsiooni lokaalset ülesütlemist.⁶⁹ Hoone on olulise objektina äramainitud värskelt koostatud Läänemaa 20. sajandi ehituspärandi inventeerimisaruanandes, kus tehakse ettepanek kaaluda selle tehnikamälestisena kaitse alla võtmist.⁷⁰

3.2.4 Betooni ja raudbetooni kasutamine ühiskondlikes hoonetes ja elumajades

Lisaks utilitaarset laadi objektidele jõudis raudbetoon üksikutesse ühiskondlikesse hoonetesse, teenäitajaks olid siin Soome arhitektid-ehitajad. Üks tuntumaid ja enim kajastatud raudbetoonkonstruktsioonidega objekte on Estonia teater (ehitatud 1911-1913, arhitektid Armas Lindgern ja Wiwi Lönn), kus raudbetoon on kasutatud teatri- ja konsertisaali laekonstruktsioonis, samuti keldri vahelaes. Teatrisaali ca 200 t kaaluvat lage pidid kandma neli gigantset tala; kaks sirged ja kaks kõveraks murtud (kupli ehitamiseks).⁷¹ Keldri vahelagi

⁶⁹ Hagelberg, T. Eesti NSV tehnikamälestiste inventeerimine. Esialgne ülevaade Haapsalu rajooni tehnikamälestistest. Tallinn 1990. MKA s. A-1399

⁷⁰ 20. sajandi arhitehpärand. Läänemaa. Koost. T. Padu. Haapsalu 2008. MKA s. A-8013, lk 65

⁷¹ Laul, H. Meenutusi meie ehitustegevusest ja muustki. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 1990, lk 10

on tehtud kahekihilisena, kihtide vahele jäi üsna suur õhuvähe.⁷² Teatrisaali raudbetoonist lae valas Soome-Rootsi firma Kreuger&Toll, kontserdisaali raudbetoonitööd tegi kohalik firma P. Kyrenius & Co, kes esindas Tampere raudbetoonitehast.⁷³

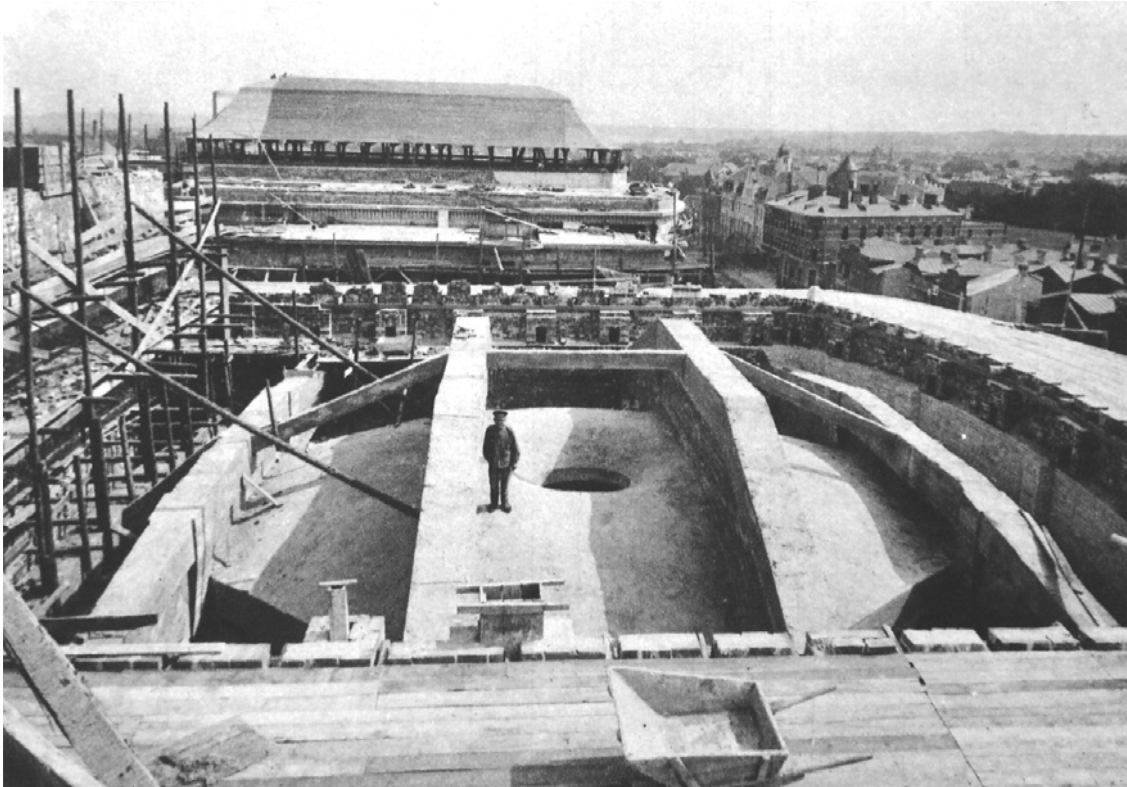


Foto 26 Vaade teatrisaali laele pärast raudbetoonitööde lõpetamist 1912. a

Repro: Peets, H. „Estonia“ teatri- ja kontserthoone ajalugu. Tallinn 1938, lk 99

Estonia teatriga samasse aega jääb Vastastikuse Krediid-Ühisuse hoone Pärnu mnt 10, mille ehituslugu teatrimajaga kohati põimub. Nimelt, kui 1908. aastal Krediid-Ühisuse nõukogu pangale vajalike lisaruumide leidmist arutama hakkas, oli üheks võimaluseks saada need uues ehitatavas teatrimajas. Et teatriehituse komisjon seda varianti lõpuks heaks ei kiitnud, otsustati rajada oma büroohoone.⁷⁴ Selle rajamiseks korraldati konkurss, mille võitis Soome arhitekt Eliel Saarinen. Raudbetooni kasutamine oli tellijapoolne nõue.⁷⁵ Nii valatigi raudbetoonist hoone vundament, vahelaed, korruste kandepostid, samuti üksteise kohal asuvate sisehoovide laed (vt foto 27). Betoonitööd telliti Tampere raudbetooni ja tsemendi valamise tehасelt.⁷⁶ Kui esimese korruse vahelagi on tarindatud pea- ja abitalade süsteemis, siis järgnevate korruste

⁷² Prof. Karl Õigeri suulised andmed

⁷³ Gens, L. Estonia teater. Tallinn, 1979, lk 18

⁷⁴ Tallinna Vastastikuse Kredit-Ühisuse maja ehituse aruanne 1911-1913. Tallinn, 1914, lk 6

⁷⁵ *Ibid*, lk 11

⁷⁶ *Ibid*, lk 23

vahelaed on lahendatud oma aja kohta väga eesrindlikul viisil. „*Wahelaed tehti raudbetonist tugevate kandjate (traglite) vahel. Isoleerimiseks tarvitati Tampere tehase patenti: vahelaepaale valati betonist palgid, mille vahe söepõletuse jäänustega (Schlackiga) täideti ja pealt betoniga kinni müüriti.*“⁷⁷ Nn tugevate kandjate vahelisse alasse laes jäeti tühimikud: konstruktsioon, mis tööpõhimõttelt meenutab õõnespaneeli. Et nende valamine ei olnud muul moel võimalik, siis jäeti betooni sisse ka õõsi ümbritsev raketis.⁷⁸ Hoone on tänaseni edukalt eksploatatsioonis, olulisi probleeme konstruktsioonidega pole esinenud.⁷⁹



Foto 27 Vaade Pärnu mnt 10 hoone siseõu(de)le
Autori foto, 2009

Väga eripärase seinakonstruktsiooniga on Võru kohtumaja (Vabaduse pst 13). 1911. aastal elumajaks rajatud hoone välisseinad on tehtud kahekihilisena: välimiseks kihiks on 13-tolline massiivbetoon ja sisemine kiht moodustub 7-tollistest püstpalkidest. Kihtide vahel on õhuvähe (vt foto 28).⁸⁰ Sein on nii seest kui väljastpoolt krohvitud. Hoone restaureerimistöid läbi viinud AS Kurmiku juht Andri Needo kommenteeris, et enne restaureerimist oli probleemiks palk- ja betoonseinte vahelt räästani kerkiv soojenenud õhk, mis põhjustas talviti

⁷⁷ *Ibid*, lk 24

⁷⁸ Prof. Karl Õigeri suulised andmed

⁷⁹ Välja arvatud juhul, kus ühte sisehoovi lagedest prügiveoauto liigse massi tõttu praod tekkisid – see aga ei tulenenud mitte hoone konstruktsioonide kehvast kvaliteedist, vaid nende väärkasutusest.

⁸⁰ Eimre, M., Suuder, O. Võru, Vabaduse 13. Arhitektuuriajaloolised eritingimused. Tartu, 1997. MKA, s. A-3158

lume sulamist ning sellest tingitud läbijookse fassaadile ja kahe seinakihi vahele. Restaureerimise käigus paigaldati katuserennidele jäävallide tekke vältimiseks elektrisoojenduskaablid, millega probleemid kadusid.⁸¹

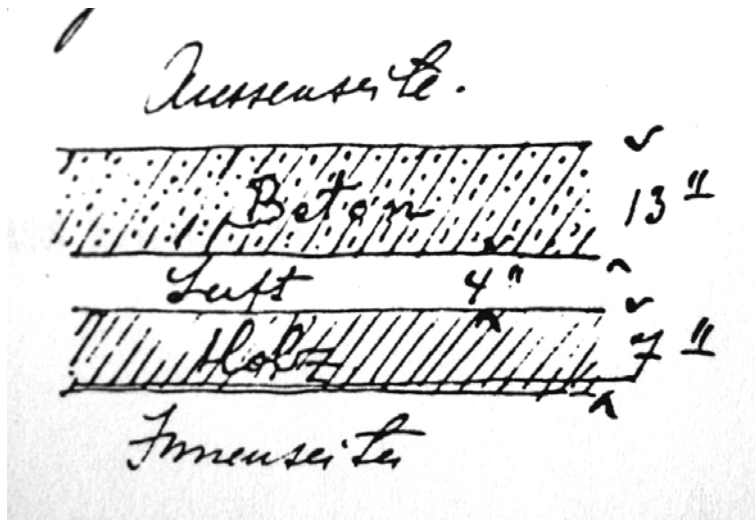


Foto 28: Skits Võru kohtumaja välisseina konstruktsioonist

Repro: Eimre, M., Suuder, O. Võru, Vabaduse 13. Arhitektuuriajaloolised eritingimused. Tartu, 1997. MKA, s. A-3158

Kõigi kolme kirjeldatud hoone ühiseks tunnuseks on moodsa konstruktsiooni peitmine traditsioonilise kihistuse alla – Võru kohtumaja fassaad on lahendatud traditsioonilises võtmes, Estonia teatri laekonstruktsioone varjab butafoorne kuppel ning Krediidpanga interjöörides on laed kaunistatud karniisidega –, mis teeb hoone konstruktiivse lahenduse aimamise keeruliseks. See lubab oletada, et (raud)betooni võidi kasutada ka teistes sama perioodi hoonetes. 20. sajandi alguse kivihoonete konstruktiivsed lahendused on siiani suuresti läbiuurimata valdkond, millest teadmiste saamine on raskendatud, kuna peaaegu ainus võimalus tarinduse tuvastamiseks on konstruktsioonide avamine ümberehitustööde ajal.

⁸¹ Andri Needo, E-mail 17.09.2009

3.3 Betooni kasutus Eesti Vabariigis (1918-1940)

3.3.1 Raudbetooni kasutamise üldisi jooni

Eesti iseseisvumisega 1918. aastal muutus mainimisväärselt siinse ehitusturu olukord. Langesid ära nn suurriiklikud tellimused, mis seni olid toonud Eestisse suurejooneliste tööstus- ja militaarobjektide rajamise. Elu- ja üksikute ühiskondlike hoonete rajamisel oli populaarseimaks materjaliks vaieldamatult puit, millele sekundeeris tähtsamate hoonete juures tellis. See tulenes nii sügavalt juurdunud ehitustraditsioonist kui majanduslikest kaalutlustest (puidust ehitamine oli kindlasti odavam kui kivist). Tol ajal ei tuntud veel valmis raketisi, mistõttu igale raudbetoonobjektile oli vajalik spetsiaalse laudraketise valmistamine. Raketise valmistamisel võis kuluda puitu peaaegu samapalju kui sama suure tarindi valmistamisel puidust. Ka oli raketise tegemine omamoodi kunst, selleks tarbeks olid olemas spetsiaalsed raketispuusepad, kes joonisel antud raudbetooni gabariidi järgi panid ise paika kõik ülejäänud (kogu raketise teostuse, värske betooni surve vastuvõtu jne)⁸² Raudbetoonkonstruktsioonide laia levikut tõkestas kindlasti sellealase ehitustraditsiooni puudus: kui puithoonete ehitamisega tuli toime iga tubli ehitusmeister, siis raudbetoonist hoone rajamine eeldas harilikult enne ehitust konstruktsioonide läbi arvutamist (seega inseneri), samuti betoonivalu iseärasustega kursis olevaid töömehi.

Eelpool toodud põhjustel jäi raudbetooni kasutus 1920. aastate Eesti arhitektuuris tagasihoidlikuks, uus tõusulaine algas 1930-ndate alguses. Sama tendents esines ka muudes ehitusvaldkondades, näiteks sillaehituses, kus Eesti Vabariigi algusaastatel peamiselt parandati ja kohendati olemasolevaid sildu ning uusi ehitati traditsioonilises võtmes kivist ja puidust. 1930-ndatel raudbetooni osakaal sillaehitusmaterjalina küll tõusis märkimisväärselt, kuid jäi puidu ja kivi kasutamisele kõvasti alla.⁸³

Hoonetes kasutati raudbetooni mingil määral vahelagedes, eriti selliste hoonete puhul, kus laekonstruktsioonile olid kõrgendatud nõudmised (näiteks meiereides). Siiski tuleb siinkohal märkida, et kuni II maailmasõjani jäi Eestis peamiseks vahelaekonstruktsiooni materjaliks

⁸² Laul, H. Meenutusi meie ehitustegevusest ja muustki. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 1990, lk 59

⁸³ Matve, H. Eesti sillaehitus. Teadusliku uurimistöö faktimaterjal. Koost. D. Matve. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 2004, lk 113-114

puut, mille kõrval kasutati kohati (nt keldri vahelagede puhul) ka terastaladel võlvitud betoon- või tellistäitega laetüüpi. 1930. aastate lõpuaastate tehnilises kirjanduses kohtab mitmeid artikleid, kus kutsutakse terastaladel laekonstruktsioonist kui tuleohtlikust ja materjali raiskavast loobuma ning asendama seda raudbetoonkonstruktsiooniga.⁸⁴ Eestlaste puidulembust arvesse võttes pakuti vahelaekonstruktsiooniks muuhulgas ka Šveitsi eeskujul puittaladel betoonlage⁸⁵. Kuivõrd seda Eestis rakendatud on, ei ole teada. Eesti betoonist vahelagede eripäraks võib lugeda asjaolu, et meeleldi kasutati suurt nikerdamist nõudvaid konstruktsioone: näiteks nn ülespoole pööratud ribidega nn soome lage⁸⁶ (vt foto 29, kõige ülemine tüüp), mis võrreldes raudbetoonist plaatlaega on oluliselt töömahukam. Lisaks vahelagedele leidis raudbetoon rakendust vundamentide ehitusel ning sillustes.

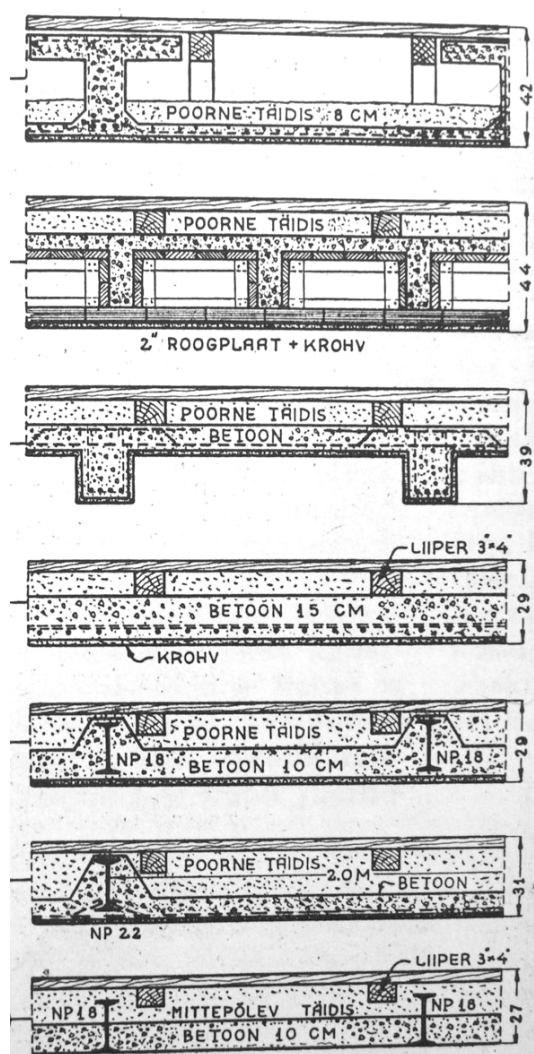


Foto 29 Erinevaid raudbetoonist laetüüpe
Repro: Jürgenson L.
Tulekindlatest lagitarinditest. –
Tehnika Kõigile, 1940, nr 1, lk 10

⁸⁴ näiteks: Jürgenson L. Kui kindel on tulekindel. – *Tehnika Kõigile*, 1937, nr 9, lk 276-280 või Jürgenson L. Tulekindlatest lagitarinditest. – *Tehnika Kõigile*, 1940, nr 1, lk 9-12

⁸⁵ Oengo, H. Betoonlaed puittaladel. – *Tehnika Kõigile*, 1938, nr 12, lk 359-363

⁸⁶ Laul, H. Meenutusi meie ehitustegevusest ja muustki. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 1990, lk 60

3.3.2 Funktsionalismi ja raudbetooni seosest Eestis

Lääne-Euroopas seostus funktsionalismi levik otseselt uute ehitusmaterjalide (raudbetoon, klaas) laialdase kasutuselevõttuga ning nii mitmedki vormiuuendused lähtusid just materjaliuuendustest. Eestisse jõudis funktsionalism eeskätt arhitektuurse võttena, materjalides ja ehitustehnikates jätkati traditsioonilises võtmes. Nii on enamik meie valgetest funktsionalladest, mis väljanägemise järgi võiksid olla raudbetoonist tehtud, saavutanud oma sileda väljanägemise ülekrohvimisega. Tegelik konstruktsioon on enamasti laotud tellistest (näiteks elamu Toompuiestee 6 Tallinnas (1929), Villa Tammekann Tartus (1932), Olev Siinmaa villa Pärnus, Rüütli 2a (1933)), mõnel juhul on see lausa puitkarkass- või topeltplank-seinakonstruktsioon. Viimase heaks näiteks on Tallinnas Nurme 47 asuv esindusvilla (1932), kus nii hoone välisilme (vt foto 30), plaanilahendus kui interjööridetailid vastavad hästi funktsionalistlikule arusaamale. Hoone välisseinad on aga topeltplankkonstruktsioonis ning vahelaed puittaladel (v.a. keldri vahelagi)⁸⁷. Enim aitas raudbetoon funktsionalistlikele vormivõttele kaasa ümarate vormide loomisel, mille tegemine puidust oli keerulisem. Näiteks tehti ka muidu üleni puidust hoone ümarärkli sillused tihti raudbetoonist. Kokkuvõtvalt võib siiski väita, et ehkki funktsionalism mõjutas märkimisväärselt Eesti arhitektuuripildi kujunemist, oli selle mõju raudbetooni levikule vähene.



Foto 30 Nurme 47 villa

Autori foto, 2007

⁸⁷ Suits, M. Nurme 47 väliuuringute aruanne. Tallinn, 2008. TKA

3.3.3 Betoon tööstushoonetes

Ka 1920-1930-ndatel on üks raudbetooni peamisi kasutusalasid tööstusehitus. Siingi pärssis raudbetooni ulatuslikku kasutust kohalik tugev ehitustraditsioon, sedapuhku paekivi hea kättesaadavus ja töötlemisoskus, mis viisid Eestis omanäolise nn paefunktsionalismini. Tõsi küll, vahelaed olid ka paefunktsionalistlikel hoonetel tihti lahendatud raudbetootarinditega.

1925-1927. aastal valminud **Tallinna Filterveevärgi hoone** (arhitekt E. Jacoby) on Eesti raudbetooni ajaloo seisukohalt oluline eeskätt settebasseinide ja filtrite ruumi ning puhtaveehoidla seenvahelagede tõttu - taas on üks varaseid Eesti seenvahelagesid seotud veehoiuruumiga. Kui puhtaveehoidla ning settebasseini ruumi vahelaed meenutavad oma teostuselt Rohuküla seenvahelage, siis filtrite ruumis on need sootuks teistsuguse iseloomuga: lihtsa nelinurkse kapiteelilahenduse asemel on siinsed lootosõiekujuliselt avanevad kapiteelid tõeline disainielement (vt foto 31). Seenlagi ei ole siin mitte ainult otstarbekas lahendus, vaid annab oma tugeva panuse ruumist õhkuva modernistliku tööstusestetika hõngu loomisel.



Foto 31 Ülemiste veepuhastusjaama filtrite saal

Autori foto, 2009

Üks väheseid kahekümnendatel püstitatud suuri tööstushooneid oli sokivabriku **Rauaniit** hoone (1925, 1932-33, arhitekt E. Habermann) Tallinnas. Raudbetoonist vahelaed on tarindatud pea- ja abitalade süsteemis. Võrreldes ekspressiivse arhitektuurse lahendusega

mõjub konstruktsioon üsna tavapäraselt. Hoopis elegantsemat tarindus pakub Tallinna Elektriijaama turbiinisaal (1928-29, arhitekt E. Habermann): hoone katusekonstruktsioon moodustub raudbetoonist ellipsroietest, mis omakorda toetuvad raudbetoonist vööle ja selle all olevatele konsooltugedele (vt foto 32).

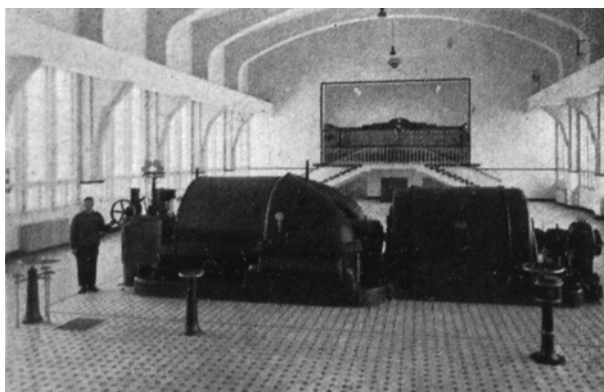


Foto 32 Tallinna elektriijaama turbiinisaal
Repro: Freymuth, H. Tallinna linna elektriijaam. – *Tehnika ja Auto*, 1932, nr 3/4



Foto 33 Püssi jõujaam
Repro: Radik, A. Püssi elektrijõujaam. – *Tehnika Ajakiri*, 1937, nr 1, lk 3

1930. aastatel areneb jõudsalt põlevkivienergeetika. Ida-Virumaal püstitatakse sellega seoses mitmeid tööstushooneid, kus raudbetooni kasutamine otstarbekaks osutub. Tänapäevaks on suur osa nendest hoonetest hävinud või ümberehitustega moonutatud. 1935. aastal alustati **Kiviõli tehase** (arhitekt K. Keltser) laiendamist. Et programm nõudis tehase valmimist juba 1936. aasta detsembriks, sai ehitusmaterjalide valikul määravaks nende kiire ja küllaldane kättesaadavus. Nii loobuti paekivist; selle asemel kasutati raudbetooni ja patentkivi⁸⁸. Enamik hooneid tehti raudbetoonkarkassil ja raudbetoonist vahelagedega; lisaks sai raudbetoonist ka õlivabriku katus.⁸⁹ Samaaegne ning sarnase konstruktsiooniga oli ka Kohtla-Järve õlivabrik. Põlevkivitööstusele vajaliku elektrienergia tootmiseks rajati Püssi 1936. aastal elektrijõujaam (vt foto 33), mille hooned otsustati majanduslikel kaalutlustel ehitada raudbetoonkarkassil ja telliskivitäitega. „*Raudbetoon-konstruktsiooni põhimõte on ehituses läbi viidud võrdlemisi täielikult, sest isegi masinamajal on raudbetoon-lagi /.../*”⁹⁰

⁸⁸ Patentkivi – autoklaavis kivistatud põlevkivituhast tellised, toodeti aastatel 1924-1941

⁸⁹ Keltser, K. A.-Ü. “Eesti Kiviõli” uuemad ehitised. – *Tehnika Ajakiri*, 1937, nr 6/7

⁹⁰ Radik, A. Püssi elektrijõujaam. – *Tehnika Ajakiri*, 1937, nr 1, lk 2

3.3.4 Eesti betooniinsenerid

Ehitusmehaanika märkimisväärne areng Eestis on seotud Ottomar Maddisoni nimega, kes 1921. aastal Peterburi Teedeinstituudi professori kohalt Eestisse naases ning õpetas välja esimese Eesti ehitusinseneride põlvkonna.⁹¹ 1930. aastateks oli Tallinna Tehnikaülikooli juures välja kujunenud Eesti oma tugev insenerkond, kes muuhulgas tegeles innukalt ka raudbetoonkonstruktsioonide projekteerimise ning populariseerimisega. Raudbetoonkonstruktsioonide projekteerijatest kerkisid tollal esile hiljem maailmakuulsaks saanud August E. Komendant (1906-1992) ning Eesti koorikuteteooria väljatöötaja Heinrich Laul (1910 -1991).

Insener August Komendant omandas erialase hariduse raudbetooni staatika alal Dresdeni Tehnikaülikoolis professor Kurt Beyeri juures, kes oli tuntud moodsa ehitusmehaanika arvutusmeetodite edendajana. Oma tegevuse algperioodil töötas A. Komendant ehitusplatsil nii töödejuhataja, ehitusjärelvalvaja kui ehitusettevõtjana. 1937. aastal asutas ta Tallinnas oma inseneribüroo, tegeles projekteerimise ja konsulteerimisega. Aastatel 1937-1939 andis ta loenguid Tallinna Tehnikaülikoolis. 1939. aastal ei valitud A. Komendanti puit-, massiiv- ja raudbetoonkonstruktsioonide professori vakantsele ametikohale, mispeale tema seotus Tallinna Tehnikaülikooliga lõppes.⁹² Mainitud professori valimised väärivad veel mõnda lähemat kommentaari. Komendanti vastaskandidaat valimistel oli H. Oengo. Kandidaadid pidid esitama tehtud tööde kirjeldusi, publitseeritud teaduslikke artikleid, tõendama oma kalduvusi teaduslikuks tööks ja pedagoogilist võimekust. Kolmest professorikandidaatide arvustajast kaks – O. Martin ja V. Paavel – seadsid esimeseks Komendanti, kuna tol oli H. Oengo ees tugevaks eeliseks suur praktiline kogemus. O. Maddison aga esines Komendanti aadressil väga kriitilise arvamusena, mis näib olevat kallutatud isiklikest suhetest – Oengo oli olnud Maddisoni pikaajaline assistent. Ilmselt just soovist Oengo võitu läbi suruda, on Maddison põhjalikult analüüsinud ja läbi arvanud Komendanti esitatud arvutuskäigud ning leidnud sealt rea vigu ja vasturääkivusi, millest tulenevalt süüdistab ta Komendanti arvutuste tegemata jätmises ning erialakirjanduses publitseeritud lahenduste esitamises neile viitamata.⁹³ 1944. aastal lahkus A. Komendant Eestis ning töötas II maailmasõja

⁹¹ Kulbach, V. Tallinna Tehnikaülikool ja ehituskonstruktsioonide areng Eestis. – *Teadusmõte Eestis. Tehnikateadused*. Tallinn: Eesti Teaduste Akadeemia, lk 43

⁹² Korrovits, H. Doktor August E. Komendant – 95. – *Ehitaja* 2001/9, lk 67

⁹³ Arvustajate arvamus kandidaatide kohta : puu-, massiiv- ja raudbetoonkonstruktsioonide professuurile. Tallinn, 1939, lk 32-40

lõpuperioodil lektorina Dresdeni tehnikaülikoolis, kus kaitses ka doktoriväitekirja. Hiljem töötas ta edukalt Ameerika Ühendriikides, tehes muuhulgas koostööd Saaremaal sündinud arhitekti Louis Kahniga, kellega kahasse valmisid mitmed omalaadsed uute konstruktsiooniliste lahendustega arhitektuuriteosed.⁹⁴

A. Komendanti Eesti projekteeritud raudbetoonobjektidest objektidest on olulisemad: Tallinna sadama külmhoone, Kadrioru staadioni tribüün, Riigi Viljasalve elevaator, Tartu veetorn, Tartu lennuangaar, Maardu Fosforiiditehase ehitised (välja arvatud fosforiidisilod).

H. Laulu sel perioodil projekteeritud ehitistest väärivad mainimist näiteks Kadrioru staadioni tribüün, Pärnu rannakohvik koos seenrõduga (koos T. Randveega), Maardu Fosforiiditehase fosforiidipunkrid; samuti projekteeris ta Tallinnasse mitmeid raudbetoonkarkassil elumaju ning töötas Tallinna Tehnikaülikoolis vanemassistendina.

Tallinna sadama külmhoone oli projekteeritud seenvahelagedega raudbetoonist ehitisena. A. Komendant otsustas seenvahelagede kasuks, kuna nii oli võimalik saavutada vahelae paksuse arvelt kokkuhoidu korruste kõrguses ja seeläbi ka välisseinte pinnas, mis oli oluline eeskätt külma kaotsimineku vähendamiseks. Ka oli seenvahelagede puhul lihtsam lagesid isoleerida ning korraldada külmatorustiku läbiviimist ruumidest.⁹⁵ Kuuekorruseline, 46x36 m põhipinnaga hoone on suurim käsitletaval perioodil projekteeritud seenvahelagedega hoonetest. Siinkohal tasub kõrvalpõikena mainida, et seevahelaed, ilmselt just tänu nende arvutamise suhtelisele keerukusele võrreldes taladega laega, ei saavutanud Eestis kunagi seesugust populaarsust kui Lääne-Euroopas, mistõttu ka teadaolevate seenvahelaekonstruktsioonide hulk Eestis on üldse väga väike.

Kadrioru staadioni tribüün (1938, arhitekt E. Lohk) on tuntust kogunud eeskätt tänu selle konsoolvarikatusele, mis 12,8 meetriga oli valmimise ajal pikim Euroopas. Tribüün toetub raudbetoonraamidele, millest keskmised kannavad ka varikatust (vt foto 34). Mart Kalm on kritiseerinud, et arhitektuurse terviku seisukohast, katab varikatus liiga väikest osa tribüünist; samal ajal aga tunnustanud selle inseneri- ja arhitektuurilahenduste kooskõla.⁹⁶ Konstruktsiooni pole siin varjatud, vastupidi, see on peamiseks arhitektuurse rütmi loojaks (vt

⁹⁴ Komendant, A. Kahn kui poeet-filosoof ja arhitekt-Õpetaja. – *Ehituskunst*, nr 47/48, vt ka http://www.ehituskunst.ee/et/12/4748/august_komendant_ka (vaadatud 27.04.2009)

⁹⁵ Komendant, A. Tallinna Külmhoone – *Tehnika Ajakiri* 1938, nr 3, lk 55

⁹⁶ Kalm, M. Eesti 20. sajandi arhitektuur. Tallinn, 2001, lk 152

foto 35). Insenerliku esteetikat toetavad puhtaks jäetud betoonipinnad, mis toovad loomuliku muustrina vaheldust tribüüni suurtesse selgetesse vormidesse. Kadrioru staadion oli üks esimesi hooneid, kus betoonipinda arhitektuursetel kaalutlustel eksponeeriti. Tribüüni istumiskohatade ala on hiljuti hüdroisoleerimise eesmärgil valkjashalli polüuretaankihiga kaetud⁹⁷ (paratamatu kompromiss, mis hoone säilimiseks oli vajalik), osad seinad on Nõukogude perioodil üle krohvitud-värvitatud ning ootavad väljapuhastamist. Kadrioru staadioni tribüün on tänaseni aktiivses kasutuses.

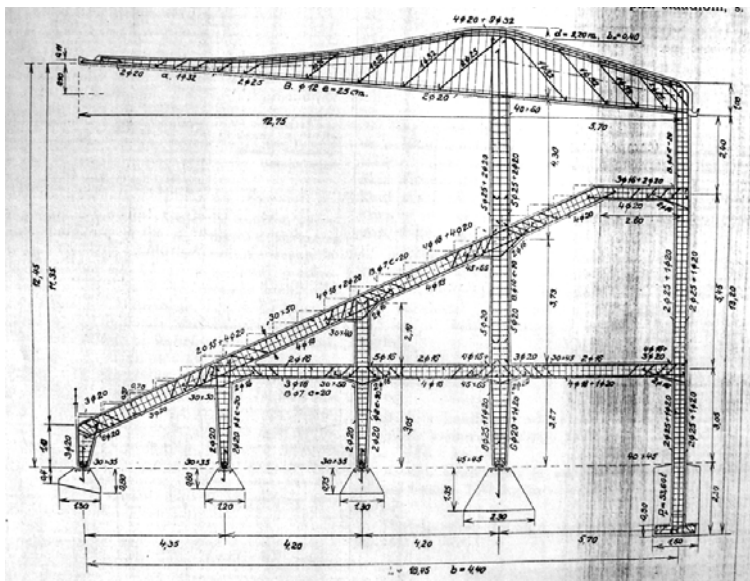


Foto 34 Kadrioru staadioni tribüüni konstruktiivne joonis
 Repro: Komendant, A. Tallinna Kadrioru staadioni
 raudbetoon-tribüün. – *Tehnika Ajakiri*, 1937, nr 10 lk 280



Foto 35 Vaade Kadrioru staadioni
 tribüüni alusele käigule
 Autori foto, 2009

Tribüüni varikatuse konstruktiivse lahenduse väljatöötaja ümber on segadus: sellele aule pretendeerivad nii A. Komendant kui H. Laul. (Konstruktorina on märgitud ka Tarmo Randveed, kes esines arvatavasti ehitusettevõtja rollis.) Komendant avaldas 1937. aastal artikli Kadrioru staadioni tribüüni arvutamisest⁹⁸. Laul aga väidab, et tribüüni projekteeris tõepoolest Komendant, kuid varikatuse töötas välja tema⁹⁹. Arvestades, et Komendant esitab oma artiklis küll tribüüni raamide põhjaliku arvutuskäigu ning varikatust – mille tähtsust ta ometigi oma professuuri kandideerimisel rõhutab¹⁰⁰ – peaaegu ei mainigi, on sel väitel ilmselt

⁹⁷ Kadrioru staadioni direktori Olavi Sikka suulised andmed

⁹⁸ Komendant, A. Tallinna Kadrioru staadioni raudbetoon-tribüün. – *Tehnika Ajakiri*, 1937, nr 10, lk 278-282

⁹⁹ Laul, H. Meenutusi meie ehitustegevusest ja muustki. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 1990, lk 70

¹⁰⁰ Arvustajate arvamused kandideerijate kohta : puu-, massiiv- ja raudbetoonkonstruktsioonide professuurile. Tallinn, 1939, lk 35

tõepõhi all.¹⁰¹ Selge on, et tribüün ja varikatuse valmisid kahe inseneri koostöös, kelle omavahelised suhted ei olnud just parimate killast.¹⁰² Nende omavahelist täpset tööjaotust ei ole nüüd, üle 80 aasta hiljem, enam võimalik tuvastada; autorina tuleks mainida mõlemat.

3.3.5 Betooni propageerimine

1930. aastate alguses kasvas tuntavalt eestikeelse ehitusalase kirjanduse maht. Ehitusmaterjalide ja –tehnoloogiate tutvustusi avaldasid lisaks raamatutele ja püsitrükistele ajakirjad „Tehnika ja teadus“, „Tehnika ja Auto“, „Tehnika Kõigile“, samuti erinevad aastaraamatud, kalendrid jms. Betooni ja raudbetooni propageeriti kui puidust tulekindlamat ja püsivamat materjali.

Tsemenditehase Port Kunda reklaamleht kirjutab:

„Majaperemehed, põllupidajad, ehitusmeistrid! Õppige rohkem tundma betooni! Ehitage põlisest tulekindlast materjalist! /.../ Peale selle on betoonehitus vee- ja tulekindel, põline, hügieeniline, nägus, ei nõua remonti ja annab rahvamajanduslikku kasu, sest võimaldab rohkem puumaterjali välja vedada.“



Foto 36: Reklaam ajakirjas Tehnika Ajakiri 1930. aastal

Repro: Tehnika Ajakiri, 1930, nr 7, tagakaas

Betooni populariseerimisest rääkides, ei saa mainimata jätta insener Andres Grauenit, kelle sülest ilmus 1930-ndatel pea iga kuu mõni betooni tutvustav ja propageeriv kirjutis.

¹⁰¹ Et suurema osa varikatuse projekteerimisest tegi ära H. Laul, on Komendanti arvustades oletanud ka O. Maddison.

¹⁰² Laul, H. Meenutusi meie ehitustegevusest ja muustki. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 1990, lk 70

Andres (Andrei) Grauen (1886-1942) lõpetas 1918. aastal Peterburi Mereakadeemia laevainsenerina. 1930. aastatel oli ta juhtivaid tegelasi Eesti tehnikakirjanduses, olles nii „Tehnika ja Teaduse“ kui „Tehnika Kõigile“ vastutavaks toimetajaks. Grauenit huvitanud teemade ring oli lai: meretehnikast kunstmarmorini. Lemmikvaldkonnaks jäi aga betooni kasutamine. Riikliku muinsuskaitse all on A. Graueni enda ehitatud lillornamendiga betoonaed Nõmmel (vt foto 37), mille valmistamise õpetuse ta „Tehnika Ajakirjas“ ka publitseeris.¹⁰³ Grauen oli Eesti Vabariigi sõjaministeriumi ja Riigi Sadamatehaste teenistuses. Nõukogude okupatsiooni saabudes ta arreteeriti ning ta suri NKVD Leningradi vanglas enne kohtuotsuse täideviimist.¹⁰⁴



Foto 37 Graueni tehtud aed Nõmmel
Autori foto, 2007

3.3.6 Betoon igapäevase ehitusmaterjalina?

Betooni propageerijate unistus, et betoon muutuks levinud ehitusmaterjaliks mitte ainult ühiskondlikult oluliste objektide ja tööstushoonete puhul, vaid ka iga majaperemehe jaoks, enne Nõukogude perioodi pigem ei täitunud. Linnades asuvates kivist kortermajades ei olnud 1930. aastate lõpul raudbetoonkarkassi ja –vahelagede kasutamine enam haruldus. H. Laul on raudbetoonist „soome lagede“ kohta välja toonud, et neid kasutati massiliselt nii elamutes kui ühiskondlikes hoonetes.¹⁰⁵ Kahjuks ei selgu sellest väljendusest, mida täpselt massiline kasutamine tähendas. Siiski võib teadaolevate hoonete põhjal oletada, et 1930. aastatel, iseäranis kümnendi teisel poolel, oli betooni kasutamine kiviseintega kortermaja vahelaes pigem reegliks kui erandiks. Näiteks Tallinnas EKA majal (Vabaduse väljak 7) ja Urla majal (Pärnu mnt 6.) on raudbetoonist ribilaed, „Palace“ hotellil (Vabaduse väljak 3) ja endisel

¹⁰³ Grauen, A. Raudbetoon-aed. – *Tehnika Ajakiri*, 1935, nr 12, lk 261-262

¹⁰⁴ Teod ja saatused. – *Mente et Manu*. 1.02.2006, lk 5

¹⁰⁵ Laul, H. Meenutusi meie ehitustegevusest ja muustki. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 1990, lk 60

Tallinna Majaomanike panga majal (Vabaduse väljak 10) aga raudbetoonist nn „soome“ laed.¹⁰⁶



Foto 38 Talumajapidamise betoonist abilhooned Uulas

Autori foto, 2008

Maapiirkondades jäi valatud betooni kasutamine tagasihoidlikuks, leides peaaesjalikult rakendust põrandate, keldrite, aiapostide jms väiksemate tarindite või objektide juures, samuti vahelagedes. Rohkem kasutati raudbetooni mitmesugustes spetsiifilise funktsiooniga ehitistes: piimatööstuse hoonete vahelagedes (nt Koosa, Puhja, Alatskivi meiereides), alajaamade karkassis (nt Helme ja Haapsalu Tiigi tn alajaamal) jms. Üheks erilisemaks valatud betooni vernakulaarse kasutuse näiteks on talumajapidamise abihooned Tartumaal Uulas (Rämsil). Hoonete seinad on tehtud kivikbetoonist¹⁰⁷, kaarekujulistel katustel on rauast painutatud lattide vahele valatud betoon. Raudbetoonist kaarkatuselahendusi kohtab mujalgi Eestis: niimoodi olid tarindatud näiteks Kaarepere raudteejaama kaalukoda (20. saj algus)¹⁰⁸ ja Järvakandi klaasitehase tootmishooned (1920-ndad)¹⁰⁹.

¹⁰⁶ Randvee, T. Ajakohased raudbetoonlaed. – *Tehnika Kõigile*, 1937, nr 4, lk 109

¹⁰⁷ Kivikbetoon on betoon, millesse betoonimise ajal on lisatud 10-15 cm jämedusi pae- või raudkivist täitekive. Lisatavate kivide maht peab olema umbes 40% kogu kivikbetooni mahust. Uula kompleksi hoonete seinad ei vasta täielikult kivikbetooni tunnustele, kohati on tegemist lihtsalt maakividest laotud müüriaga, mida on betooniga tugevdatud.

¹⁰⁸ Hagelberg, T. Eesti NSV tehnikamälestiste inventeerimine. Esialgne ülevaade Jõgeva rajooni (maakonna) tööstus- ja tehnikamälestistest. Kd XX A. 1990. MKA, s. A-2617

¹⁰⁹ Hagelberg, T. ENSV tehnikamälestiste inventeerimine. Esialgne ülevaade Rapla rajooni tehnikamälestistest. Kd. VIII. 1990. MKA, s. A-1968



Foto 39 Järvakandi klaasivabriku tootmishoone sisevaade 1980-ndate lõpul

Repro: Hagelberg, T. ENSV tehnikamälestiste inventeerimine. Esialgne ülevaade Rapla rajooni tehnikamälestistest. 1990. MKA, s. A-1968



Foto 40 Helme alajaam 1980-ndate lõpul

Repro: Hagelberg, T. ENSV tehnikamälestiste inventeerimine. Esialgne ülevaade Valga rajooni tehnikamälestistest. 1990. MKA, s. A-1970

Lisaks valatud betoonile tarbiti mitmesuguseid betoonist pressitud kive. Kui enne 1930. aastaid kasutati betoonist seinakivina peamiselt õõneskive, siis 1930-ndatel propageeriti usinalt Soomes leiutatud Nopsa-süsteemis¹¹⁰ betoonkividest seinakonstruktsiooni. Esimene Nopsa-süsteemis hoone ehitati Eestis 1929. aastal, kokku ehitati neid 1940. aastaks 500 ringis. Üldiselt võib järeldada, et betoonkivist seinte kasutus Eesti maapiirkondade elumajades jäi puidu kõrval väheseks.

Veelgi haruldasemad on massiivbetoonist seintega hooned Eestis. Betoonist sein ei peetud sobivaks loomalaudagi seinale, eluhooneist rääkimata. „Lehmalauda sein kui ka sokkel ei ole kohased massiivbetoonist, sest et see laseb külma läbi.“¹¹¹ Üks teadaolevaid betoonist seintega loomapidamishooneid on Harjumaal Kiska külas asuv tall (täpne ehitusaeg

¹¹⁰ Nopsa-süsteem: betoonkividest 3 kihiline sein, kus välimise ja keskmise kihi vahel on õhuvahe (võib olla ka täidis) ning keskmise ja sisemise kihi vahel urbne täidis (saepuru, turvas, põlevkivituhk jms) Võeti kasutusele Soomes 1920. aastate alul. Nimetus Nopsa tuleneb soomerootsi murraku väljendist ja tähendab „nobe“ – nimetus, mis viitab ehituse kiirusele ja kergusele.

¹¹¹ Tsemendi- ja betoonitööde käsiraamat. Tallinn, 1931, lk 84

teadmata). Hoone jämedatäitelisest betoonist seinad on 24 cm paksused; seinä täpne konstruktsioon ei ole teada: võimalik, et betooni sees on puitkarkass.



Foto 41 Kiskal asuv betoonist seintega tall
Reet Saluvere foto, 2008



Foto 42 Kiska talli seinä lähivaade
Reet Saluvere foto, 2008

1930. aastate lõpul asuti propageerima soojustatud raudbetoonist välisseintega elamute ehitamist, eeskuju võeti jällegi Skandinaaviast. Soojaisolatsiooni materjalideks pakuti kas gaasbetooni, roliiti või korkplaati.¹¹² 1938. aasta seisuga nenditakse, et seni ei ole Eestis veel ehitatud raudbetoonist välisseintega elamuid.¹¹³ Siinjuures tasub märkimist, et üksikuid massiivbetoonist¹¹⁴ seintega elumaju oli Eestis eelarvamustest hoolimata rajatud – näiteks juba eelpool kirjeldatud Võru kohtumaja. Eesti Vabaõhumuuseumi teadusdirektor Heiki Pärdi teadis nimetada ka üht massiivbetoonist seintega asunikutalu Abjas.¹¹⁵

3.3.6 Raudbetoonist silindrilised vormid

Koht, kus raudbetoonist seinad ulatuslikumalt rakendust leiavad, on mitmesugused silindrilise vormiga hooned, mille puhul raudbetooni kasutamine oli lihtsalt otstarbekas.

¹¹² Veski, A. Raudbetoon-välisseintega elamute ehitamisest Eestis. – *Tehnika Kõigile*, nr 1938, nr 7, lk 197-198

¹¹³ *Ibid*, lk 197

¹¹⁴ Arvatavasti ei olnud nende majade seinad rauaga armeeritud, vaid kasutatud oli kivikbetooni või tugevduseks betooni sees puitkarkassi.

¹¹⁵ Heiki Pärdi suulised andmed, 4.04.2009

Esimesed raudbetoonist tuletornid Eestis rajati 1924. aastal Virtsu ja Kübassaarde (mõlemad sama projekti järgi).¹¹⁶ 1930. aastatel valmis rida raudbetoonist kehandiga tuletorne, näiteks Abrukal (1931), Paralepas (1932), Manilaiul (1933) Lõul (1933), Norbys (1935), Mehikoormas (1938) jt.¹¹⁷

Põllumehele jagati juhiseid, kuidas valmistada raudbetoonist silotorni. Mõned sellised ka valmisid, näiteks Kuremaa mõisa silotorn. Inseneritehniliselt silmapaistvamad olid mitmesugused tööstuslikud hoidlad, millest kuulsamad on Kunda tsemenditorn (1939) ja Riigi Viljasalve elevaator (1940-41). H. Laul meenutab, et Kunda tsemenditorni ehitusel kasutati esimest korda Eestis „uudsust – libisevat raketist“, kus torni kogu perimeetrile pandi iga kahe meetri tagant betooni sisse püsti jämedad ümarraud, mida mööda raketist tungraudadega tõsteti.¹¹⁸ Sarnast süsteemi kasutati ka A. Komendanti projekteeritud viljaelevaatori ehitusel. Too objekt ei jõudnud aga kahjuks veel täielikult valmidagi, kui see 1941. aasta sõjategevuses õhati.¹¹⁹

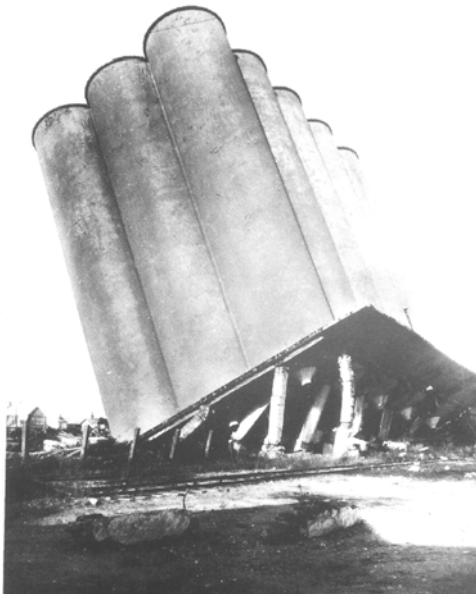


Foto 43 Riigi Viljasalve viljaelevaator Tartus
Repro: Hallas-Murula, K. Funktsionalism
Eestis. Tallinn, 2002, lk 45

Raudbetoonist on ka Suure Munamäe tippu püstitatud vaatetorn (1939), mille kohta Karin Hallas-Murula on märkinud, et „*sellisena võib ta olla sümboliks Eesti iseseisvusaegsele arhitektuurile tervikuna: vabariigi algusaastate puidust odavaid ehitusi selja taha jättes jõuti*

¹¹⁶ Luige, A. Eesti tuletornid. Fakte ja meenutusi. Tallinn, 1982, lk 59

¹¹⁷ *Ibid*, lk 59, 65-84

¹¹⁸ Laul, H. Meenutusi meie ehitustegevusest ja muustki. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 1990, lk 55

¹¹⁹ Hallas-Murula, K. Funktsionalism Eestis. Näituse kataloog. Tallinn: Eesti Arhitektuurimuuseum, 2002, lk 45

sireda ja selgevormilise funktsionalistliku tornini /.../“¹²⁰. Ehkki Hallas-Murula kirjeldab arhitektuurset arengut, võib teatud mööndustega sama lauset laiendada ka raudbetooni arenguloole: 1930. aastate lõpuks oli raudbetoon saanud Eestis aktsepteeritavaks ehitusmaterjaliks nii insenertehnilisest kui esteetilisest aspektist.

3.3.7 Betooni esteetika omaksvõtt Eestis

Ehkki modernism ülistas masinaesteetikat ja materjaliehedust, on käsitletaval perioodil eksponeeritud raudbetoonkonstruktsioonid tüüpiliselt kas üle krohvitud või vähemalt värvitud. See tendents ei ole Eesti eripära, sama nähtus esineb kogu maailmas.¹²¹ Sarnaselt muu maailmaga, toimus ka Eesti ühiskonnas betooni esteetika omaksvõtt 1930-ndate teisel poolel. Oluline objekt siin on Pärnu rannakohvik (1939), milles tõstetakse esile konstruktsiooni ja pinna eksponeerimist: „/.../Esmakordselt on julgetud meil selle hoone juures staatilist konstruktsiooni tõsta esteetiliseks ehituslikuks vormiks ja ehitusmaterjali loomuliku pinna dekoratiivseks elemendiks /.../“¹²²

Soovimata rannakohviku arhitektuurset tähtsust vähendada, tuleb siiski mainida, et ehituskonstruktsiooni esteetilise eksponeerimise esmakordsus on selge liialdus. Arhitektuuri ja ilusa konstruktsiooni sümbioosi kohtab Eesti arhitektuuris oluliselt varem: enamike tööstushoonete interjööris ei ole konstruktsiooni varjatud, vaid on seda julgelt disainielemendina kasutatud. Heaks näiteks on siin nii Lutheri Mööblivabriku masinasaal, Filterveevärgi filtrite ruumid või Tallinna elektrijaama turbiinisaal. Miinisadama vesilennukiangaarid on aga tõeliselt skulpturaalse, materjalile karakterse vormiga ka väljast vaadatuna. Neid objekte ei mainita betooni esteetika seisukohalt kuskil. Miks? Tegemist on tööstus- ja militaarobjektidega, mis ei ole mõeldud tavakodaniku tarbeks ega tema ilumeele ergutamiseks. Seega on rannakohvik tõepoolest üks esimesi betooni esteetikat kandvaid ühiskondlikuid hooneid: betooni võimalusest lähtuvaid ilusaid insenertehnilisi lahendusi ja puhtaid raketise jälgedega pindu pakub ka aastajagu varem valminud Kadrioru staadioni tribüün. Kui tänapäeva vaataja ei tunneta raketise jälgedega betoonipinda ega kohviku interjööris nähtavale jäetud betoonkarkassi millegi erilisena, siis kipsrosettidega harjunud

¹²⁰ *Ibid*, lk 46

¹²¹ Burkhardt, B. A Modern Movement in engineering. Structural developments in architectural history. – *The Fair Face of Concrete. Conservation and Repair of Exposed Concrete. Seminar Proceedings. Eindhoven: DOCOMOMO International*, 1998, lk 30

¹²² Kesa, E. Pärnu suvituslinna uuemaist ehitustest. – *Varamu lisa Eesti Arhitektuur*. 1940, nr 2/3, lk 25

ühiskonnas oli see novaatorlik radikaalne lähenemine, uus esteetika. Olgu betoonipinna eksponeerimine Pärnu rannakohvikus esmakordne või mitte, väärib tõesti tunnustust, millise „veenva otsekohesusega jätab ta alasti betooni, mille pinna teeb elavaks rakenduse laudade paralleeljoonestik.“¹²³



Foto 44 Pärnu rannakohvi seenrõdu alt vaadates, detail

Autori foto, 2008

¹²³ *Ibid*, lk 26

4. Eesti varajaste raudbetoonhoonete kahjustused

4.1 Üldiselt

Raudbetoon, nagu iga teinegi materjal, vananeb ja laguneb. See on loomulik protsess, mida ei saa käsitleda materjali defektina, küll aga on küsimus vananemise kiiruses. Raudbetooni näol on tegemist materjaliga, mis sobivate tingimuste korral suudab töötada keerulises olukorras ning olla kauakestev. Raudbetoonkonstruktsiooni vastupidavus sõltub väga paljudest teguritest: ümbritsevast keskkonnast, töö- ja materjali kvaliteedist, hooldusest jms. Kui moodsa arhitektuuri restaureerimisel on sageli probleemiks kasutatud materjalide ning nende käitumise, sh. vananemise, vähene tundmine, siis raudbetoon moodustab siinkohal meeldiva erandi. Raudbetooni lagunemismehhanismid ning restaureerimistehnoloogiad on maailmas üsna hästi uuritud valdkond ning selle kohta leidub palju asjalikku võõrkeelset kirjandust. Alljärgnevalt on lühidalt edasi antud peamised raudbetooni lagunemise põhjused ning võimalusel kommenteeritud nende olulisust Eesti varajaste raudbetoonhoonete puhul.

Probleemidest raudbetoonkonstruktsioonis annavad enamasti märku praod, pealispinnast lahti löönud sarruse kaitsekiht. Kui mikropraod võivad olla raudbetoonkonstruktsiooni juures paratamatuks ning stabiilsust mittehäirivaks nähtuseks, siis pilt, kus betoonikihi alt on paljandunud sarrus, viitab selgelt progresseeruvale lagunemisele. Et raudbetoon on kasutusel valdavalt konstruktiivsetes elementides (mitte viimistlusmaterjalina), siis algavad tõelised probleemid hetkest, mil küsitavaks muutub konstruktsiooni kandevõime. Võimalusel tuleks sellesse olukorda jõudmist ennetada, kuna parandused on siis juba väga ulatuslikud ja võivad tähendada suuri asendusi, mis ehitise autentsuse seisukohast on igal juhul ebasoovitavad.

Raudbetoonkonstruktsioonide lagunemise põhjused võib jagada:

- 1) projekteerimis- ja ehitusvead;
- 2) materjali halb kvaliteet;
- 3) kasutusvead;

- 4) keskkonnamõjud;
- 5) keemilised tegurid;
- 6) õnnetusjuhtumid.

Antud liigitus ei pretendeeri täiuslikkusele, kuna mitmed põhjused on omavahel tihedalt seotud ning neid võiks käsitleda erinevate kategooriate all. (Erinevad publikatsioonid kasutavad erinevaid liigitusi ning toodud liigitus on magistritöö autori süntees.) Liigituse eesmärgiks on hõlbustada üldistamist kahjustuste põhjuste kirjeldamisel just Eesti varajasi raudbetoonhooneid silmas pidades.

4.2 Projekteerimis- ja ehitusvead

Projekteerimis- ja ehitusvigade all on silmas peetud erinevaid inimese teadmatuses või hooletusest tehtud vigu nii projekteerimis- kui ehitusstaadiumis. Siia alla kuuluvad näiteks konstruktsiooni aladimensioneerimine vale arvutusmeetodi või arvutusvea läbi, vale segukoostise kasutamine, ebakompetentne ehitus: vead raketise valmistamisel, sarruse paigutusel või betooni valmistamisel või valamisel jms. Ehkki seda tüüpi vigu võib ette tulla igal perioodil, on mõnedel aegadel nende esinemise tõenäosus suurem. Magistritöös käsitletavat ajajärku iseloomustab üldiselt konstruktsioonide eksperimentaalsus. Eriti kehtib see enne Esimest maailmasõda valminud ehitiste puhul, kus nii inseneridel kui ehitajatel nappis kogemusi ning mitmel juhul võis vigu põhjustada raudbetooniteooria ebapiisav areng. Üheks selliseks näiteks on Estonia teatri raudbetoonkonstruktsioonid, mis olid kohati vigaselt projekteeritud¹²⁴, probleemi süvendasid veelgi ehitusvead. Nii selgus pealesõjajärgsetel taastamistöodel, et teatrisaali lae algne konstruktsioon oli valesi ehitatud, mistõttu see oli algusest peale avariohtlik. Nimelt oli murtud talade tugevdamiseks ettenähtud välisrangid, mis aga olid paigaldatud hoopis sirgetele taladele, kus neid vaja polnud.¹²⁵ Võimalikke teadmatuses tingitud puudujääke konstruktiivsete lahenduste osas kompenseerisid kõrged kvaliteedinõuded materjalile ja tööle. Tulemuseks olid ehitised, mis sageli ilma igasuguse hoolduseta on vastu pidanud ligi 100 aastat.

1930. aastateks oli teadlikkus raudbetoonkonstruktsioonide projekteerimisel ja ehitamisel tugevalt tõusnud. Regulaarselt publitseeriti õpetusi betooni valmistamiseks ja kasutamiseks

¹²⁴ Laul, H. Meenutusi meie ehitustegevusest ja muustki. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 1990, lk 8

¹²⁵ *Ibid*, lk 10

erinevates valdkondades – põllumajanduses, sõjaväes jms. Ehitustöö kvaliteet (vähemalt suurematel ehitustel) oli üldjuhul kõrge. Heinrich Laul on oma meenutustes rõhutanud ehitustegevuse kõrget taset 1930-ndatel, viidates, et tööviivitusi ega kvaliteedi probleeme ei esinenud kunagi.¹²⁶

Üheks probleemikohaks võib pidada tollaegseid väärarusaamu betooni omadustest, eeskätt betooni omaduste ülehindamist ja nendest lähtunud projekteerimisotsuseid. Nii näiteks kirjutas tollaegne autoriteetne betooniinsener A. Komendant Kadrioru staadioni tribüüni kohta: „*Nagu praegused vaatlused ja katsed näitavad, on /.../ saavutatud praktiliselt täiesti veekindel betoon. Seetõttu on esialgu istmete astmestik jäetud täiesti isoleerimata, kuid siiski on ette nähtud katus katta asfaldiga, kuna ei ole soovitatav, et kandekonstruktsiooni oleks otseselt ilmastiku mõju all.*“¹²⁷ Katmata jäetud istmed pidasid küll vastu ligi 40 aastat, kuid siis algasid läbijooksud.¹²⁸ 2000. aastal koostatud aruandes on märgitud, et kasutatud betoon ei olnud kaugeltki mitte piisavalt tihe tänapäevases mõistes.¹²⁹

Siiski võib, vaatamata meie varajaste raudbetoonkonstruktsioonide kohatisele eksperimentaalsele iseloomule, üldistatult väita, et projekteerimis- ja ehitusvead ei ole tänaseni säilinud ehitiste juures olulisimaks lagunemisteguriks. Siinkohal sobib meeldetuletamiseks P. Kaila paljutsiteeritud lause: „*Tõsiseid ehitusvigu vanas majas olla ei saa, selle garantiiks on maja pikk iga.*“¹³⁰

4.3 Materjali halb kvaliteet

Halvakvaliteedilise materjali probleem seisneb lähtekomponentide – tsemendi, vee ja täiteainete – nõuetele mittevastavuses. Levinumad nähtused siin on kahjulike lisanditega saastunud vesi ja täiteained, mis võivad põhjustada keemilisi lagunemisprotsesse raudbetoonis, samuti osaliselt hüdratiseerunud tsement, mis ei ole enam piisava aktiivsusega ja ei taga korralikku kivistumist. Ka täiteaine vale fraktsioon halvendab betooni kvaliteeti. Arvestades, et käsitletaval perioodil oli tsement betooni koostises ainus materjal, mille

¹²⁶ Laul, H. Meenutusi meie ehitustegevusest ja muustki. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 1990, lk 59

¹²⁷ Komendant, A. Tallinna Kadrioru staadioni raudbetoon-tribüün. – Tehnika Ajakiri, 1937, nr 10, lk 281

¹²⁸ Kadrioru staadioni direktori O. Sikka suulised andmed

¹²⁹ Kadrioru staadioni tehnilisest seisukorrast. TTÜ Ehitiste projekteerimise Instituut. Tallinn 1998. Aruanne Kadrioru staadioni valduses.

¹³⁰ Kaila, P. Majatohter. I osa. Tallinn, 1999, lk 16

kvaliteet oli kindlalt kontrollitud, siis jäi materjali halvast kvaliteedist tulenevate põhjuste juures pearoll täiteaine ja vee kanda. A. Grauen kirjeldab Inglismaal läbiviidud uuringuid, kus selgus, et betoonitööde ebaõnnestumise põhjustest ligi 40% olid seletatavad lähtekomponentide halva kvaliteediga.¹³¹ Üldiselt võib aga siingi väita, et tänaseni püsivate ehitiste juures, ei ole lähtekomponentide halb kvaliteet peamiste lagunemispõhjuste seas, küll aga võib olla seda soodustavaks teguriks.

4.4 Kasutusvead

Kasutusvigade juures tuleks olulisemate probleemidena välja tuua konstruktsiooni ülekoormamist, vandalismi ning hooldamatust. Ülekoormamine toimub harilikult teadmatult-mõtlematult ning on sageli seotud funktsiooni muutusega, kus tarindeid suhteliselt vähe koormav kasutusviis (nt eluhoone) asendatakse funktsiooniga, mis toob endaga kaasa suure kasuskoormuse (nt arhiivi- ja muud hoiuruumid, tööstus jms). Vandalism ja selle mõju ei vaja ilmselt pikka kommentaari. Ehitiste vähene hooldus või suisa hooldamatus ning sellest johtuv hoonete lagunemine on kaasajal aktuaalne teema, millele üha enam tähelepanu pööratakse. Nõukogude perioodil tekkinud peremehetuse tunne on viinud olukorrani, kus paljud hooned on hoolduse puuduse tõttu jõudnud avariilisse seisusse. Kindlasti oleksid oluliselt paremas tehnilises seisukorras unikaalsed Miinisadama vesilennukiangaarid, kui oleks nende katusekatet regulaarselt uuendatud: teadaolevalt kaeti 1938. aastal kõige linnapoolsema kupli katus bituumeniga, ülejäänud tõrvati; 1960-ndatel tõrvati veel kord kõiki kupleid.¹³²

Eesti raudbetoonhoonete puhul on olukorda raskendanud veel mitmed faktorid lisaks üldisele sotsiaalsele taustale. Ühelt poolt on paljude varaste raudbetoonhoonete näol tegemist väga spetsiifilise algfunktsiooniga ehitistega (nt militaar- ja tööstushooned), millele ongi keeruline uut funktsiooni ja seeläbi ka uut peremeest leida. Teisalt aga hõljab raudbetooni ümber nn hooldusvaba materjali müüt, mistõttu paljud inimesed ei teadvusta, et ka raudbetoonehitised vajavad regulaarset hooldust. Raudbetoonhoonete hooldamine ei erine oluliselt üldisest hoonete korrashoiust. Kindlasti tuleb betooni maksimaalselt kaitsta ilmastikumõjude, eeskätt otsese sadevee või muu sinna sattuva niiskuse eest.

¹³¹ Grauen, A. Mispärast betoonitööd lähevad rikki. – *Tehnika Ajakiri*, 1930, nr 8, lk 124

¹³² Vesilennukite angaarid. Ajalooline õiend. Koost. J. Kaljundi. Tallinn, 1979. MKA, s. A-167

4.5 Keskkonnategurid

Niiskus, nagu ka suur temperatuuri kõikumine on Eesti kliimas ilmselt tähtsaimad ehitise lagunemist soodustavad keskkonnategurid. Niiske konstruktsiooni külmumisel selle poorides tekkivad jääkristallid toovad endaga kaasa sisepeingeid materjalis ja viivad pideva külmumis-sulamistsükli kordumisel materjali purunemiseni. Piisava niiskuse olemasolu on ka eelduseks sarruse roostetamisel. Samuti võib vesi betoonist välja uhta sideainet või viia betoonipinna erodeerumiseni. Teistest ilmastikuteguritest on mainimisväärse tähtsusega veel tuul, mis võib samuti betoonipinna erosiooni põhjustada. Oluliseks keskkonnateguriks võib saada ka õhusaaste. Õhus leiduv CO₂ kiirendab betooni karboniseerumist, väävl- ja lämmastikuühendid moodustavad veega reageerides aga agressiivseid happeid. Rohkem esteetiline kui strukturealne probleem on betooni pinnale kogunev mustus. Küll aga võib mustusega kaasnedes betooni kahjustavate ainete kergem ladestumine pinnale, samuti loob see eeldused bioorganismide kasvuks betooni pinnal. Näiteks hallitusega on hädas Tallinna Filterveevärk: värvitud seenvahelaed filtrite ruumis on kaetud tihedalt hallitustäppidega. See-eest üsna kaunilt mõjuvad Merekindluse betoonrajatiste sammaldunud pinnad (vt foto 45). Isegi kui biokahjustusi käsitleda romantilise paatinana, tuleb meeles pidada, et kokkuvõttes mõjub mustusest või samblikust tekkinud kiht materjalile halvasti, kuna hoiab kinni niiskust. Ebasoodsaid keskkonnatingimusi on üldjuhul väga raske või suisa võimatu muuta, küll aga on võimalik betoonipinda vähemalt mingil määral nende eest kaitsta.



Foto 45 Peeter Suure Merekindluse betoonist rajatise sammaldunud varemmed Naissaarel
Autori foto, 2004

4.6 Keemilis-füüsikalised tegurid

Keemiliste tegurite puhul tuleb eristada sarruse ja betooni enda lagunemismehhanisme. Betooni kahjustusprotsessidest kaks olulisemat on soolkahjustused ning täiteaine leelisreaktsioon, vähemal määral reaktsioonid hapetega. Betooni **soolkahjustused** seisnevad materjali sattunud lahustunud soolade reageerimisel betoonis leiduvate mineraalidega, mille tulemusena muutub betooni koostis ja vastupidavus. Olulisemgi on aga asjaolu, et reaktsioonisaadused on mahult kordi suuremad kui lähteained ning kui need kristalliseeruvad betooni sees, on tulemuseks pinged ja materjali purunemine. Ohtlikumaiks loetakse sulfaate, mille reageerides betoonis leiduva trikaltsiumaluminaadiga tekkivad soolad on iseäranis suure mahuga (nt etringiit). Soolad võivad sattuda betooni juba lähtekomponentides, aga ka hiljem vees lahustunult: vihmaveega, maapinna niiskusest kapillartõusuga jms. Soolkahjustustega betooni pind muutub praguliseks ja lööb kihtidena lahti, betoon muutub pudedaks.¹³³

Täiteaine leelisreaktsioonil reageerib betoonis leiduv aluseline lahus täiteaines sisalduvate teatud liiki räniühenditega. Reaktsiooni saaduseks on hüdrokoopne aluseline silikaatgeel, mis vett absorbeerides paisub ja tekitab betoonstruktuuri lõhkuvaid pingeid. Tulemuseks on taas betooni pragunemine. Tekkinud praod on iseloomuliku struktuuriga: pingevabas tsoonis moodustavad need ebakorrapärase „ämblikuvõrgu“, aga näiteks sarruse lähedal järgivad praod harilikult sarruse orientatsiooni. Kaugelearenenud kahjustuse märgiks võib olla ka pragudest immitsev geel. Täiteaine leelisreaktsiooni ennetamise ning peatamise olulisem vahend on hoida betoon kuivana.¹³⁴

Sarruse kahjustuseks on peaaegu alati **korrodeerumine**, mis olemuslikult on elektrokeemiline protsess. Teras, sattudes elektrolüüdilahusesse, muutub pidevalt töötavaks galvaanielemendiks, täpsemalt, terase pinnal tekib palju mikrogalvaanielemente. Puhta raua kristallikesed terases hakkavad tööle anoodina ja terase koostises olev tsementiid (Fe_3C) ning süsinik katoodina. Selle protsessi käigus liiguvad elektronid raualt esmalt tsementiidile ja süsinikule, hiljem ka hapnikule või H^+ -ioonidele. Raud oksüdeerub (roostetab). Tekkiv rooste on muutuva koostisega aine $-n\text{FeO} \cdot m\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot p\text{H}_2\text{O}$, kus n , m ja p sõltuvad temperatuurist, niiskusest, hapniku juuresolekust jt teguritest.¹³⁵ Igal juhul on aga rooste maht märksa suurem

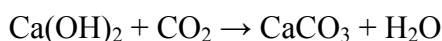
¹³³ Son, L. H., Yuen, G. C. S. Building Maintenance Technology. London: The Macmillan Press, 1993, lk 84-85

¹³⁴ *Ibid*, lk 87

¹³⁵ Strugatski, M., Nadeinski B. Üldine keemia. Tallinn, 1969, lk 201-202

kui korrodeeruval terasel, mistõttu põhjustab metalli pinnale tekkiv rooste pingeid betoonis ja viib sarruse kaitsekihi pragunemise ja lahtilöömiseni.

Sarruserauda ümbritsev betoon kaitseb seda korrosiooni eest. Sõltuvalt betoonikihi paksusest ja kvaliteedist, kaitseb see sarrust vähemal või rohkemal määral kokkupuute eest niiskuse ja õhuhapnikuga, mis mõlemad on olulised eeldused korrosiooniks. Veelgi olulisem on aga betooni aluseline pH-tase (värske betooni pH on vahemikus 12,5-13,5), mille tulemusena tekib terase pinnale passiveeriv kiht, mis pakub tõhusat korrosioonikaitset. Betooni pH-taset muudab neutraalsemaks ajapikku toimuv reageerimine õhus leiduva süsihappegaasiga ehk **karboniseerumine**. Värske betooni pH-taseme aluseliseuse annab hüdratatsiooni käigus tekkiv kaltsiumhüdroksiid ehk kustutatud lubi, mis aga reageerides betooni pooridesse tungiva süsihappegaasiga moodustab pH-lt neutraalse kaltsiumkarbonaadi.¹³⁶



Selle protsessi kõrval toimub paralleelselt süsihappegaasi reageerimine veega. Moodustuv süsihape on nõrk hape, mille vesilahus toimib suurepärase elektrolüüdilahusena. Sarruse korrodeerumine algab, kui pH sarruse ümber on langenud alla 9 ning betooni poorides on piisavalt niiskust ja hapnikku. Karboniseerumine algab betooni pinnalt ja liigub järk-järgult sügavamale. Karboniseerumise kiirus sõltub mitmetest teguritest, peamiselt aga betooni koostisest ja süsihappegaasi sisaldusest õhus.¹³⁷ Näiteks tihedast asustusest kaugel eemal asuva Suure Munamäe vaatetorni raudbetoonantarindite karboniseerumissügavuse mõõtmisel leiti, et betoon oli 60 aastaga karboniseerunud väga vähe, vaid paari millimeetri ulatuses.¹³⁸ Heakvaliteediline betoon karboniseerubki harilikult väga aeglaselt, ka 50 aasta pärast ei ületa karboniseerumissügavus 5-10 mm. Samal ajal võib halva kvaliteediga betoon karboniseeruda 25 mm sügavusele vähem kui 10 aastaga. Karboniseerumist soodustavad (mikro-)praod jms defektid betoonipinnal.¹³⁹ Betooni karboniseerimissügavuse selgitamiseks võetakse betoonist proov (puuritakse välja tükk) ja määratakse indikaatoriga selle pH-tase. Selleks sobib näiteks fenoolftaleiin: proovikeha kastetakse fenoolftaleiini lahusesse või pritsitakse lahust proovikehale: aluselise pH-tasemega osa värvub lillakaspunaseks, karboniseerunud osa ei muuda värvi.

¹³⁶ Son, L. H., Yuen, G. C. S. Building Maintenance Technology. London: The Macmillan Press, 1993, lk 80-83

¹³⁷ *Ibid*

¹³⁸ Prof. Karl Õigeri suulised andmed

¹³⁹ Son, L. H., Yuen, G. C. S. Building Maintenance Technology. London: The Macmillan Press, 1993, lk 83-84

Sõltumata karboniseerumissügavusest võib sarrus siiski korrodeeruda, kui betooni on sattunud vees lahustuvaid kloriide. Kloriidid lõhuvad kaitsva kihi sarruse pinnal ja võimaldavad seeläbi korrosiooniprotsessi, ühtlasi on kloriidide vesilahus heaks elektrolüüdilahuseks.¹⁴⁰

Varaste raudbetoonhoonete puhul on karboniseerumine oluline lagunemist põhjustav tegur. Et raudbetooni lagunemismehhanisme 20. sajandi alguses veel ei teatud, siis on tolleaegsetes konstruktsioonides sarrust kattev betoonikiht sageli väga õhuke ning seetõttu on see tänaseks enamasti läbikarboniseerunud. Sellist olukorda kohtab näiteks Bekkeri veetorni raudbetoonarandite puhul, kus sarrusraudade tihedast paigutusest tingituna oli betooni kaitsekiht sarrusraudade ümber jäänud väga õhukeseks või kohati puudus sootuks. Kombinatsioonis betooni vähese tiheduse ja ümbritseva keskkonna suure niiskussisaldusega on see viinud betooni läbikarboniseerumiseni ja sarruse tugeva korrosioonini.¹⁴¹ Analoozne olukord esineb Estonia teatri keldri vahelagede talades.¹⁴² Ka Noblessneri tehase laevaehitussüsteemide tsehhi raudbetoonkarkassi postide nurkades on sarrus paigaldatud välispinnale väga lähedale, mistõttu korrodeerunud sarrus seda katva õhukese betoonikihi paljudest kohtadest lahti löönud (vt foto 46).



Foto 46 Noblessneri tehase laevasüsteemidetsehhi karkassiposti roostetav sarrus
Autori foto, 2009

¹⁴⁰ *Ibid*, lk 84

¹⁴¹ Tallinna Boeckeri veetorn. Tehniline ekspertiis ja kasutusettepanek. Ins. A. Danil. Tallinn 1996. TKA n. 2, s. 74C

¹⁴² Prof. Karl Õigeri suulised andmed

Täiteaine leelisreaktsiooni, soolkahjustuste ning kloriididest põhjustatud korrosiooni tähtsuse kohta Eesti varajaste raudbetoonehitiste lagunemisel ei ole võimalik adekvaatset hinnangut anda, kuna sellekohaseid uuringuid on tehtud napilt (ja dokumenteeritud ilmselt veelgi vähem). Euroopa materjaliteadlased peavad üldiselt karboniseerumist raudbetooni lagunemise peamiseks põhjustajaks, seevastu Ameerika Ühendriikides omistatakse põhiroll kloriididele ja teistele sooladele.¹⁴³

4.7 Õnnetusjuhtumid

Omaette kahjustuste valdkonna moodustavad igat laadi **õnnetusjuhtumid**: tulekahjud, üleujutused jms. Siia alla võib teatud mõõndusega liigitada ka **sõjapurustused** (ehkki nende näol on enamasti tegemist inimese tahtliku tegevusega). Eesti kontekstis on I ja II maailmasõjal arhitektuuripärandi hävitajana olnud märkimisväärne roll. Eriti valusalt puudutas sõda militaar- ja tööstusehitisi kui sõjaliselt strateegilisi objekte, millest paljud õhiti või puruks pommitati. Nii näiteks on paljud Merekindluse rajatised meieni jõudnud osaliselt või täielikult purustatuna. II maailmasõja käigus kannatas pommitamise läbi tugevalt ka Dvigateli tööstuskompleks, arvatavasti hävisid siis teiste tsehhide saagkatused (mis suure tõenäosusega olid mehaanika montaažitsehhi katusele analoogse konstruktsiooniga).

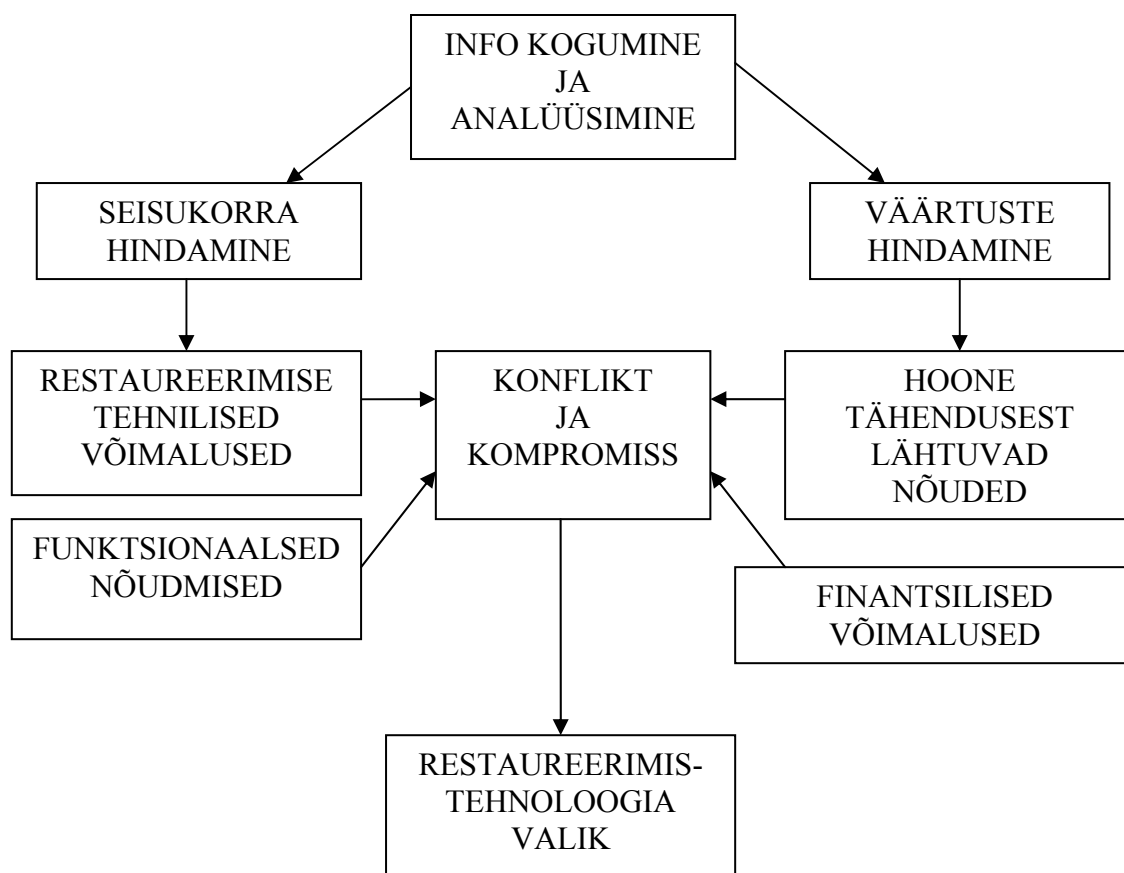
¹⁴³ De Jonge, W. Concrete repair and material authenticity. – *The Fair Face of Concrete. Conservation and Repair of Exposed Concrete. Seminar Proceedings*. Eindhoven: DOCOMOMO International, 1998, lk 76

5. Restaureerimistehnoloogia valik

5.1 Restaureerimistehnoloogia valiku protsess

Iga objekt on unikaalne ning eeldab individuaalset lähemist. Hea tulemuseni viiva restaureerimistehnoloogia valik tähendab paljude aspektide üheaegset arvestamist ning nõuab professionaalide (arhitekt, ajaloolane, restaureerimistehnoloog, ehitusinsener, eelarvestaja jt) koostööd.

Üldistatult võiks restaureerimistehnoloogia valikuprotsessi kujutada järgmise skeemina:



Allpool on lähemalt vaadeldud ja analüüsitud skeemil toodud neid protsessi osi, mille puhul varajaste raudbetoonstruktuuride käsitlemine erineb traditsioonilisest restaureerimisest:

- info kogumine ja analüüsimine - raudbetoonkonstruktsioonide uurimine eeldab nii insenerilt kui ajaloolaselt eriteadmisi;
- seisukorra hindamine ja restaureerimise tehnilised võimalused - materjali eripära tingib spetsiifilisi parandusvõtteid;
- väärtuste hindamine ja hoone tähendus – vanade raudbetoonkonstruktsioonide hindamiseks on omad kriteeriumid;
- funktsionaalsed nõudmised – vanadele raudbetoonhoonetele uue funktsiooni leidmisel on tüüpsed probleemid.

Finantsvahendite mõju restaureerimisotsuse kujunemisele siinkohal pikemalt ei analüüsita, kuna olemuslikult ei erine see traditsioonilisest restaureerimisest.

5.2 Info kogumine

Objekti kohta võimalikult suure hulga info kogumine on vajalik eeltöö nii insenerile kui arhitektuuriajaloolasele¹⁴⁴. Levinumad viisid info saamiseks on:

- töö arhiivis ja raamatukogus: vanade projektplaanide (nii algsete kui hilisemaid ümberehitusi kajastavate), vanade fotode, hoone valmimisaegsete kirjelduste, eelnevate restaureerimiste aruannete jms uurimine;
- *in situ* vaatlus: nii seisukorra hindamiseks kui ehitusajalooliselt erinevate ehitusjärgude tuvastamiseks;
- erinevad uuringud ja mõõtmised: nii kohapeal kui laboris.

Nii insenertehnilistes kui arhitektuuriajaloolistes uuringutes võib ja enamasti ka tuleb kasutada kõiki eelpooltoodud info kogumise viise. See eeldab head koostööd inseneri ja ajaloolase vahel: kasu on sellest mõlemale poolele.

Inseneritöös aitavad ajaloolised andmed (nt hoone kavandatud kasutusotstarve, võimalik kasutatud arvutusmetoodika jms) välja töötada konkreetsele objektile tehnilise seisundi ja

¹⁴⁴ Arhitektuuriajaloolase asemel võib olla ka arhitektuurikonservator, restaureerimisarhitekt vms ametinimetust kandev isik, kelle läbiviidavad uuringud on suunatud peaauglikult hoone ajaloo, väärtuste, konteksti, tähenduse jt „pehmete“ väärtuste väljaselgitamiseks.

jääkkandevõime uuringu meetodikat.¹⁴⁵ Varajaste betoonehitiste puhul on sageli tegemist pooleksperimentaalse konstruktsiooniga, mille tööpõhimõttest ning seeläbi ka hoone tugevuse ja konstruktsiooni üldisest seisukorrast arusaamist hõlbustaksid tunduvalt algsed konstruktsioonijoonised (ka fotod ehituselt). Koostöö ajaloolasega võimaldab vältida olukorda, kus ajaloolane arhiivis konstruktiivsed plaanid kui visuaalselt vähepakuvad kõrvale jätab ning insener ei oska neid küsidagi.

Arhitektuuriajaloolise uuringu poole pealt aitaks inseneride ja ajaloolaste vaheline koostöö jällegi kompenseerida ajaloolaste üldiselt nõrka konstruktsioonide tundmist ja/või neile liiga vähese tähelepanu pööramist. Praeguses muinsuskaitse eritingimuste kirjutamise praktikas on kahjuks tavaline olukord, kus hoone kirjelduse juures ei leidu mingit infot konstruktsiooni materjali kohta või kus hinnangud konstruktsioonidele lähtuvad pigem kirjutustraditsioonist kui konkreetse hoone mõistmisest.

Heaks näiteks on siin Pärnu mnt 10 hoone, mille kohta koostatud muinsuskaitse eritingimustes¹⁴⁶ on põhjalikult inventeeritud hoone dekoor ja interjööridetailid (mis on kahtlemata olulised), kuid tollaegse Eesti kontekstis tähelepanuväärne vahelagede ja siseõuede konstruktsiooni ei kirjeldata rohkem, kui ühe korra möödaminnes seoses raudbetoonitöid teinud Soome ettevõtte nimetamisega. Veelgi enam, väärtusliku tarindina on esile tõstetud ja säilitamisväärselt loetud hoopis katusekonstruktsiooni, mis antud hoone puhul on üsna tavaline. Ehitusaegsest järelevalve aruandest¹⁴⁷ selgub, et hoone algne katusekonstruktsiooni lahendus oli tavatu: kivikatus, kus hüdroisolatsioon ei olnud paigaldatud mitte katusekivide alla, vaid asfaltkattena pööningu põrandapinnale. Paraku ei väärtustata eritingimustes mitte seda omas ajas uuendusmeelset lahendust¹⁴⁸, vaid nõutakse saematerjalist sarikate-tugipostide süsteemi (mis ei pruugi isegi mitte algne olla) säilitamist, äärmisel juhul hoolikat proteesimist(!). Taoline nõue lähtub tõenäoliselt pikaajalisest töökogemusest Tallinna vanalinna hoonetega, kus sageli on puidust katusekonstruktsioon ilmekas ehituskihistus, ning sama suhtumise automaatset ülekandmist täiesti teistlaadsele hoonetele.

¹⁴⁵ Onton, H. Investigation of the Causes of Deterioration of Old Reinforced Concrete Constructions and Possibilities of Their Restoration. Dissertatsioon (juh. prof. K. Õiger). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli kirjastus, 2008, lk 132

¹⁴⁶ Pärnu mnt 10 muinsuskaitse eritingimused. Koost. S. Pihlak. TKA n. 9, s. 1694

¹⁴⁷ Tallinna Vastastikuse Kredit-Ühisuse maja ehituse aruanne 1911-1913. Tallinn, 1914, lk 27

¹⁴⁸ Taolise lahenduse säilitamine oleks pööningukorruse väljaehitamisel ka võimatu.

Konstruksioonide ajaloo halva tundmise negatiivseks tagajärjeks on oluliste konstruksioonide tähelepanuta jätmise või, veel hullem, nende lammutamisele määramine. Varajaste raudbetoonkonstruksioonide puhul esineb kaks põhilist ohtu.

- Konstruksioone ei peeta vajalikuks uurida, kuna hoone arhitektuuriline lahendus ja dekoorielemendid viitavad traditsioonilist laadi ehitustehnikale. Hoonetest, kus traditsiooniliste arhitektuurivõtete all peitub omas ajas moodne konstruksioon, on teada näiteks Estonia teater ja Võru kohtumaja. Eeldatavasti on samalaadseid hooneid veelgi, mistõttu tuleks iga 20. sajandi alguse kivimaja konstruksioonidesse suhtuda kõrgendatud tähelepanuga.
- Konstruksioon jätab liiga uue mulje, mistõttu peetakse seda nõukogudeaegseks kihistuseks ja seeläbi väheväärtuslikuks lisanduseks. 2007. aastal lammutati rekonstrueerimistööde käigus Rotermanni külmhoone 1928. aastast¹⁴⁹ pärinev raudbetoonist seenvahelagi. Kruubiveski külge ehitatud väiksele külmhoonele jäid eraldi muinsuskaitse eritingimused koostamata – kruubiveski eritingimustes¹⁵⁰ on seda küll nõutud, kuid mingil põhjusel on need tegemata jäänud. Nii puudus enne projekti koostamist ja lammutustöid korralik ajalooline õiend. Ainus hoone tarinditele antav väärtushinnang leidub kruubiveski eritingimustes väljavõttena esitatud E-Konsulti koostatud tehnilises ekspertiisis, kus nenditakse, et külmhoone ainsaks väärtuseks on selle paekiviseinad. Ilmselt puudus hindajal teave laekonstruksiooni vanusest ning asjaolust, et see oli üks väheseid II maailmasõja eelseid säilinud raudbetoonist seenvahelagesid Eestis.

5.3 Konstruksiooni väärtuslikkuse hindamine

Varajaste raudbetoonehitistega tegelemine eeldab suutlikkust analüüsida lisaks arhitektuursetele, stiililistele, linnaehituslikele jms aspektidele ka hoone konstruksiooni ning anda sellele väärtushinnang Eesti ehitusajaloolisest kontekstist lähtuvalt. Millised võiksid olla kriteeriumid Eesti varajaste betoonkonstruksioonide hindamisel?

Universaalsete hindamise aluste esitamine ei ole siin võimalik: iga hoone eeldab individuaalset lähenemist ning hindamine iseenesest jääb alati subjektiivseks protsessiks.

¹⁴⁹ Projekt külmhoone kasutuselevõtuks, kooskõlastatud 1928. TLPA s. 167

¹⁵⁰ Eensalu, M., Pihel, L. Rotermanni kruubiveski arhitektuuriajaloolised eritingimused. Tallinn, 1999. TKA n. 2, s. 279

Mõningaid üldisi tunnusjooni ning neist väljakasvavaid kriteeriume võib aga eelpool esitatud Eesti raudbetoonkonstruktsioonide ajaloolisele ülevaatele tuginedes välja tuua.

Eesti varajaste raudbetoonkonstruktsioonide väärtustamise üheks põhjuseks on nende vähesus: juba rajamisajal oli tegemist pigem erandliku materjalikasutusega ning ajafiliter on kahandanud tänaseni säilinud tarindite hulka veelgi. **Materjalist tuleneva erilise kriteeriumit** võib käsitleda ajast sõltuva lineaarse funktsioonina: mida vanem on konstruktsioon, seda tähelepanuväärsem on asjaolu, et tegemist on (raud)betooniga.

Lihtsustatult võib jagada käsitletava perioodi ajaliselt järgmistesse etappidesse:

| Periood | Perioodi (raud)betooni kasutuse iseloomustus | Väärtustamise alus |
|--|---|---|
| 19. sajand | Betoon alles võetakse kasutusele. Sellest ajast teadaolevaid ja kindlalt dateerivaid betoonikasutusi on vähe. | Väärtuslik on juba betooni kui materjali leidumine iseenesest, sõltumata selle kasutusviisist. |
| 20. sajandi algus kuni I maailmasõjani | Betoon levib. Osatakse luua raudbetoonkonstruktsioone. Kasutusala: põhiliselt utilitaarsetes ehitistes, lisaks üksikutes moodsates ühiskondlikes hoonetes. | Siin ei piisa väärtustamiseks ainult betooni kui materjali leidumisest, oluline on selle kasutusviis. Väärtuslikud on siia perioodi dateeruvad terviklikult lahendatud <u>raudbetoon</u> tarindid: seinakarkassid, vahelaesüsteemid, katused, suuresti sõltumata kasutatud konstruktiivsest lahendusest. |
| Maailmasõdade vaheline aeg | Raudbetoonkonstruktsioonide laiem levik, muutumine tavaliseks ehitusmaterjaliks (eriti perioodi lõpul). | Betooni või raudbetooni kasutamine konstruktsioonis ei anna automaatselt alust pidada konstruktsiooni väärtuslikuks, vajalik on vastavus täiendavatele kriteeriumitele. |

Periodiseeringus esitatud ajapiirid on antud orienteerivalt, tegelikkuses ei ole võimalik nii jäike piire tõmmata ning piirilähedase objekti puhul tuleb lähtuda konkreetsest hoonest/konstruksioonist.

Eesti varajaste raudbetoonehitiste näol on sageli tegemist rohkem insenertehnilist kui arhitektuuristiililist arengut peegeldavate objektidega. Siit koorub järgmine hindamiskriteerium: **konstruktiivse lahenduse uuenduslikkus**. Uuenduslikkuse mõõtmisel tuleb arvestada nii ajalist kui ka ruumilist mõõdet: konstruktsioon võib olla tähelepanuväärne omas ajas üldiselt, aga ka kitsamalt ainult Eesti kontekstis. Omaette klassi moodustavad hooned, kus teadaolevalt kasutati **esimest korda Eestis** mingit uut tüüpi konstruktsiooni. Vesilennukite angaariid evivad väga varajase koorikkonstruktsioonina kindlasti ülemaailmset tähtsust. Lutheri vabriku mööblitsehhi konstruktsioon on küll Eestis tähelepanuväärne kui esimene siinne mitmekorruseline raudbetoonist karkassiga hoone, maailmamastaabis jääb selle tähendus tagasihoidlikuks¹⁵¹. Kõrvutades Lutheri mööblitsehhi ja Rauaniidi vabriku sarnast konstruktsiooni, töötab aeg kindlalt esimese kasuks: kui pea- ja abitalade süsteemis tarindatud lagi oli 1912. aastal veel eesrindlik lahendus, siis 1920-ndate lõpul mõjub see juba igavalt ja veidi vanamoeliseltki.

Moodsas arhitektuuris võib konstruktsioonil olla oluline roll ajastu esteetika kandjana. Seega lisandub eksponeeritud konstruktsiooni puhul hindamisel **esteetilisuse** kriteerium. Siin võib kõnelda nii tarindi enda ilu, elegantsi, proportsioonitäiuse mõõtmisest, kui ka laiemalt tähendusest, mille annab hoonele just sellise konstruktsiooni kasutamine. Tarindi enda nõ ilu mõõtmisel võib täheldada omamoodi seaduspära. Nimelt näib raudbetoonalade-fermide-raamide proportsioonide ilu tajumine olevat kooskõlas nende lahenduse insenertehnilise meisterlikkusega: väiksema ristlabilõikega kandjad mõjuvad elegantsemalt, mis omakorda tähendab harilikult hoolikamalt ja täpsemini dimensioneeritud konstruktsiooni.

Arhitektuuripärandi hindamisel loetakse sageli mõnda hoonet väärtuslikuks kui mingi **tüübi ilmekat esindajat** (nt „20. sajandi alguse külakoolimaja hea näide“ või „1950-ndate individuaalelamu hea esindaja“). Sarnast hindamisalust võiks mõnikord rakendada ka varajaste raudbetoonkonstruktsioonide puhul. Näiteks tasuks väärtustada ja mõnel juhul ehk kaitstagi Eestis 1930-ndatel laialt levinud nn soome lae konstruktsiooni. See laetüüp ei paista

¹⁵¹ Võrdluseks: Prantsusmaal ehitati r/b karkassiga hooneid juba 19. sajandi lõpul.

silma erilise konstruktiivse lahendusega, ka materjalikasutus ei ole 1930-ndate kontekstis midagi tähelepanuväärset ning, kuna tarind on harilikult varjatud, siis esteetilisest kategooriatest pole rääkida põhjust. Omal ajal levinud laetüübist teatakse tänaseks vähe, ometi on tegemist arhitektuuriajaloolise verstapostiga, mis kõneleb Eesti ehitustraditsioonist ning vääriks seeläbi ka rohkem teadvustamist.

Omaette teemaks raudbetooni puhul on selle **pinnaviimistlus**. „*Igast lauast on betoonil äratõmme; puu süü, iga joon, oksakoht ja vaigulaik on kandunud sellele: orgaaniline puu on andnud betoonile elu*“¹⁵², kirjutas Ernst Kesa omal ajal tunnustavalt Pärnu rannakohvikust. DOCOMOMO tehnoloogiakomisjoni esimees Ola Wedebrunn on lüüriliselt võrrelnud betoonivalu fotokunstiga¹⁵³. Pildistamisel püüame idee esmalt negatiivile ja realiseerime selle hiljem paberile. Betooni jaoks on negatiiviks raketise sein, mille vormi ja pinnastruktuuri see kõvenemisel omandab. Raketislaudade puidusüü muster ongi kui foto: igavikku talletatud ja seeläbi esile tõstetud juhuslik hetk. Betoonpinna struktuur võib rääkida ehitaja oskustest ja töövõtetest, selle eksponeeritus või eksponeerimata jätmine aga arhitekti ideaalidest kui ka tollaegse inimese tajust ja kunstimaitses üldisemalt. Et käesolevas töös käsitletavad hooned on eranditult kohapeal valatud betoonist sündinud, siis tasub rõhutada, et monoliitbetoonist hoonete originaalne betoonpind – kuivõrd see on kordumatu ja nõ inimkäe puudutust kandev – vajab väärtustamist ning võimalusel algsena säilitamist.

5.4 Hoone tehnilise seisundi hindamine

Hoone tehnilise seisundi registreerimise eesmärgiks on selgitada välja peamised kahjustused ja nende põhjused. Kahjustuste põhjuste väljaselgitamine võimaldab valida sobiva restaureerimismeetodi ning vältida kahjustuste kordumist tulevikus.¹⁵⁴ Inseneritehniline hinnang peaks eelnema iga vähegi olulisema raudbetoonkonstruktsiooni restaureerimisele ning ideaalis sisaldama endas mitte ainult visuaalse vaatluse ülestähendust, vaid ka materjaliuuringuid (betooni karboniseerumissügavuse mõõtmist, kasutatud sarrusraua margi

¹⁵² Kesa, E. Pärnu suvituslinna uuemaist ehitustest. – *Varamu lisa Eesti Arhitektuur*. 1940, nr 2/3, lk 26

¹⁵³ Wedebrunn, O. A miracle material. The abstract expression of concrete. – *The Fair Face of Concrete. Conservation and Repair of Exposed Concrete. Seminar Proceedings*. Eindhoven: DOCOMOMO International, 1998, lk 22

¹⁵⁴ Onton, H. Investigation of the Causes of Deterioration of Old Reinforced Concrete Constructions and Possibilities of Their Restoration. Dissertatsioon (juh. prof. K. Õiger). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli kirjastus, 2008, lk 133

ja praeguse läbimõõdu määramist, kloriidide määramist betoonis jms) ja nendest tehtud järeldusi. Uuringute tulemused tuleb kindlasti dokumenteerida – see on väärtuslik info järgnevatel restaureerimistel.

Raudbetootarindite puhul on seisundi hindamisel esmase tähtsusega konstruktsiooni kandevõime määramine - kas ja kuivõrd on mitmesugused kahjustused mõjutanud konstruktsiooni tugevust. Kui tarindi kandevõime on kahanenud kriitilise piirini, siis on selge, et selle tugevdamine on hoone säilitamisel esmane prioriteet ja mistahes esteetilised küsimused teisejärgulised. Küll aga võib sel juhul esile kerkida dilemma, kas püüda originaalkonstruktsiooni lappida või valada koopia.

Seisukorra hinnangu väljundiks on restaureerimise tehnilise lahenduse välja pakkumine. Enamasti on siin võimalik valida erinevate alternatiivide vahel (näiteks, kas valida traditsiooniline parandamine või elektrokeemiline meetod või mõlemad koos?). Taas on oluline hea koostöö ajaloolase ja inseneri vahel: ajaloolasel ei ole mõtet nõuda tehnilisest aspektist võimatut, näiteks tagasihoidlikke kohtparandusi üksikutes kohtades, kui tegelikult eeldab konstruktsiooni seisukord ulatuslikku väljavahetamist. Samas on inseneril, teades arhitektuuriajaloolisi väärtusi, võimalik valida sobivaim tehniline lahendus.

5.5 Raudbetooni restaureerimise võimalused

5.5.1 Üldiselt

Kahjustunud raudbetooni restaureerimiseks on rida erinevaid meetodeid, sealhulgas:

- seisundi jälgimine ilma aktiivse sekkumiseta;
- betooni kohtparandused;
- terassarruse korrosioonitõrje;
- pragude injekteerimine;
- elektrokeemilised meetodid betooni keskkonna realkaliseerimiseks, sarruse korrosioonikaitseks jt

Sobilik tehnoloogia võib olla ning sageli on kombinatsioon mitmest erinevast meetodist.

5.5.2 Seisundi jälgimine aktiivse sekkumiseta

Seisundi jälgimine ilma aktiivse sekkumiseta sobib ainult selliste kahjustuste puhul, kus konstruktsiooni stabiilsus ei ole ohus. Kui hoone ei ole avariilises seisus ning kahjustused on valdavalt esteetiliselt laadi, ei ole ilmtingimata tarvilik kohe asuda parandusi tegema. Teatud olukorras võib ka patineerunud betoonpind olla täiesti aktsepteeritud. Kui konstruktsiooni stabiilsust hindab ehitusinsener, siis vananud ilmega betoonpinna taotlusliku säilitamise otsustab hoone tähendusest sõltuvalt arhitektuuriajaloolane-restaureerija.

Seisundi jälgimine on otstarbekas lahendus ka juhul, kui aktiivne sekkumine ei ole mingil põhjusel teostatav: ei jõuta kokkuleppele sobivas restaureerimistehnoloogias, ei leidu piisavalt rahalisi vahendeid tööde tellimiseks vms. Seisundi jälgimine võib olla ka lihtsalt aktiivse restaureerimise eelseks etapiks, kus kogutakse täiendavat infot konstruktsiooni seisundi ja kahjustuste iseloomu kohta.

Juhul, kui otsustatakse aktiivsest sekkumisest (esialgu) loobuda ning piirduda ainult seisundi jälgimisega, tuleb ülevaatusi läbi viia perioodiliselt ning saadud tulemused dokumenteerida (fotode, kirjelduste, mõõtmisandmete jms kaudu). Oluline on tagada tulemuste võrreldavus. Mida objektiivsemalt on võimalik hoone seisundit kirjeldada, seda adekvaatsem on jälgimise tulemusena saadav info. Ainult hinnangu andmine skaalal „hea-rahuldav-halb“ ei ole kindlasti piisav.

5.5.3 Betooni kohtparandused

Betooni kohtparandused on üks sagedamini kasutatavaid raudbetoonehitiste restaureerimise võtteid. Paranduse tegemiseks eemaldatakse esmalt lahti lõõnud, pude või kahjustunud betoon. Kui armatuur on korrodeerunud, tuleb see roostest puhastada ning töödelda roostekaitsevahendiga. Sarrusraud tuleb kindlasti puhastada ja töödelda ümberringi, mitte ainult ühelt poolt.¹⁵⁵

Paranduskoha täitmisel võib kasutada sõltuvalt kahjustuse iseloomust, paranduskoha suuruselt ja soovitatavast visuaalsest tulemusest erinevaid materjale: traditsioonilise

¹⁵⁵ Son, L. H., Yuen, G. C. S. Building Maintenance Technology. London: The Macmillan Press, 1993, lk 130-133

tsementmördi kõrval ka EPO-vaigu, lateksi või akrüülvaikudega modifitseeritud mörti, väiksemate paranduste puhul ka polümeerseid vaike puhtalt.¹⁵⁶ Paranduste tegemine võib toimuda nii käsitsi kui torkreetmeetodil. Torkreteerimine on menetlus, kus betoon pritsitakse surve all parandatavale pinnale. See toimub mitme (2-3) õhukese kihi kaupa.¹⁵⁷

Mitmesuguste tehniliste nõuete täitmise kõrval tuleb arvestada, mil määral jääb parandus eksponeerituks. Seejuures eristaksin kolme olukorda.

1. Betoonpind kaetakse pärast paranduste tegemist krohviga või varjatakse muu materjaliga (nt ripplagi, dekoratiivlaudis vms). Siin on lõpptulemusele esitatavad esteetilised nõuded kõige leebemad, mis loomulikult ei tähenda, et paranduskoht võiks jääda ebakorrektna. Arvestada tuleks muuhulgas ka asjaoluga, et kunagi võidakse tahta hetkel varjatud konstruktsiooni eksponeerida (nt praegu eksisteerivate, aga hiljem eemaldatavate ripplagede korral).
2. Betoonpind kaetakse ainult värviga vms pinnastruktuuri mitte varjava kihiga. Siin on oluline jälgida, et paranduskoha pinnastruktuur oleks sarnane ümbritseva betoonpinnaga. Kui originaalpinnal on raketise jäljed, tuleb sarnast mustrit jätkata ka paranduse pinnal, jälgides kindlasti raketislaua suunda, laiust ning mustri tugevust (reljeefsust).
3. Betoonpind jäetakse eksponeerituks. See on kahtlemata kõige pretensioonikam variant, mis seab ehitajale kõrged nõudmised. Lisaks pinnafaktorile tuleb siin leida ka sarnase värvuse ja lähedase täiteaine fraktsiooniga parandusmört. See eeldab eelnevat katsetamist ja proovilappide tegemist. Tähelepanu tuleb pöörata ka paranduse kujule ning paranduskoha ja originaalpinna ühenduskohale. Kohtparandus peaks olema üldjuhul neutraalse korrapärase kujuga (soovitavalt ristkülik) ning ühenduskoha servad selgepiirilised. Sellisel juhul vastaks parandus ka juba Veneetsia hartas välja toodud hea restaureerimistava põhimõttele¹⁵⁸, kus uus lisandus peaks olema küll selgesti eristatav originaalist, kuid samal ajal tervikut mitte lõhkuv.

Oluline on selgitada parandustöid tegevale oskustöölisele soovivat tulemust ning veenduda pärast esimese paranduse tegemist, et see vastab ootustele. Seetõttu on siin suur roll nii detailselt lahtikirjutatud projektil kui asjatundlikul järelevalvel.

¹⁵⁶ *Ibid*

¹⁵⁷ *Ibid*, lk 134.135

¹⁵⁸ Veneetsia harta <http://www.muinas.ee/681> (vaadatud 27.04.2009)

Kadrioru staadioni tribüün on Eestis üks esimesi käsitletava perioodi ühiskondlikest hoonetest, millel on betoonipind jäetud täiesti katmata ning eksponeeritud raketislaudade mustrit. See teeb pinna paranduste suhtes väga tundlikuks. Seni läbiviidud betooniparandused pakuvad analüüsiks erinevaid näiteid. Kõige rohkem leidub põhipinnast oluliselt tumedamat tooni mördiga tehtud suhteliselt selgepiirilisi, kuid siledapinnalisi ja ebakorrapärase kujuga parandusi. Et neid esineb üsna rohkelt, loovad need visuaalselt häiriva alternatiivse mustri, mis killustab arhitektuurset tervikut (vt foto 47). Teine variant ebaõnnestunud parandusi on tehtud põhipinnast heledama mördiga; originaalpinna faktuuri pole siingi jälgitud ning lisaks on paranduse ja põhipinna ühenduskoht hägustatud: parandusmört on justkui seintele ja lagedele „laiali määritud“ (vt foto 48). Kolmanda grupi moodustavad alpinna tähendust arvestada püüdvad parandused, kus mördi toon on valitud ligilähedane originaalile (paiguti võinuks küll veelgi sarnasem olla) ning raketislaudu on markeeritud sissekraabitud joontega (vt foto 49). Et jooned on tõmmatud veidi väriseva käega ning puidusüüd pole imiteerida püütud, mõjub tulemus kohati naivistlikult, kuid on kindlasti oluliselt parem variant, kui ülejäänud kaks paranduste tüüpi.¹⁵⁹



Foto 47 Betooni kohtparandused Kadrioru staadioni tribüünil
Autori foto, 2009

¹⁵⁹ Kadrioru staadioni direktori Olavi Sikka sõnul on tehtud parandused ajutise konserveeriva iseloomuga ning edaspidi on kavas nende ringi tegemine, nii et need ei rikuks hoone arhitektuurseid väärtusi.



Foto 48 Betooni kohtparandused Kadrioru staadioni tribüünil
Autori foto, 2009



Foto 49 Betooni kohtparandused Kadrioru staadioni tribüünil
Autori foto, 2009

5.5.4 Pragude parandamine

Betoonis olevate pragude puhul tuleb eristada stabiliseerunud ja progresseeruvaid pragusid. Selleks on vajalik eelnev pragude jälgimine. Stabiliseerunud praod võib kohe täis injekteerida. Enne injekteerimist tuleb puhastada lahtine armatuur liivapritsi või terasharjaga ning töödelda roostekaitsevahendiga. Pragude servadest tuleb eemaldada lahtised betoonitükid. Biokahjustuste leviku vältimiseks tuleks töödelda pragusid enne injekteerimist bioloogilise tõrjevahendiga. Betoonipragude parandamiseks on mitmeid erinevaid materjale (polüester- ja epoksüülvaigud, polümeerlateksid, tsementmördid), kuid ükski neist ei täida kõiki nõudmisi: taastada konstruktiivset tugevust, peatada niiskuse juurdepääs armatuurile ja muuta betoon veetihedaks ning samal ajal tagada pinna originaalilähedast väljanägemist. Seega tuleb materjali valikul otsustada, millised omadused on konkreetsel juhul olulisemad.¹⁶⁰

Progresseeruvate pragude juures peab rakendama täiendavaid meetmeid, vastasel korral tekib suure tõenäosusega paranduskohta või selle ümbrusse uuesti pragu. Üks võimalus selleks on praod terasklambritega „kokku traageldada“, kuid ka selle meetodi kasutamine eeldab, et tegemist on enam-vähem stabiliseerunud olukorraga. „Traageldamist“ kasutati näiteks Miinisadama vesilennukiangaaride keskmise kupli pragude puhul, kus puuriti iga 250 mm järel kummalegi poole pragu augud ja nende vahele freesiti kanal, kuhu asetati U-kujulised armatuurankrud. Seejärel injekteeriti praod epoksüülvaiguga.¹⁶¹

5.5.5 Materjali asendamisest

Teatud olukordades võib osa materjalist olla nii kahjustunud, et vajab asendamist. Nagu juba üldteoreetilises osas mainitud, ei tohiks originaalmaterjali asendamist võtta ette kergekäeliselt, ainult mugavusest ja odavusest lähtudes. Tugevalt kahjustunud võib olla mingi osa raudbetoonist tervikuna, aga ka põhiliselt ainult sarrus või betoon. Sellisel juhul tuleks asendada ainult kahjustunud osa, mitte kogu konstruktsioon.

¹⁶⁰ Son, L. H., Yuen, G. C. S. Building Maintenance Technology. London: The Macmillan Press, 1993, lk 140-142

¹⁶¹ Onton, H. Investigation of the Causes of Deterioration of Old Reinforced Concrete Constructions and Possibilities of Their Restoration. Dissertatsioon (juh. prof. K. Õiger). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli kirjastus, 2008, lk 123

Sarruse asendamine või lisasarruse paigaldamine on vajalik, kui sarrus on roostetamise tõttu oma läbimõõdust mainimisväärse osa kaotanud või on mingil muul põhjusel defektne ega tööta nii nagu vaja. Sel juhul tuleb küll ka osa betoonist lahti võtta, kui see on siiski oluliselt väiksem kahju, võrreldes kogu konstruktsiooni lammutamisega. Näiteks Miinisadama vesilennukiangaaride keskmise kupli armatuurvarrastele, mis olid läbiroostetanud rohkem kui 20%, paigaldati lisasarrus või vahetati varras välja.¹⁶²

Võib esineda ka olukord, kus sarrus on heas seisukorras, kuid kahjustunud on betoon (näiteks vanade tööstushoonete põrandatel ja vahelagedes, millele on pidevalt sattunud masinaõli vms) Sellisel juhul tuleks kahjustunud betoon väljapiigata ning asendada uue betooniga. Piikamist saab läbi viia kas mehaaniliselt (piikamisvasaraga) või veesurvega. Esimese meetodi puuduseks on löökidel tekkida võivad praod kahjustunud koha naabrusesse, mida ei ole kavas eemaldada. Betooni osalist väljapiikamist kasutati näiteks Lutheri mööblivabriku restaureerimistöodel.¹⁶³

5.5.6 Elektrokeemilised meetodid

Sarruse korrosioonivastase kaitse elektrokeemilised meetodite alla kuuluvad katoodkaitse, kloriidide eemaldamine ja realkalisatsioon.

Katoodkaitse puhul paigaldatakse betooni pinnale anood ning tekitatakse selle ja betooni sees oleva sarruse vahele madala voolutugevusega elektrivool. Selle tulemusena hakkab olemasolev sarrusraud käituma katoodina ning korrosioon pidurdub, sõltumata sellest, mis on korrosiooni põhjustanud. Katoodkaitse eeldab elektrivoolu alalist olemasolu, mistõttu seda saab kasutada vaid juhul, kui elektrijuhtmeid ja anoodi õnnestub paigaldada nii, et see hoone arhitektuuris visuaalset müra ei tekita.¹⁶⁴

Kloriidide eemaldamine on tõhus meetod betooni kaitseks, kui korrosiooni on tingitud just betooni suurest kloriidide sisaldusest. Kloriidide eemaldamine sarnaneb põhimõttelt katoodkaitsele: siingi ühendatakse sarrusrauaga väline anood ning elektrivoolu toimel

¹⁶² *Ibid*, lk 127

¹⁶³ Prof. Karl Öigeri suulised andmed

¹⁶⁴ Van den Hondel, A. W. M. Concrete diagnose. Failure and repair of reinforced concrete. – *The Fair Face of Concrete. Conservation and Repair of Exposed Concrete. Seminar Proceedings*. Eindhoven: DOCOMOMO International, 1998, lk 59

hakkavad negatiivselt laetud osakesed – sealhulgas ka kloriidid – liikuma välisele anoodile, kust need aeg-ajalt eemaldatakse. Erinevalt katoodkaitsest on kloriidide eemaldamine ajutine protsess, mis kestab keskmiselt 4-8 nädalat.¹⁶⁵

Juhul, kui sarruse korrosiooni põhjustaks on betooni karboniseerumine, on võimalik elektrokeemiliselt **betooni pH aluselisust taastada ehk realkaliseerida**. Betooni pinnale paigaldatakse elektrolüüdilahusesse väline anood, mis ühendatakse sarrusrauaga. Elektrolüüdilahusena kasutatakse naatriumkarbonaadi ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3$) lahust. Anoodi ja sarrusraua vahele tekkinud elektrivälja mõjul hakkab elektrolüüdi lahus imbuma betooni sisse. Samaaegselt vabanevad sarruse pinnalt elektrolüüsi tulemusena OH^- ioonid, vabad Na^+ ja K^+ ioonid aga liiguvad sarruse ümbrusse. See tagab juba nädalase protseduuri tulemusena sarruse ümbruses piisavalt aluselise keskkonna, et vältida korrosiooni.¹⁶⁶

Elektrokeemilised meetodid ei ole kahtlemata mingi imeravim: neil, nagu teistel võtetel, on oma eelised ja puudused. Elektrokeemilised meetodid ei paranda kunagi konstruktsiooni kandevõimet, nad ainult stabiliseerivad olukorra. Varajaste betoonehitiste puhul ei ole sarrusraud sageli omavahel ühendatud, mistõttu tuleb tuleb anoodiga ühendamiseks lõhkuda mitmeid kohti. Ehkki elektrokeemilisi meetodeid on kasutatud raudbetooni kaitseks juba 1980. aastatest (katoodkaitset varemgi), ei ole selle toime püsivust ja kõiki võimalikke kõrvalnähtusid piisavalt uuritud. Nii pH taastamise kui kloriidide eemaldamise positiivne külg on see, et need tegelevad konkreetset kahjustuse põhjusega, mitte ei ravi tagajärgi. Elektrokeemiliste meetodite vaieldamatu eelis on nende vähesem destruktiivsus võrreldes traditsiooniliste parandusmeetoditega, mis võimaldab luua autentset materjali enam arvestavaid restaureerimiskontseptsioone.¹⁶⁷

Eesti varajaste betoonehitiste seas on kindlasti hooneid, kus elektrokeemilised kaitse meetodid end õigustaksid. Senine elektrokeemiliste meetodite kasutamise praktika Eesti restaureeritavatel hoonetel on tagasihoidlik. Ühe (võimalik, et ainsa) näitena võib välja tuua Rotermanni soolalao, kuhu on paigaldatud alaline seadeldis kloriidide eemaldamiseks müürist.

¹⁶⁵ Nustad, G. E. Preserving more ... by doing less! Principles of electro-chemical concrete repair. – *The Fair Face of Concrete. Conservation and Repair of Exposed Concrete. Seminar Proceedings*. Eindhoven: DOCOMOMO International, 1998, lk 62

¹⁶⁶ *Ibid*, 62

¹⁶⁷ De Jonge, W. Concrete repair and material authenticity. – *The Fair Face of Concrete. Conservation and Repair of Exposed Concrete. Seminar Proceedings*. Eindhoven: DOCOMOMO International, 1998, lk 81-82

5.6 Funktsioon

5.6.1 Üldiselt

Suur osa Eesti varajastest raudbetoonehitistest on ehitatud spetsiifilise funktsiooni tarbeks, mille järele tänasel päeval enam vajadust ei ole. See toob kaasa kahesuguse teemade ringi:

- tarviduse leida hoonetele uus kaasaegne funktsioon ning
- hoone uuele otstarbele kohandamisega kaasnev probleemistik.

Et sarnase funktsiooniga hoonete puhul on probleemides mitmeid ühisjooni, on mõistlik antud teemat käsitleda hoone tüpoloogias lähtuvalt.

5.6.2 Tööstushooned

Paljud 20. sajandi alguse tööstushooned paiknevad tänasel päeval aktiivses linnaruumis, kus tööstuslikku funktsiooni enam näha ei soovita. Uue otstarbe leidmist raskendab hoonete arhitektuurne lahendus: hooned on kavandatud töötama suurte pindadena. Väiksemateks ruumideks jagamist raskendab suure kubatuuri kohta suhteliselt väike akende hulk: loomulikku päevalgust on pinna tükeldamise ja korrusteks jagamise korral võimalik tagada vaid hoone välispiirdega külgnevates ruumides. Küllalt sageli on hoone kõige iseloomulikumaks tarindiks katus, mis eeldab selle visuaalselt terviklikku eksponeerimist, mis omakorda takistab siseruumi jagamist veelgi.

Üsna probleemne on näiteks Dvigateli saagkatusega montaažitsehh. Kiilutuna teiste tsehhide vahele, on hoone ajalooliselt aknaid evinud vaid otsaseintes; põhiline valgus tuleb ruumi katuseakendest. Hoone katusekonstruktsiooni erilisus nõuab selle võimalikult terviklikku eksponeerimist, mis välistab ruumi jagamise väikesteks eraldi pindadeks. Sealjuures on aga ruumi kasutamine ka ühe suure pinnana häiritud saagkatuse tihedalt paiknevate tugipostide tõttu.



Foto 50 Dvigateli mehaanika-montaažitsehhi sisevaade,
Autori foto, 2009

Üldiselt tulevad võimalike uute funktsioonidena vana tööstushoone puhul kõne alla näiteks:

- parkla (nii on lahendatud osa Lutheri vabriku masinasaalist);
- messi- või ekspositsioonipind (näiteks endises Tallinna elektrijaamas asuv Energiakeskus);
- büroo (büroona on kasutusel mitmed endised Dvigateli tööstushooned);
- spordisaal;
- alternatiivne meelelahutuskohd jms

Kui ruumi jagamine ei ole probleemiks, siis võib endisesse tööstushoonesse põhimõtteliselt paigutada mistahes funktsiooni, sh. elufunktsiooni. Nii on omanäolise korterelamuna uuestisündinud endine Lutheri vabriku mööblitsehh.

Vanad tööstushooned olid kavandatud sageli ilma kütteta ning nende kohandamine aastaringselt kasutatavaks soojaks pinnaks toob kaasa hulga ehitusfüüsikalisi probleeme. Tüüpiline 20. sajandi alguse raudbetoonist tööstushoone sein koosneb raudbetoonikarkassist ja nende vahele täitena laotud räbubetoonist õnesblokkidest või paekivist. Täitematerjalist seiniosa ei ole enamasti kaugeltki piisavalt paks, rahuldamiseks ligilähedaseltki kaasaegseid soojapidavuse nõudeid. Ehitusfüüsikaliselt on sellise konstruktsiooni soojustamine mõeldav ainult väljastpoolt, hoone visuaal-esteetilisest küljest lähtudes on soojustuse väljapoole paigutamine peaaegu alati mõeldamatu. Üheks võimalikuks lahenduseks siin võiks olla hoone

sisse uue soojapidava kesta ehitamine, jättes välispiirde ja sisekesta vahele õhuvähe (nõ maja majas lahendus). Teine võimalus on lihtsalt leppida oluliselt suuremate küttekulude ja/või jahedama ruumiga. Kindlasti leidub ka kolmas ja neljas võimalus, kuid igal juhul tähendab see kompromissi hoone esteetika/tähenduse ja kasutusmugavuse vahel ning nõuab restaureerimisel lisatöid ja –kulusi.

Üks ebamugavusi põhjustav aspekt endiste tööstushoonete renoveerimisel on nende enamasti halb akustika, mis on põhjustatud nii ruumi suurusel kui hästi heli peegeldavate materjalide (betoon, krohvipinnad) kasutusest. Akustikaprobleemi teravus sõltub suuresti uuest funktsioonist: parkla puhul on see teisejärguline, meelelahutuskoha või büroo puhul aga nõuab kindlasti lahendamist. Sarnaselt lisasoojustuse paigaldamisega on probleemiks konflikt esteetiliste väärtustega: hoone sisepindade katmine akustiliste plaatidega või akustilise seina ehitamine ei ole üldiselt aktsepteeritav lahendus. Halba akustikat annab parandada, väga head akustikat nõudvat funktsiooni (kontserdisaal) ei ole aga mõistlik sellisesse hoonesse planeerida.

Tööstushoonetele uue funktsiooni andmise positiivseks pooleks on nende hoonete suhteliselt väiksem tundlikkus kaasaegsete tehnosüsteemide lisamisele. Näiteks ventilatsioonitorusid ei tarvitse tingimata varjatagi, neid annab hästi integreerida omaaegsesse masinaesteetikasse.

5.6.3 Militaarrajatised

Kui tööstushoonete puhul võis kõne alla tulla ka algse funktsiooni jätkamine (näiteks on samas funktsioonis kasutusel Tallinna Filterveevärgi hoone), siis militaarehitiste puhul on algse funktsiooni jätkamine selgelt välistatud. Uue funktsiooni leidmine on siin aga veelgi problemaatilisem. Erinevalt tööstushoonetest asuvad militaarrajatised enamasti asulast väljas, tihti ei vii nendeni teidki – selline asukoht ei ole selgelt soodus investeeringuteks. Kui tööstushoonetele uue otstarbe leidmist raskendab ruumi liigne suurus, siis militaarehitiste puhul võib välja tuua vastupidise tendentsi: enamik tervena säilinud ruume on akendeta punkrid või kitsad käigud, mida on keeruline kasutada. Suur osa militaarehitistest on sootuks purustatud seisus. Selliselt pinnalt ei tasu küsida: „Millist uut funktsiooni otsida?“, vaid: „Kas üldse on tarvilik uut funktsiooni otsida?“ Turumajanduslikes tingimustes võiks

militaarobjektidele uue kasutuse tuua vaid militaarentusiastide huvi, kuna peale järjekordse (militaar-)muuseumi on raske neile ehitistele mõistlikku tarvet leida.

Varemetes olevate objektide puhul kerkib paratamatult küsimus, mil määral tuleks neid hooldada, konserveerida ning millal on õigustatud nende lagunemisel isevooluted minek. Kõige kramplik hoidmine ei tohiks siin olla eesmärk omaette. Eesti betoonist militaarpärandi puhul võiks noppida välja säravamad objektid, mida konserveerida ja regulaarselt hooldada, ning leppida ülejäänu vaikse hääbumisega. Lohutuseks: 20. sajandi alguse kvaliteetne betoon püsib veel kaua.

5.6.4 Ühiskondlikud hooned, bürood, elamud

Selle hoonerühma kaasajastamine on enamasti suhteliselt valutum, kuna vajadus nende funktsioonide järele on püsiv. Üheks suurimaks probleemiks siin on sageli kaasaegsete tehnosüsteemide integreerimine hoone algse arhitektuuriga. Kompromissi otsimisel võidakse soovida vanadest betoon- ja raudbetoonaranditest ohtrate läbiviikude tegemist, mis ei ole aktsepteeritav lahendus. Sellise näitega oli tegemist Wismari 7 hoone (Riigiprokuratuur) restaureerimisel. Hoone keldrikorruse koridori laes oli säilinud 19. sajandi lõppu dateeruv õhukesest betoonist valatud õhkküttekanal. Hoone ventilatsioonisüsteemi kaasajastamisel tehti korduvalt ettepanekuid õhkküttekanal osaliselt lammutada, viia torud selle taha ja siis „see tagasi ehitada, kui see nii oluline on.“ Pärast pikki vaidlusi õnnestus vana betoonkoorik säilitada ning torud jätta jooksmas selle alt. Ehkki visuaalselt on selline lahendus kahtlemata inetum, tuleb tõdeda, et ventilatsioonisüsteem vajab mõnekümne aasta pärast arvatavasti välja vahetamist, vana õhkküttekanal aga näeb nüüd loodetavasti ka hoone järgmisi ja ülejäämisi omanikke.

5.6.5 Kui uut funktsioon ei leia?

Kõigi hoonetüüpide puhul on võimalik, et antud ajahetkel ei ole kedagi hoone kasutuselevõtust huvitatut. Kui hoonele ei õnnestu täna uut funktsiooni leida, kuid selle tähtsus ja tähendus eeldab säilitamist, tuleks hoone konstruktsioonid tuleviku tarbeks konserveerida: kaitsta konstruktsioone otseste ilmastikumõjude eest, teha vajalikud parandused jms.

Selliselt on toimitud Tallinna Miinisadama vesilennukite angaaride keskmise kupli puhul, kus viidi 2001. aastal läbi hädapärane konserveerimine. Töödele eelnesid põhjalikud uuringud, kus kaardistati praod, määrati betooni karboniseerumissügavus, kloriidide sisaldus betoonis jms. Konserveerimistöde esimeses järgus puhastati kooriku pind lahtistest betoonitükkidest, bituumeni jäänustest ja bioloogilisest materjalist (samblikust, samblast, taimestikust). Praod injekeeriti täis, vajadusel traageldati kinni. Läbiroostetanud armatuurvardad vahetati välja või paigaldati neile lisasarrus. Pealispinnale paigaldati katusekate ja lahendati sadeveesüsteem. Nende meetmetega muudeti kupli halb seisukord rahuldavaks ning võimaldati selle säilimine kuni hoonele leitakse sobiv funktsioon (praegu hoitakse seal vana sõjatehnikat). Vajalik on Eesti raudbetooniajaloo seisukohalt nii olulise ehitise ülejäänud kahe kupli konserveerimine.

6. Kokkuvõte

Raudbetoonil kui materjalil on oluline roll Eesti 20. sajandi alguse arhitektuuripärandis. Käesolev magistritöö vaatleb Eesti varajast raudbetooni restauraatori pilgu läbi, põimides terviklikuks käsitluseks nii insenertehnilised, arhitektuuriajaloolised kui esteetilised aspektid. Tööd läbivateks märksõnades on väärtused ja tähendused – et restaureerida, tuleb oma objekti tunda ja mõista.

Ühe osana tööst on loodud raamülevaade Eesti raudbetooni kasutusest arhitektuuris kuni II maailmasõjani. Suurimaks probleemiks uurimisel oli raskus varjatud konstruktsioonide tuvastamisel. Ehitusprojekt ei kajasta sageli konstruktsioonimaterjali, samuti ei ole seda tihti fikseeritud restaureerimisaruannetes. Kuna paljudel juhtudel on ainus reaalne võimalus konstruktsiooni avamiseks restaureerimis- ja ümberehitustööde aeg, siis tuleks edaspidi ehitustööde käigus saadud informatsioon kindlasti dokumenteerida.

Eesti raudbetooni kasutus vaadeldaval perioodil kulgeb tõusude ja mõõnadega:

- 19. sajandist olulistest raudbetoonkonstruktsioonidest Eestis teateid ei ole
- esimene raudbetooni kasutamise intensiivne periood algab 20. sajandiga ja kestab I maailmasõjani. Luuakse mitmeid omas ajas silmapaistvaid tööstus- ja militaarehitisi. Tööstushoonete tarindusel on levinud raudbetoonist segmentkaartele toetuvad kaarkatused.
- Eesti Vabariigi algusajal on raudbetooni kasutuses selge mõõnaperiood, ehituses eelistatakse traditsioonilisi ehitusmaterjale (kivi ja puitu) ja –viise.;
- 1930-ndatel raudbetooni kasutus taas suureneb. Ka ühiskondlikes ja eluhoonetes hakatakse üha rohkem tarvitama raudbetoonist vahelagesid, seinakarkassi, silluseid jms elemente.

Olulisteks verstapostideks Eesti raudbetooni ajaloos on minu arvates järgmised hooned/tarindid:

- Dvigateli mehaanika-montaažitsehhi saagkatus (1899) – esimene suurem raudbetoonkonstruktsioon Eestis;
- Lutheri mööblivabriku mööblitsehh (1912) – esimene mitmekorruseline raudbetoonkarkasshoone Eestis;

- Rohuküla mageveehoidla (1914) – esimene teadaolev seenvahelagi Eestis;
- Tallinna Miinisadama vesilennukite angaarid (1916-17) – ühed esimesed raudbetoonkoorikud maailmas;
- Kadrioru staadioni tribüün (1937) – omas ajas pikima ulatusega raudbetoonist konsoolne varikatus maailmas; Eestis üks esimesi ühiskondlikke hooneid, kus on eksponeeritud puhas betoonipind;
- Tallinna sadama külmhoone (1938) – teadaolevalt ainus mitmekorruseline seenvahelagedega hoone Eestis;
- Pärnu rannakohvik (1939) – esimene hoone, mille puhul Eesti arhitektuurikriitika tõstab esile puhta betoonipinna kasutuse; seenrõdu kui arhitektuurse võtte esmakordne kasutamine Eestis.

Esitatud Eesti raudbetooni ajalooline ülevaade on konstruktsioonide hindamiseks koostatud raamkäsitlus, millest tulevikus vajaksid põhjalikumat uurimist mitmed alateemad, nagu:

- betooni ilmumine Eesti ehitistesse 19. sajandil
- 20. sajandi alguse kivist üürimajade konstruktsioonid;
- 1930-ndate kivist elumajade vahelae- ja seinakonstruktsioonid;
- raudbetooni ja betooni kasutus maapiirkondades.

Kõikide nende alateemade käsitlemine eeldab arhiivitöö kõrval olemasoleva ehituspärandi empiirilist uurimist.

Eesti varajased raudbetoonhooned on oluline osa meie 20. sajandi arhitektuuripärandist, mille säilitamine on väljakutse nii inseneridele kui ajaloolastele. Paljude Eesti varajaste raudbetoonhoonete halb seisund tuleneb nende vähesest hooldamisest aastakümnete jooksul. See on teinud võimalikuks vee ligipääsu konstruktsioonidele ja viinud lagunemiseni.

20. sajandi arhitektuuri käsitlemisel on konstruktsioon, selle materjal ja teostus sageli oluline osa hoone tähendusest. Seega eeldab 20. sajandi ehituspärandiga tegelemine ajaloolaselt head konstruktsiooniajaloo tundmist ning suutlikkust konstruktsioone ehitusajaloolisest seisukohast hinnata. Oma töös olen esitanud kriteeriumid Eesti varajaste raudbetoonkonstruktsioonide hindamiseks.

Eesti varajasele raudbetoonile laieneb suurem osa moodsa arhitektuuri restaureerimisega seotud põhimõtetest. Üldisest rohkem tähelepanu tuleb pöörata originaalmaterjali säilitamisele

– et Eestis kasutati kuni II maailmasõjani eranditult monoliitset betooni, mis olemuslikult on lähedasem traditsioonilise ehitusviisi kui moodsa masstootmisega, siis on ka materjalil suurem tähendus. Originaalmaterjali asendamine Eesti varajase raudbetooni restaureerimisel on lubatav vaid juhul, kui tehniliselt muid võimalusi ei eksisteeri.

Restaureerimisel on lisaks tehnoloogiale oluline tulemuse esteetilisus ja vastavus restaureerimisteoreetilistele seisukohtadele. Betooniparandusi tehes tuleks senisest rohkem tähelepanu pöörata tehniliste üksikasjade kõrval ka paranduse väljanägemisele. Hea betooniparandus on originaalist eristatav, kuid järgib originaalpinna tooni ja faktuuri ning ei löhu arhitektuuriset tervikut.

Suur osa Eesti varajastest raudbetoonhoonetest on minetanud oma algse funktsiooni. Eesti varajastele raudbetoonhoonetele uue kasutusotstarbe leidmine erineb hoone tüübiti. Tööstus- ja militaarhoonete puhul on see komplitseeritum kui elu- ja ühiskondlikel hoonetel. Kui hoonetele ei ole võimalik tänasel päeval funktsiooni leida, kuid selle tähtsus eeldab säilitamist, tuleb konstruktsioonid konserveerida-stabiliseerida.

Loodan, et käesolev magistritöö on abiks meie varajase raudbetoonpärandi paremale kaitsmisele, säilimisele, restaureerimisele.

Kasutatud kirjandus ja allikad

Arhiiviallikad

Värviline koopia tehase Dvigatel generaalplaanist, 1923. TLA f. 149, n. 5, s. 1649

Bekkeri sepikoja projekt, 1913. EAA f. 33, n. 3, s. 3034

Projekt külmhoone kasutuselevõtuks, kooskõlastatud 1928. TLPA s. 167

Tehase Dvigatel 1947-49. a taastamisprojektid. Hoone nr 17 projekt. Dvigateli arhiiv.

1899. aasta generaalplaani mustvalge foto. Dvigateli muuseumi kogus.

Suulised allikad

Prof. Karl Õigerilt saadud andmed

Tallinna Kultuuriväärtuste Ameti peaspetsialist Oliver Orrolt saadud andmed

Ola Wedebrunni ettekanne Kopenhaagenis toimunud magistrantide workshopil „Reworking Modern Movement“, aprill 2007

Eesti Vabaõhumuuseumi teadusdirektorilt Heiki Pärtilt saadud andmed

Kadrioru staadioni direktorilt Olavi Sikkalt saadud andmed

Kirjad

Uno Trumm, Kunda tsemendimuuseum. E-mail 3.11.2008. Kiri autori valduses

Andri Needo, AS Kurmik tegevjuht. E-mail 17.09.2009. Kiri autori valduses

Käsikirjad

Arike, U., Uuetalu H. Glehni pargi palmimaja restaureerimistööde kontseptsioon ja avariikindlustustööde projekt. Tallinn, 2004. TKA n. 9, s. 2347c

Bruns, D. Endise "Bekkeri & Co" tehasekompleksi ja selle juurde kuuluva asula arengukäik aastatel 1911-1940. <http://www.tallinnbekkerport.com/index.php?main=60> (vaadatud 27.04.2009)

Danil, A. Tallinna Boeckeri veetorn. Tehniline ekspertiis ja kasutusettepanek. Tallinn, 1996. TKA n. 2, s. 74C

Eensalu, M., Pihel, L. Tallinna tööstusmälestised. Tallinn, 2002. TKA n. 9, s.1515

Eensalu, M., Pihel, L. Peeter Suure Merekindlused Tallinnas. Tallinn, 2002. TKA n. 9, s. 1517

- Eensalu, M., Pihel, L. Rotermanni kruubiveski arhitektuuriajaloolised eritingimused. Tallinn, 1999. TKA n.2, s. 279
- Eimre, M., Suuder O. Võru, Vabaduse 13. Arhitektuuriajaloolised eritingimused. Tartu, 1997. MKA s. A-3158
- Halberg, T. Arhitektuuriajaloolised eritingimused tehas „Dvigatel“ hoonetekompleksile. Tallinn, 2002. TKA n. 9, s. 1153
- Hagelberg T. Eesti NSV tehnikamälestiste inventeerimine. Esialgne ülevaade Haapsalu rajooni tehnikamälestistest. Tallinn, 1990. MKA s. A-1399
- Hagelberg T. Eesti NSV tehnikamälestiste inventeerimine. Esialgne ülevaade Jõgeva rajooni (maakonna) tööstus- ja tehnikamälestistest. Kd XX A. 1990. MKA s. A-2617
- Hagelberg T. ENSV tehnikamälestiste inventeerimine. Esialgne ülevaade Rapla rajooni tehnikamälestistest. Kd. VIII. T. 1990. MKA s. A-1968
- Hagelberg, T., Erilt T., Kõll, O. Eesti NSV tehnikamälestiste (transpordiehitised, veskid, meiereid, sepikojad, energeetikaehitised, väiketööstused) inventariseerimine. Esialgne ülevaade - Kingissepa rajoon (Saare maakond). 1990. MKA s. A-1401
- Hiiop, H. Kaasaegse kunsti konserveerimise teoreetilisi ja meetodilisi lähtekohti Eesti näitel. Magistritöö (juh. prof. J. Maiste). Tallinn: Eesti Kunstiakadeemia, 2004, 106 lk. Käsikiri EKA raamatukogus
- Kaljundi, J. Vesilennukite angaarid. Ajalooline õiend. Tallinn, 1979. MKA s. A-167
- Laarmann, E. Kunda hüdroelektrijaamahoone, tamm ja algne turbiin koos ülekandemehhanismiga. Ekspordihinnang mälestise tunnustele vastavuse kohta. Tallinn 2007. MKA s. A-8000
- Padu, T. 20. sajandi arhitektuuripärand. Läänemaa. Haapsalu, 2008. MKA s. A-8013
- Pihlak, S. Pärnu mnt 10 muinsuskaitse eritingimused. TKA n. 9, s. 1694.
- Sepaste, T. Ekspertiisi aruanne Tallinnas, Kopli tn 89b Bekkeri veetorni seinte ja raudbetoonkonstruktsioonide tehnilise seisukorra kohta. Tallinn, 2000. TKA n. 9, s. 1696. A-I
- Suits, M. Valukoja 16 muinsuskaitse eritingimused. Tallinn, 2006. TKA
- Suits, M. Nurme 47 väliuuringute aruanne. Tallinn, 2008. TKA.
- Tambu, P. Modernistliku arhitektuuri säilitamise ja restaureerimise probleeme Eestis. Magistritöö (juh. prof. M. Kalm). Tallinn: Eesti Kunstiakadeemia, 102 lk. Käsikiri EKA raamatukogus

Muinsuskaitse dokumendid

Burra harta <http://www.icomos.org/australia/burracharter.html> (vaadatud 27.04.2009)

Nara Document on Authenticity. – *Nara conference on authenticity in relation to the World Heritage Convention : Nara, Japan, 1-6 Novembre 1994. Ed. K.E. Larsen.* Trondheim: Tapir Publishers, 1995, lk xxi-xxv

Veneetsia harta, artikkel 9. <http://www.muinas.ee/681> (vaadatud 27.04.2009)

Kultuurimälestiseks tunnustamise põhimõtted. <http://www.muinas.ee/muinsuskaitseamet/kultuur> (vaadatud 27.04.2009)

Publikatsioonid

Allan, J. Points of Balance. Patterns of Practice in the Conservation of Modern Architecture. – *Conservation of Modern Architecture*. Ed. S. MacDonald. Shaftesbury: Donhead 2007, lk 13-46

Arvustajate arvamused kandideerijate kohta : puu-, massiiv- ja raudbetoonkonstruktsioonide professuurile. Tallinn, 1939, 78 lk

Burkhardt, B. A Modern Movement in engineering. Structural developments in architectural history. – *The Fair Face of Concrete. Conservation and Repair of Exposed Concrete. Seminar Proceedings*. Eindhoven: DOCOMOMO International, 1998, lk 24-30

De Jonge, W. Concrete repair and material authenticity. – *The Fair Face of Concrete. Conservation and Repair of Exposed Concrete. Seminar Proceedings*. Eindhoven: DOCOMOMO International, 1998, lk 74-82

Eesti arhitektuur 1. Tallinn. Toim. V. Raam. Tallinn, 1993, 303 lk

Frampton K. A Critical History of Modern Architecture. Thames&Hudson: 2007, 424 lk

Freytmuth, H. Tallinna linna elektriijaam. – *Tehnika ja Auto*, 1932, nr 3/4

Gens, L. Estonia teater. Tallinn, 1979, 40 lk

Grauen, A. Raudbetoon-aed. – *Tehnika Ajakiri*, 1935, nr 12, lk 261-262

Grauen, A. Mispärast betoonitööd lähevad rikki. – *Tehnika Ajakiri*, 1930, nr 8, lk 124-125

Gustavson, H. Merekindlused Eestis 1913-1940. Tallinn, 1993, 124 lk

Hallas-Murula, K. Funktsionalism Eestis. Näituse kataloog. Tallinn: Eesti Arhitektuurimuseum, 2002, 156 lk

Henket, H.-J. 20th Century architecture requires a new conservation policy and approach. – *DOCOMOMO Conference Proceedings*. Eindhoven, 1990, lk 51-54

Henket, J.-H., Tummers, N. Authenticity of the Modern Movement. – *Nara conference on authenticity in relation to the World Heritage Convention : Nara, Japan, 1-6 Novembre 1994*. Ed. K.E. Larsen. Trondheim: Tapir Publishers, 1995, lk 327-329

Illustrierte Technische Wörterbücher. Band 8. Der Eisenbeton im Hoch- und Tiefbau. München, 1910

Jürgenson L. Kui kindel on tulekindel. – *Tehnika Kõigile*, 1937, nr 9, lk 276-280

Jürgenson L. Tulekindlatest lagitarinditest. – *Tehnika Kõigile*, 1940, nr 1, lk 9-12

Kaila, P. Majatohter. I osa. Tallinn, 1999, 122 lk

Kalm, M. Eesti 20. sajandi arhitektuur. Tallinn, 2001, 528 lk

- Karma, O. Punane Kunda 1870. Tallinn, 1968, 256 lk
- Keltser, K. A.-Ü. "Eesti Kiviõli" uuemad ehitised. – *Tehnika Ajakiri*, 1937, nr 6/7
- Kermik, J. Lutheri vabrik. Vineer ja mööbel: 1877-1940. Tallinn, Eesti Arhitektuurimuuseum: 2004, 184 lk
- Kesa, E. Pärnu suvituslinna uuemaist ehitustest. – *Varamu lisa Eesti Arhitektuur*. 1940, nr 2/3, lk 17-28
- Komendant, A. Tallinna Külkhoone – *Tehnika Ajakiri* 1938, nr 3, lk 53-57
- Komendant, A. Tallinna Kadrioru staadioni raudbetoon-tribüün. – *Tehnika Ajakiri*, 1937 nr 10, lk 278-282
- Komendant, A. Kahn kui poeet-filosoof ja arhitekt-Õpetaja.(Peatükk raamatust „18 aastat Louis Kahniga“) – *Ehituskunst*, nr 47/48. Vt ka http://www.ehituskunst.ee/et/12/4748/august_komendant_ka (vaadatud 27.04.2009)
- Korrovits, H. Doktor August E. Komendant – 95. – *Ehitaja* 2001/9, lk 67-71
- Kulbach, V. Tallinna Tehnikaülikool ja ehituskonstruksioonide areng Eestis. – *Teadusmõte Eestis. Tehnikateadused. Tallinn: Eesti Teaduste Akadeemia*, lk 43-46
- Köller, T. Lutheri kvartali lood. – *Maja*, 2008, nr 3. Vt ka <http://www.solness.ee/maja/?mid=112&id=402> (vaadatud 27.04.2009)
- Lankots, E. Hydroplane Hangars in Tallinn. – *The Challenge of Change. Denmark, Estonia, Faroe Islands, Finland, Greenland, Iceland, Latvia, Lithuania, Norway, Sweden*. Ed. O. Wedebrunn. Copenhagen, 2008, lk 38-39
- Laul, H. Meenutusi meie ehitustegevusest ja muustki. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 1990, 95 lk
- Luige, A. Eesti tuletornid. Fakte ja meenutusi. Tallinn, 1982, 108 lk
- Matve, H. Eesti sillaehtus. Teadusliku uurimistöö faktimaterjal. Koost. D. Matve. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 2004, 172 lk
- Matve, H. Ehitus läbi aegade. Tallinn, 1976, lk 176
- Morice, P., Tottenham, H. The early development of reinforced concrete shells.– *Historic Concrete: Background to Appraisal*. Edited by James Sutherland, Dawn Hunn and Mike Chrimes. Thomas Telford Publishing, London, 2001, 437 lk
- Mustonen, T. Villa Tammekann – elav ehitusprotsess. – *Alvar Alto – Villa Tammekann*. Turu Ülikooli Sihtasutus, 2000, lk 181-189
- Nustad, G. E. Preserving more ... by doing less! Principles of electro-chemical concrete repair. – *The Fair Face of Concrete. Conservation and Repair of Exposed Concrete. Seminar Proceedings*. Eindhoven: DOCOMOMO International, 1998, lk 61-63
- Oengo, H. Betoonlaed puittaladel. – *Tehnika Kõigile*, 1938, nr 12, lk 359-363

- Onton, H. Investigation of the Causes of Deterioration of Old Reinforced Concrete Constructions and Possibilities of Their Restoration. Doktoridissertatsioon (juh. prof. K. Öiger). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli kirjastus, 2008, 144 lk
- Peets, H. „Estonia“ teatri- ja kontserthoone ajalugu. Tallinn 1938, 233 lk
Pihlamägi, M. Eesti industrialiseerimine 1870-1940. Tallinn, 1999, 224 lk
- Prigge, W. Beyond reconstruction and conservation – *Umbauhaus. Aktualisierung der Moderne. Updating Modernism*. Berlin: Jovis Verlag GmbH, 2004, lk 47-51
- Prudon, T. Preservation of modern architecture. Hoboken: Wiley, 2008, 577 lk
- Radik, A. Püssi elektrijõujaam. – *Tehnika Ajakiri*, 1937, nr 1, lk 1-3
- Randvee, T. Ajakohased raudbetoonlaed. – *Tehnika Kõigile*, 1937, nr 4, lk 109-111
- Riegl, A. The modern cult of monuments. Its essence and its development. – *Historical and philosophical issues in the conservation of cultural heritage*. Eds. N. Stanley-Price, M. K. Talley Jr., A. Melucco Vaccaro. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 1996, lk 72-81
- Ruskin, John. The Seven Lamps of Architecture. London, 1988, 222 lk
- Saunders, W. S. From Taste to Judgement: Multiple Criteria in the Evaluation of Architecture – *Judging Architectural Value*. University of Minnesota, 2007, lk 129-149
- Son, L. H., Yuen, G. C. S. Building Maintenance Technology. London: The Macmillan Press, 1993, 357 lk
- Strugatski, M., Nadeinski B. Üldine keemia. Tallinn, 1969, 415 lk
- Tallinna Vastastikuse Kredit-Ühisuse maja ehituse aruanne 1911-1913. Tallinn, 1914, 31 lk
- Tammekann, P. Villa Tammekannu ajalugu 1932-1998. – *Alvar Alto – Villa Tammekann*. Turu Ülikooli Sihtasutus, 2000, lk 129-140
- Tehdään betonista: betoni suomalaisessa arkkitehtuurissa. Helsinki, 1989, 143 lk
Teod ja saatused. – *Mente et Manu*. 1.02.2006, lk 5
- Tsemendi- ja betoonitööde käsiraamat. Tallinn, 1931, lk 84
- Van den Hondel, A. W. M. Concrete diagnose. Failure and repair of reinforced concrete. – *The Fair Face of Concrete. Conservation and Repair of Exposed Concrete. Seminar Proceedings*. Eindhoven: DOCOMOMO International, 1998, lk 57-60
- Van Dun, P. Modern heritage; conservation or integration? – *DOCOMOMO Conference Proceedings*. Eindhoven, 1990, lk 225-227
- Veski, A. Raudbetoon-välisseintega elamute ehitamisest Eestis. – *Tehnika Kõigile*, nr 1938, nr 7, lk 197-200
- Wedeburn, O. A miracle material. The abstract expression of concrete. – *The Fair Face of Concrete. Conservation and Repair of Exposed Concrete. Seminar Proceedings*. Eindhoven: DOCOMOMO International, 1998, lk 18-23

Lühendid

EAA – Eesti Ajalooarhiiv

EKA – Eesti Kunstiakadeemia

TLA – Tallinna Linnaarhiiv

TKA – Tallinna Kultuuriväärtuste Ameti arhiiv

TLPA – Tallinna Linnaplaneerimise Ameti arhiiv

MKA – Muinsuskaitseameti arhiiv

Summary

Reinforced concrete is a building material that had major influence on 20th century architecture. This master's thesis examines early reinforced concrete in Estonian architecture: its introduction, structural developments and issues related to restoration of architectural heritage. The early timeframe here denotes buildings constructed before Second World War. The Second World War is an appropriate threshold, because it marks an interruption in the natural development of society and architecture, and also an outbreak in reinforced concrete usage. Although the thesis centers on reinforced concrete, it also briefly covers non-reinforced concrete - the use of these materials is so entangled with each other, that it is not always possible to fully separate these topics.

The architectural heritage of 20th century and its restoration is a topic of more and more discussions in circles of architectural historians, heritage conservators and civil engineers - it offers challenges and problems for everyone. Early Estonian reinforced concrete has so far received only engineering attention; the humanities have not addressed it specifically. In my work I have taken the task of filling that gap. The presented treatise is based on values and meanings, but does not oppose the engineering approach - instead it attempts to combine these two sides of the same coin.

Until now, early reinforced concrete structures could have been evaluated in the context of Estonian architectural history or global history of concrete. However, the timeline of concrete in Estonia is sometimes dissimilar to global history, and Estonian architectural history has paid little attention to building materials used. Thus neither reference frame offers enough information to properly evaluate early reinforced concrete heritage in Estonia. To mitigate this, this thesis creates a systematic overview of the history of Estonian early reinforced concrete, which could be used to assess and interpret our early reinforced concrete buildings.

In the observed time period, there are highs and lows in reinforced concrete usage in Estonia

- 19th century has no recorded evidence of significant reinforced concrete structures in Estonia
- The first period of active use of reinforced concrete begins with 20th century and lasts until the First World War. Among industrial and military buildings created there are

several which are notable in their times. In industrial buildings, barrel roofs supported on reinforced concrete segmented arches were often used;

- The first years of Republic of Estonia coincide with a marked decline in reinforced concrete use. Traditional materials (stone and wood) and methods are mostly used.
- In 1930s reinforced concrete usage is rising again. It finds its way to residential and public buildings, with more and more occurrences of reinforced concrete frames, ceilings, lintels and other structural elements.

In my opinion the notable milestones in history of reinforced concrete in Estonia are the following buildings/structures:

- sawtooth roof of Dvigatel mechanical assembly facility (1899) - first major reinforced concrete structure in Estonia
- furniture facility of Luther furniture factory (1912) - first multi-storey reinforced concrete frame structure in Estonia
- Rohuküla freshwater store - first known mushroom slab in Estonia
- Hydroplane Hangars in Tallinn (1916-17) - the first reinforced concrete shells in the world
- Kadrioru stadium grandstand (1937) - in its time, the longest reinforced concrete cantilever roof in the world; in Estonia one of the first non-industrial buildings where bare concrete surface was exposed
- Tallinn Harbour cold store building (1938) - the only known multi-storey mushroom slab building in Estonia
- Pärnu Beach Cafe (1939) - first building where Estonian architectural writings emphasises the use of bare concrete surface; first use of mushroom terrace as an architectural element in Estonia

Estonian early reinforced concrete buildings form an important part of our 20th century architectural heritage, and its preservation poses a challenge to civil engineers and historians alike. The poor state of numerous Estonian early reinforced concrete buildings is caused by inadequate maintenance over decades. This has made building structures accessible to water and led to their decay. Thus a discussion of reinforced concrete restoration is in order.