

LUONNONKIVIVERHOTUT MASSIIVITIILI- RAKENNUKSET SUOMESSA

Jukka Lahdensivu

Suomeen on 1800-luvun lopulle ja 1900-luvun alkuun ajoittuvalla noin 30 vuoden ajanjaksolla rakennettu yli 150 luonnonkiviverhottua massiivitiiliseinäistä rakennusta. Tuon ajanjakson rakennuksia on usein pidetty hyvin suomalaisina. Näiden rakennusten ja niissä käytettyjen rakenneratkaisujen sekä työtapojen esikuvat ovat kuitenkin Ruotsissa, muualla Keski-Euroopassa sekä Yhdysvalloissa. Kyseessä on siten varsin selkeästi teknologian siirto ulkomailta Suomeen, kuten aiemmassa taide- ja arkkitehtuurihistorian tutkimuksissa on viime vuosikymmeninä osoitettu¹.

Julkisivuiltaan luonnonkivipintaisia rakennuksia on Suomessa rakennettu keskiajalta lähtien. Vanhimmat rakennukset olivat kirkkoja sekä linnoja, joiden seinärakenne oli muurattu pääosin pelkästään massiivisista luonnonkivistä. Seinärakenteen yläosissa saattoi esiintyä luonnonkivien lisäksi poltettuja tiiliä. 1700- ja 1800-luvut sekä 1900-luvun alkupuoli olivat tiilirakentamisen aikakautta. Tähän aikakauteen sijoittuvat mm. Suomenlinnan ja Helsingin vanhan keskustan rakentaminen. Luonnonkiveä käytettiin tuona aikana lähinnä rakennusten perustuksien kivilatomuksiin ja sokkeleihin. Kivi ja tiilet eivät kuitenkaan tuolloinkaan olleet pääasiallisin julkisivumateriaali suomalaisessa talonrakentamisessa. Määrällisesti eniten julkisivuja on kautta aikain tehty puusta, jonka osuus ennen vuotta 1920 rakennetuista julkisivuneliöistä on 65,7 %, kun saman aikakauden puhtaaksimuurattujen tiilijulkisivujen osuus on 12,9 %, rapattujen 11,4 %, betonin 4,3 % ja muiden, mukaan lukien luonnonkivet, 5,7 %². Luonnonkivi julkisivumateriaalina ei siten ollut aivan jokapäiväistä rakentamista, vaan sitä käytettiin

lähinnä erilaisissa julkisissa rakennuksissa, kirkkoissa sekä muissa monumentaalisissa rakennuksissa.

Luonnonkiven käyttö yleistyi suomalaisten rakennusten julkisivuissa 1890-luvun lopulla. Tuon aikakauden ulkoseinä rakenne muodostui kantavasta massiivisesta tiilimuurista, jonka ulkopinta oli verhoiltu itsensä kantavalla luonnonkiviverhouksella. Tällaisia rakennuksia on Suomessa rakennettu 1800-luvun lopulta 1930-luvun loppupuolelle saakka. Pääosa rakennuskannasta ajoittuu kuitenkin vuosille 1896–1910 eli ns. kansallisromanttiseen kauteen, jolloin tehtiin merkittäviä kansallisia monumentteja.³ Esimerkkejä tällaisista rakennuksista ovat Tampereen tuomiokirkko, Kansallismuseo, Kansallisteatteri, Helsingin rautatieasema sekä Villa Kultaranta. Suurin osa luonnonkiviverhotuista massiivitiiliseinäisistä rakennuksista on jo saavuttanut sadan vuoden iän, mitä voidaan pitää Suomen rakennuskannassa varsin pitkänä ikänä. Toki noihin rakennuksiin on tehty eriasteisia korjauksia tarpeen mukaan koko niiden olemassaolon ajan. Laajoja korjauksia on tehty mm. Kan-

sallisteatteriin, Kallion kirkkoon, Kansallismuseoon, Turun taidemuseoon sekä Tampereen tuomiokirkkoon. Turussa Kakolan entisellä vankila-alueella on kolme tällaista rakennusta, joiden uusiokäyttö edellyttää myös perusteellista peruskorjausta.

Uudet materiaalit ja rakenteet sekä arkkitehtuurin kansainvälinen kehitys vaikuttivat luonnonkiven poistumiseen julkisivurakenteista muutamaksi vuosikymmeneksi lähes kokonaan. 1930-luvun lopulta 1950-luvulle rakennettiin vain joitakin tiili- tai betonirunkoisia rakennuksia, joiden julkisivut oli verhoiltu ohuilla luonnonkivilaatoilla. Tuohon aikakauteen sijoittuvat mm. Helsingin Sokos, Lassila & Tikanojan liikepalatsi Helsingissä sekä Suomen Pankin talo Tampereella.⁴ Rakentaminen oli yleisestikin vähäistä toisen maailmansodan aikana, mutta käynnistyi materiaali- ja rahapulasta huolimatta heti sotien jälkeen. Rakentaminen pääsi kunnolla vauhtiin sotakorvausten tultua maksetuksi ja säännöstelyn päätyttyä.

Kun luonnonkiveä alettiin jälleen 1960-luvulla runsaammin käyttää julkisivumateriaalina, seinärakenne oli muuttunut täysin erilaiseksi. Rakennuksen kantava runko muodostui yleisesti teräsbetonirakenteista. Lämmöneristeenä oli teräsbetoniseinän pintaan kiinnitetty mineraalivilla. Luonnonkiviverhouksen taakse oli järjestetty tuuletus ja luonnonkivilaatat oli kiinnitetty betoniseinään teräskiinnikkein. Monellakin tapaa tunnetuimpia 1950-luvun jälkeen valmis-

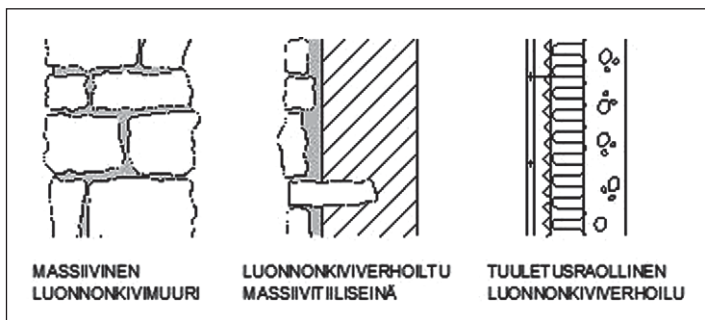
tuneita kivilaattaverhottuja rakennuksia on Alvar Aallon suunnittelema vuonna 1971 valmistunut Finlandia-talo.

Tässä tekstissä tarkastellaan tuulettomattomien luonnonkiviverhoiltujen massiivitiiliseinäisten rakennusten kehitystä Suomessa. Tutkimus perustuu kirjallisuuden lisäksi Tampereen teknillisen yliopiston Rakennustekniikan laitoksen tutkijoiden tekemiin kuntotutkimuksiin sekä kirjoittajan tekemiin havaintoihin yli 30 tällaisesta rakennuksesta. Luonnonkiviverhotut massiivitiilirakennukset kuuluvat kiinteästi Suomen kulttuuriperintöön. Näiden rakennusten kunnossapidon ja korjaamisen kannalta on hyödyllistä tuntea rakennustavan historiallinen tausta, sillä vain pieni osa on korjattu perusteellisesti.

KIVITYYLIN KEHITTYMINEN

Kivirakentamisen traditio on ollut vahva Euroopassa keskiajalta lähtien. Myös Ruotsissa kivirakentamisen traditio oli jatkunut katkeamatta. Monet suomalaiset ja ruotsalaiset arkkitehdit sekä kivirakentajat kävivät opintomatkoilla Englannissa ja Skotlannissa. Erityisesti Skotlannin Aberdeenin kaupunki oli kivirakentamisen pyhiinvaelluskohde.⁵

Vanhemman polven arkkitehdit Gustaf Nyström, Josef Stenbäck ja Hugo Lindberg sovelsivat tuotannossaan juuri Skotlannin Aberdeenista saatuja vaikutteita. Ehkä osit-



Periaatekuvat eri aikakausien luonnonkiviverhoista julkisivuista.

tain tästä syystä nuoremman polven arkkitehtuurissa on enemmän vaikutteita amerikkalaisesta ja saksalaisesta arkkitehtuurista.⁶ Amerikkalaisessa kiviarkkitehtuurissa ihailtiin pääasiassa Henry Richardsonia, mutta hänen lisäksi oli monia muita kyvykkäitä arkkitehteja, joiden töitä esiteltiin alan kansainvälisissä lehdissä. Richardsonin vaikutus suomalaiseen ja pohjoismaiseen arkkitehtuuriin on selkeä.⁷

Suomalaiset arkkitehdit eivät vielä 1800-luvun lopulla käyneet itse opintomatoilla Yhdysvalloissa. Amerikkalainen kiviarkkitehtuuri tuli Suomessa tutuksi ruotsalaisten kollegojen ja useiden ulkomaalaisten arkkitehtuurilehtien kautta. Ruotsalaisista arkkitehteista Isak Gustaf Clason ja Ferdinand Boberg vaikuttivat merkittävästi uuteen ”suomalaiseen” arkkitehtuuriin ja sen amerikkalaisvaikutteisiin.⁸ Yksi merkittävä tekijä lienee ollut myös se, että kyseiset herrat olivat useamman arkkitehtuurikilpailun arvostelulautakunnassa. Sixten Ringbom on käsitellyt teoksessaan *Stone, style and truth* erittäin perinpohjaisesti luonnonkiven käyttöä pohjoismaisessa arkkitehtuurissa ajanjaksolla 1880–1910⁹.

Suomessa luonnonkiven käyttö rakennusten julkisivuissa yleistyi aikana, jolloin kansallisuusaate ja itsenäistymispyrkimykset olivat voimakkaassa nousussa. Osittain tästä syystä 1900-luvun alun luonnonkivi-verhottuja rakennuksia on pidetty kansallisromanttisen suuntauksen monumentteina. Toinen, ehkäpä merkittävämpi syy tähän on se, että kyseiset rakennukset ovat toiminnoiltaan kansallisesti merkittäviä, kuten Kansallismuseo, Kansallisteatteri, Helsingin rautatieasema jne. Ritva Wäreén väitöskirjan mukaan kansallisen tai suomalaisen tyylin tavoittelu ei leimannut arkkitehtuuria kokonaisuudessaan¹⁰. Arkkitehtuuriltaan rakennukset ovat pääasiassa joko englantilaisen, skotlantilaisen tai amerikkalaisen tyylin mukaisia, mikä on sinänsä luonnollista, sillä suomalaiset kävivät hakemassa oppinsa

kiventyöstämiseen pääasiassa Englannista ja Skotlannista¹¹.

Suomessa luonnonkiven käyttö rakennusten julkisivumateriaalina alkoi suhteellisen myöhään muihin Euroopan maihin verrattuna. Ensimmäisiä rakennuksia oli Josef Stenbäckin suunnittelema Euran kirkko, joka on rakennettu vuosina 1896–1898. Luonnonkiven käytön huippu ajoittuu vuosiin 1890–1910. Tämän jälkeenkin luonnonkiveä on julkisivuissa käytetty, mutta tyyli oli enemmänkin rationaalinen. Viimeisimpiä luonnonkivijulkisivuja edustaa J. S. Sirénin suunnittelema Eduskuntatalo, joka rakennettiin vuosina 1927–1931.

Uusien rakennusmateriaalien lisäksi arkkitehdit halusivat muuttaa kaupunkikuvaa uusien ihanteiden mukaiseksi. Itävaltalainen Camillo Sitte oli vuonna 1889 julkaistussa kirjassaan *Der Städtebau nach seinen künstlerischen Grundsätzen* esittänyt ajatuksia uudeltaisesta kaupunkisuunnittelusta ja käyttänyt esimerkkeinä keskiaikaisia kaupunkeja onnistuneesta kaupunkirakennustaiteesta.¹² Myös suomalaiset arkkitehdit olivat lukeneet Sitten teoksen ja saivat siitä vaikutteita. Lars Sonck oli ehkä innokkain ”sitteläinen” ja vaati kirjoituksissaan uusien kaupunkisuunnitteluihanteiden soveltamista Suomeen. Kantavana perusajatuksena oli kaiken kattavan kokonaistaideteoksen luominen, eli tällä tavalla korostettiin aikakauden omaa arkkitehtuuria. Luonnonkivirakennusten muodoissa kokonaistaideteokseen pyrkiminen on myöhemmin näkynyt erilaisina teknisesti huonosti toimivina liitoksina ja detaljeina aiheuttaen rakennuksiin korjaustarvetta varsin nopeasti valmistumisen jälkeen.

MATERIAALIEN AITOUS

1890-luvulla pidettiin tärkeänä luonnonmateriaalien käyttöä. Jo 1800-luvun puolivälissä William Morris ja John Ruskin olivat esittäneet ajatuksia, että taide on kaiken

elinympäristön yhteinen nimittäjä. Ruskinin kirjoitusten mukaan rakenteen tuli esittää todellista rakennetta ja käytetyn pintamateriaalin juuri itseään. Kolmantena aitouden merkkinä oli käsityö koneellisen työstön sijaan. Samansuuntaisia ajatuksia olivat esittäneet muutkin aikalaiset, mm. A.W. Pugin, mutta Ruskinin kirjoituksista muodostui perusta ”arkkitehtuuriselle totuudelle”. Keskustelu rakennusmateriaalien aitoudesta ei ollut mitenkään uutta sinänsä, sillä vaatimukset materiaalien aitoudesta oli esittänyt venetsialainen Carlo Lodoli jo 1700-luvun alussa. Hänen mukaansa kiven tuli esittää kiveä ja puun puuta eikä mitään muuta materiaalia.¹³

Ajatus taiteesta kaiken elinympäristön yhteisenä nimittäjänä, eli pyrkimys kokonaistaideteokseen, omaksuttiin hyvin nousevien suomalaisarkkitehtien piirissä. Samanaikaisesti nouseva nationalismi ja ”suomalaisen tyylin” etsiminen loivat hyvät edellytykset puun ja luonnonkiven käytölle rakentamisessa. Puuta ja graniittia pidettiin perisuomalaisina materiaaleina. Puurakennuksia ei kuitenkaan pidetty moderniin kaupunkiin sopivina, joten kaupungeissa talot tehtiin pääasiassa tiilestä joko puhtaaksi muurattuina tai rappauspintaisina. Julkisen rakentamisen puolella tehtiin vuosisadan vaihteessa päätöksiä monista suurista laitoksista ja järjestettiin vilkkaasti arkkitehtuurikilpailuja.¹⁴ Pääosin näissä kohteissa on julkisivumateriaalina käytetty luonnonkiveä.

Keski-Euroopassa rakennusten julkisivumateriaalina käytettiin usein pehmeitä kivilajeja, kuten kalkkikiveä, vuolukiveä ja hiekkakiveä. Graniittiaakin käytettiin, erityisesti Yhdysvalloissa, mutta ei kovin laajasti. Graniitti oli kovuuden ja siitä johtuen hankalan työstettävyyden vuoksi pehmeitä kiviä kalliimpaa.

Suomen kallioperästä löytyy vain muutamia pehmeitä kivilajeja, joita ovat hiekkakivi, kalkkikivi ja vuolukivi. Hiekkakiveä esiintyy hyvin pienellä alueella Porin ym-

päristössä. Samoin kalkkikiviesiintymä Kemion lähellä on pieni. Lisäksi suomalainen kalkkikivi on huomattavasti kovempaa kuin etelämpänä Euroopassa esiintyvät kalkkikivet. Ainoa käyttökelpoinen pehmeämpi kivilaji oli vuolukivi, jota löytyi Juuan kunnasta Itä-Suomesta.¹⁵

KIVITEOLLISUUTTA SYNTYY SUOMEEN

Suomalaista kiveä, Ruskealan marmorina, oli käytetty Pietarissa mm. Iisakin ja Kazanin kirkkoissa lattia- ja seinämateriaaleina jo 1800-luvun alussa. Samoin Pyterlahden punaista graniittia oli käytetty Pietarissa erilaisissa monumenteissa.¹⁶ Suomessa luonnonkiven käyttö oli rajoittunut lähinnä rakennusten perustuksiin ja kivijalkoihin.¹⁷

Kiviteollisuuden alkua jarrutti 1800-luvun alussa rakennuskivien heikko kysyntä Suomessa, koska rakentaminen oli melko vähäistä. Toinen syy oli se, että rakennukset olivat pääasiassa puurakenteisia, joten kiveä tarvittiin vain perustuksiin ja sokkeleihin. 1800-luvun lopun taloudellinen nousukausi sekä luonnonkiven käytön yleistymisen rakennusten julkisivumateriaalina loivat edellytykset suomalaiselle kiviteollisuudelle. Väki alkoi muuttaa kaupunkeihin, joiden keskustoihin alettiin rakentaa taloja tiilistä ja kivistä, joita pidettiin puurakennuksia paremmin moderniin kaupunkiin sopivina. Myös kaupunkien katuja ja toreja päällystettiin kivillä, jolloin kiviä tarvittiin paljon.

Suomen kallioperästä graniitti ja gneissi kelpasivat rakennusmateriaaleiksi. Kummatkin kivilajit ovat kovia ja siksi vaikeita työstää. 1800-luvun alussa kiven työstö tapahtui täysin käsityökaluilla, kunnes vuosisadan loppupuolella saatiin kiventööstökoneita, poria ja sahoja hankittua ulkomailta Suomeenkin. Koneiden käyttö mahdollisti raakakivien massatuotannon. Koneista huolimatta kiven viimeinen työstö tapahtui käsityökaluin.¹⁸

Kivenhakkaamiseen oli perinteisesti käytetty vankeja ja sotilaita. 1800-luvun lopulla koneiden yleistymisen myötä Suomeenkin perustettiin kiviteollisuusyrityksiä, joista ensimmäinen oli Ruskealan Marmor Oy – Ruskeala Marmor Ab. Yritys perustettiin vuonna 1896 ja nimensä mukaisesti se toimitti Ruskealasta marmorista. Vuonna 1886 oli perustettu Ab Granit, joka vei rakennus- ja katukiviä ulkomaille.¹⁹

Suomalaiset geologit, insinöörit ja arkkitehdit kävivät hakemassa oppia kiven-työstötekniikoista ensin Ruotsista ja sitten Keski-Euroopasta. Geologian Tutkimuskeskuksella oli tärkeä rooli kiviteollisuuden kehityksen kannalta, sillä laitoksen geologit kartoittivat Suomen kallioperää. Tutkimuskeskuksen johtajalla J. J. Sederholmilla oli merkittävä rooli myös kiviteollisuudessa.

Hän toimi vuonna 1900 perustetun Finska Stenindustri Ab – Suomen Kiviteollisuus Oy:n hallituksen puheenjohtajana vuoteen 1934 saakka. Vuonna 1899 perustettu Finska täljstens Ab hyödynsi Juuan vuolukiviesiintymää. Vuonna 1907 yritys teki konkurssin ja perustettiin uudelleen nimellä Oy Vuolukivi – Ab Täljsten.²⁰

Luonnonkivien lohkomisen ja irrotus kalliosta tapahtui 1800-luvun loppupuolelle saakka pelkästään käsityönä. Työ tehtiin pääasiassa kiilaamalla eli kiveen tai kallioon lyötiin lekalla teräskiiloja, joiden avulla saatiin lohkaistua irti työstettäväksi aiottu kivi. Vuosisadan lopulla ulkomailta hankittujen höyrykäyttöisten porien ja sahojen avulla kallion louhiminen helpottui ja nopeutui huomattavasti.²¹

Kiven työstössä eli hakkauksessa on useita eri työvaiheita, jotka kaikki tapah-

Tampereen tuomiokirkko (Lars Sonck 1902–1907) edustaa suomalaista kansallisromanttista tyyliä. Kuva: Jukka Lahdensivu.



tuivat käsityökaluin. Työvaiheita olivat hal-kaisukiilaus, pallikiilaus, viivaus ja meislaus, piikkaus sekä hakkaus²². Julkisivukivien lopullinen muoto vaikutti merkittävästi eri työvaiheiden määrään ja tarkkuuteen. Ns. raakapintaisissa kivissä työvaiheita ja hakka-ustyötä oli huomattavasti vähemmän kuin sileäksi hakatuissa ja kuvioituissa kivissä.

SUOMALAISEN TYYLIN LUOMINEN VAATI SUOMAISTA ARKKITEHTIKUNTAA

Suomessa oli 1800-luvun alkupuolella vain muutamia arkkitehteja, joista suuri osa oli saanut koulutuksensa Saksassa. Merkittävin heistä oli Helsingin rakentaja Carl Ludvig Engel (1778–1840), joka suunnitteli uuden pääkaupungin koko empire-keskustan. Engelin kuoltua Suomen rakennushallintoa eli intendentin konttoria johti niin ikään sak-salainen, Berliinissä koulutuksensa saanut Ernst Bernhard Lohrmann (1803–1870). Hänen aikanaan hallintoa vahvistettiin, kehitettiin ja hajautettiin. Hänen toimestaan perustettiin kahdeksan lääninarkkitehdin ja lääninkonduktöörin virkaa. Vuonna 1865 keskushallintoa uudistettiin, intendentin konttorin tilalle perustettiin yleisten rakennusten ylihallitus, jonka ylitirehtöörinä Lohrmann toimi viimeiset virkavuotensa. Tässä yhteydessä myös virka-arkkitehtien määrä kasvoi ja 1870-luvulla voitiin jo pu-hua suomalaisesta arkkitehtikunnasta.²³

Suomalaisen kivityylin kannalta merkit-tävimmät arkkitehdit opiskelivat 1890-lu-vulla Suomen Polyteknillisessä opistossa Helsingissä. Opisto kesti neljä vuotta ja opetus oli koulumaista, mistä kertoo mm. kerran vuodessa annettu *årsbetyg*, vuosito-distus, joka kertoi oppiaineiden arvostelun lisäksi oppilaan siirtämisestä seuraavalle luokalle. 1890-luvulla arkkitehtuurin osas-toa johti yliopettaja, professori Gustaf Ny-ström. Muita opettajia olivat mm. arkkitehti Onni Törnqvist (Tarjanne) ja matemaatik-

ko, maisteri Karl E. Palmén. Nyström opet-ti rakennustaidetta ja taidehistoriaa, Törn-qvist rakennuskonstruktio-oppia.²⁴

Polyteknillisestä opistosta valmistui 1890-luvulla monia arkkitehteja, jotka no-peasti loivat ja omaksuivat uuden kansallis-romanttisen suuntauksen sekä alkoivat käyt-tää luonnonkiveä rakennusten julkisivuissa. Näitä arkkitehteja olivat mm. Lars Sonck (1870–1956), Birger Federley (1874–1935), Wivi Lönn (1872–1966), Herman Gesellius (1874–1916), Armas Lindgren (1874–1929) ja Eliel Saarinen (1873–1950).

Vuosisadan vaihteen arkkitehdin työ poikkosi huomattavasti nykyisestä. Tuohon aikaan arkkitehdit suunnittelivat yleises-ti myös rakennuksen kantavat rakenteet ja valvoivat rakentamista. Uusien materiaalien myötä kantavien rakenteiden suunnittelu siirtyi insinöörikunnalle. Teräsbetoniraken-teiden ja valurautapilarien käyttö yleistyi asuinrakentamisessa 1910-luvulla. Samoi-hin aikoihin arkkitehdit alkoivat suuntautua kaavoitukseen, joka taas oli perinteisesti ol-lut insinöörien aluetta.

KOhteita kirkoista majakkaan

Luonnonkiviverhottuja massiivitiiliseinäisiä rakennuksia on tehty kaikenlaisia aina ma-jakoista Eduskuntataloon saakka. Monet rakennuksista on rakennettu monumentaa-lisiksi niiden käyttötarkoituksen vuoksi ja niistä on muodostunut merkittäviä kansalli-sia symboleja. Kaikkiaan luonnonkivipintai-sia massiivitiiliseinäisiä rakennuksia on Suo-messa noin 150–200 kappaletta. Suurin osa rakennuksista sijaitsee Helsingissä, Tampe-reella ja Turussa. Myös Viipuri oli 1900-lu-vun alussa merkittävä kaupunki, johon rakennettiin paljon. Useat Viipurin raken-nuksista, kuten esimerkiksi Eliel Saarisen suunnittelema rautatieasema, tuhoutuivat viime sotien aikana, eivätkä uudet vallanpi-täjät ole rakennuksia entiselleen korjanneet.

KIRKKO	SUUNNITTELIJA	RAKENNUSVUOSI
Alahärmä	Josef Stenbäck	1903
Eura	Josef Stenbäck	1896–1898
Hartola	Josef Stenbäck	1913
Kallio (Helsinki)	Lars Sonck	1909–1912
Hirvensalmi	Josef Stenbäck	1914–1916
Humppila	Josef Stenbäck	1920–1921
Juva	E.B. Lohrmann	1863
Kalvola	Ilmari Launis	1919–1921
Karkku	Oiva Kallio	1913
Karuna	Josef Stenbäck	1908–1910
Kitee	F.A. Sjöström	1882–1886
Koivisto (nyk. Venäjällä)	Josef Stenbäck	1900–1904
Konnevesi	Ilmari Launis	1922
Kuolemajärvi (nyk. Venäjällä)	Josef Stenbäck	1899–1902
Luvia	Josef Stenbäck	1908–1910
Muuruvesi	Josef Stenbäck	1904
Noormarkku	Armas Lindgren	1931–1933
Nilsinä	Josef Stenbäck	1906
Panelia	O. Salonen	1909
Pomarkku	Ilmari Launis	1914–1915
Pornainen	Ilmari Launis	1924
Pyhärinta	Josef Stenbäck	1907–1909
Raahe	Josef Stenbäck	1910–1912
Räisälä	Josef Stenbäck	1911–1912
Savitaipale	Josef Stenbäck	1922–1924
Sonkajärvi	Josef Stenbäck	1909–1910
Tuomiokirkko (Tampere)	Lars Sonck	1902–1907
Varpaisjärvi	Josef Stenbäck	1904
Vestanfjärd	Josef Stenbäck	1910–1912
Vuolijoki	Josef Stenbäck	1906

Luonnonkiviverhottuja kirkkoja on rakennettu vuosina 1863–1932 yhteensä 30 kappaletta. Ensimmäinen oli E. B. Lohrmannin suunnittelema Juvan kirkko, joka valmistui vuonna 1863. Vuosina 1931–1932 rakennettu Noormarkun kirkko lienee viimeisin tällä tekniikalla Suomessa rakennettu kirkko. Koiviston ja Kuolemajärven kirkot eivät enää nykyisin ole Suomen rajojen sisäpuolella. Suurin osa kirkoista on rakennettu välillä 1896–1924 ja ne sijaitsevat pääasiassa Etelä-Suomessa. Vuosina 1890–1930 kaikista rakennetuista kirkoista luonnonkiviverhotut kirkot edustavat noin 21 %. Puukirkkoja, joita maassamme on eniten, on myös tuona aikana rakennettu eniten, eli 56 kappaletta (noin 40 %).²⁵

Josef Stenbäck oli tuotteliaan kirkkoarkkitehti, hän on suunnitellut 19 luon-

Taulukko 1. Suomalaisia luonnonkiviverhottuja kirkkoja.

nonkivipintaista kirkkoa. Toiseksi eniten on suunnitellut Ilmari Launis (4 kpl) ja kolmantena Lars Sonck (2 kpl). Yhden kirkon suunnittelijoita ovat E. B. Lohrmann, F. A. Sjöström, O. Kallio, A. Lindgren ja O. Salonen²⁶. Taulukkoon 1 on koottu lista Suomen luonnonkivipintaista kirkoista.

Suuria julkisia luonnonkiviverhottuja rakennuksia ovat mm. Kansallisteatteri (Onni Törnqvist 1902), Kansal-

ismuseo (Herman Gesellius, Armas Lindgren, Eliel Saarinen 1905–1912), Helsingin rautatieasema (Gesellius, Lindgren, Saarinen 1905–1919) ja Tampereen tuomiokirkko Lars Sonck 1902–1907). Näiden lisäksi tähän sarjaan tulee laskea myös huomattavasti myöhemmin rakennettu Eduskuntatalo (J.S. Sirén 1927–1931), joka suomalaisen kansanvallan symbolina täyttää hyvinkin kansallisen monumentin ehdot jo kokonsakin puolesta.

Kaikissa näissä kohteissa on järjestetty arkkitehtuurikilpailu, Eduskuntatalon kohdalla jopa useita. Suomessa arkkitehtuurikilpailuja oli alettu järjestää 1890-luvulta lähtien. Hyvin usein kävi niin, että kilpailun voittanutta ehdotusta ei toteutettu, vaan suunnittelutehtävä annettiin jollekin muulle sijalle sijoittuneelle, joka sitten saattoi käyt-

tää hyväkseen kaikkia kilpailussa mukana olleita ehdotuksia.²⁷

Pankit ja vakuutusyhtiöt rakennuttivat toimitiloikseen 1900-luvun alussa luonnonkivellä verhottuja rakennuksia, koska harmaan graniitin katsottiin edustavan vakautta. Ensimmäinen liikerakennus oli Gustaf Nyströmin suunnittelema Yhdyspankin talo Helsingissä, joka valmistui vuonna 1898 edustaen vielä uusrenessanssityyliä. Kansallisromanttisen suuntauksen rakennuksissa julkisivukivet ovat raakapintaisia ja koristelu monimuotoista, esimerkkinä Palovaikkuutusyhtiö Pohjolan talo (Gesellius, Lindgren, Saarinen 1900–1901). Arkkitehtuurin muuttuessa rationaalisempaan suuntaan julkisivuissa alettiin käyttää sileäksi hakattuja ja jopa hiottuja kiviä. Samalla koristelu muuttui hillitympään suuntaan. Esimerkkeinä voidaan mainita Helsingin Pörssi (Sonck 1910–1912) ja Hypoteekkiyhdistys (Sonck 1907–1909).

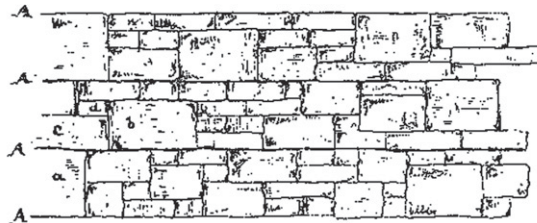
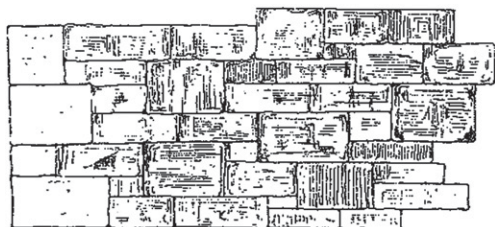
Luonnonkiveä on 1900-luvun alussa käytetty hyvinkin erilaisissa rakennuksissa, kuten Bengtskärin majakassa (Florent Granholm 1906), sekä erilaisissa julkisissa ja julkisluonteisissa rakennuksissa. Tällaisia ovat mm. Turun taidemuseo (Gustaf Nyström 1901–1904), Villa Kultaranta (Sonck 1913–1916), Pyynikin näkötorni (Vilho Kolho 1929) Tampereella sekä Helsingin työväenyhdistyksen talo (Karl Lindahl 1908). Vuonna 1854 rakennettu Kakolan vankila (E. B. Lohrmann) Turussa on ensimmäisiä rakennuksia Suomessa, jonka julkisivut on verhottu luonnonkivellä.

LUONNONKIVIJULKISIVUJEN KOKO JA LIMITYS

Arkkitehdit ovat hakeneet rakennukselle ominaista ilmettä mm. erilaisilla julkisivukivien limityksillä. Rakennuksesta ja aika-

Turun taidemuseon (Gustaf Nyström 1901–1904) erikoisuutena on yläkerran näyttelytiloihin valaistuksen luovat kattoikkunat. Kuva: Jukka Lahdensivu.





Englantilaisen standardin mukainen *Irregular coursed rubble* -limititys vasemmalla ja *Irregular coursed rubble brought up to level courses* -limititys oikealla. Lähde: Ringbom 1987, 58.

kauden ihanteista riippuen julkisivuja on pyritty limityksellä elävöittämään tai rauhoittamaan. Suomessa rakennuksissa, jotka edustavat rationalistista tai klassistista tyyliä, käytettiin yleisesti sileäksi hakattuja kiviä ja säännöllisiä limityksiä, kun taas kansallisromanttisissa rakennuksissa suosittiin erikokoisista kivistä tehtyjä epäsäännöllisiä limityksiä.

Englannissa, Skotlannissa ja Irlannissa oli 1800-luvulla käytössä erilaisia julkisivukivien limityssstandardeja, joita ruotsalainen geologi Hjalmar Lundbohm kopioi ja julkaisi Ruotsissa, mistä ne levisivät Suomeenkin. Englantilaisissa standardeissa on kaksi limitystapaa: täysin epäsäännöllinen limitys (*irregular coursed rubble*) ja säännöllisin välein vaakalinjoja noudattava epäsäännöllinen limitys (*irregular coursed rubble brought up to level courses*).²⁸

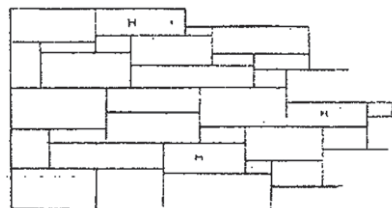
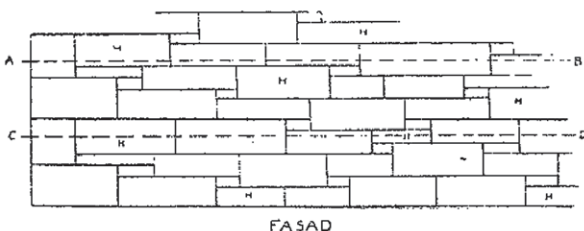
Edinburghilaisen (Skotlanti) standardin mukaisessa täysin epäsäännöllisessä limi-

tyksessä (*square* tai *sneaked rubble*) on periaatteessa erotettavissa joitakin säännöllisiä vaakalinjoja, jotka eivät kuitenkaan kulje saumalinjoja pitkin. Belfastilaisen (Irlanti) standardin mukaisessa täysin epäsäännöllisessä limityksessä (*square rubble*) ei ole mitään säännöllisyyttä.²⁹

Näiden lisäksi suomalaiset arkkitehdit käyttivät erilaisia omia limitystapoja julkisivuissa, jotka muodostuivat erikokoisista ja -värisistä kivistä. Erityisesti Lars Sonck oli mestari julkisivujen sommittelussa. Varhaisin esimerkki tästä on Tampereen tuomiokirkko, jonka julkisivuja tunnettu kirkkoarkkitehti Josef Stenbäck on jäljitellyt mm. Pyhärannan kirkossa.

Rakennusten nurkissa ja aukkojen reunoilla on yleensä käytetty hieman suurempia kiviä, jotka on yleensä limitetty säännöllisesti. Näiden lisäksi rakennuksissa esiintyy usein erilaisia koristelistoja, jotka on yleensä tehty sileäksi hakatuista kivistä.

Edinburghilaisen standardin mukainen *Square* tai *sneaked rubble* -limititys vasemmalla ja belfastilaisen standardin mukainen *Square rubble* -limititys oikealla. Lähde: Ringbom 1987, 58.



VUOSI	MÄÄRÄYS
1825	Kaikki seinät 1 ½ kiveä
1859	Alin kerros 2 kiveä, muut 1 ½ kiveä
1875	Alin kerros 2 ½ kiveä, jos rakennus yli 4 kerrosta, muut 1 ½ kiveä
1895	I ja II kerros 2 ½ kiveä, III ja IV kerros 2 kiveä, muut 1¾ kiveä
1917	570 mm eli 2 kiveä kaikissa normaalikorkuisissa taloissa

Taulukko 2. Helsingin kaupungin rakennusjärjestyksessä määrätyt ulkoseinien minimipaksuudet (Matti J. Lahti 1960).

Luonnonkivien koko ja limitys vaihtelevat suuresti arkkitehtien ja aikakauden ihanteiden mukaan, samoin kuin luonnonkivien julkisivupinnan karkeus. Osassa luonnonkiviverhottuista rakennuksista luonnonkivet ovat kohteiden silmämääräisten tarkastusten yhteydessä tehtyjen havaintojen mukaan julkisivupinta-alaltaan hyvin suuria, luokkaa 500 x 2000–4000 mm². Kansallisromanttisen suuntauksen julkisivuissa yleistyivät erilaiset epäsäännölliset limitykset. Samalla kivien koko pieneri huomattavasti ja julkisivut koostuivat yleisesti erikokoisista kivistä. Tyypillisiä kivien kokoja ovat 150 x 150 mm² ja 330 x 260 mm². Arkkitehtuurin muuttuessa rationaalisempaan suuntaan julkisivukivet muotoiltiin pinnaltaan tasaisiksi ja niiden limityksessä alettiin käyttää enemmän säännönmukaisuutta.

HELSINGIN KAUPUNGIN RAKENNUSJÄRJESTYS OHJASI KOKO MAAN RAKENNUSTAPAA

1800-luvun lopulla Suomessa ei ollut käytössä yhtenäisiä ohjeita tiilirunkoisten rakennusten suunnittelua ja rakentamista varten. Ainoat asuinkerrostalojen rakenteita koskeneet määräykset sisältyivät pitkään vuoden 1856 asetukseen, jonka korvasi vuonna 1932 annettu uusi asemakaavalaki sekä rakennussääntö. Vuoden 1856 asetusta täydensivät paikallisiin oloihin muokatut kaupunki- ja kaupunginosakohtaiset rakennusjärjestykset.³⁰ Nykyinen rakentamista

ohjaava Suomen Rakentamismääräyskoelma tuli voimaan vasta vuonna 1976, missä annettiin määräyksiä ja ohjeita kaikkien materiaalien käytöstä rakenteiden suunnittelussa ja toteutuksessa.

Helsingin kaupungin ensimmäinen rakennusjärjestys on vuodelta 1825, missä muurattujen ulkoseinien vähimmäispaksuudeksi oli määrätty puolitoista kiveä. Helsingin kaupungin rakennusjärjestyksessä annettuja määräyksiä ja ohjeita sovellettiin käytännössä koko maassa, sillä suunnittelijat olivat saaneet koulutuksensa pääasiassa Helsingissä. Lisäksi suurimpien kaupunkien Tampereen, Turun ja Viipurin rakennusjärjestykset olivat lähes suoraan kopioitu Helsingin rakennusjärjestyksestä.³¹ Helsingin rakennusjärjestys käytännössä määritteli sen miten tiilirakenteet ja muutkin rakenteet tuli suunnitella. Taulukkoon 2 on koottu Helsingin rakennusjärjestyksessä eri vuosina määrätyt ulkoseinien minimipaksuudet. Helsingissä annettiin lisäksi 1902–1925 seitsemän erillistä kaupunginosakohtaista rakennusjärjestystä³².

Kirkoissa ja muissa suurissa rakennuksissa esiintyy usein huomattavasti paksumpiakin seinärakenteita kuin edellä olevassa taulukossa on esitetty. Esimerkiksi Tampereen tuomiokirkon tornin tiiliseinän paksuus on alhaalta neljä ja puolivälillä ylöspäin kolme kiveä³³. Tähän on luonnollisesti syytä massiivisten rakennusten suuri omapaino käytettyjen materiaalien lujuusominaisuuksiin nähden.

ERILAISIA ULKOSEINÄRAKENTEITA

Luonnonkiviverhottu massiivitiilinen ulkoseinärakenne koostuu kantavasta tiilimuurista, jonka ulkopinnassa on yleensä itsensä kantava luonnonkiviverhous. Tiilimuurin ja luonnonkiviverhouksen välissä ei ole tuuletusta, vaan väli on täytetty laastilla. Ulkoseinän sisäpinta on yleisesti oikaistu rappaamalla ja pintakäsittelynä on erilaisia maalaus- ja käsittelyjä. Tiilimuurien paksuudet ovat kuntotutkimuksissa tehtyjen havaintojen perusteella vaihdelleet välillä 450–1500 mm.³⁴ Ohuimpia tiilimureja esiintyy matalien rakennusten seinissä sekä kirkkojen ns. päätykolmioissa. Paksummat tiilimuurit esiintyvät kirkkojen sekä muiden massiivisten rakennusten seinissä, erityisesti niiden alaosissa.

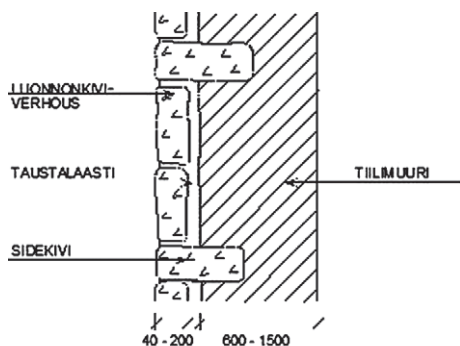
Luonnonkivimuri on yleisimmin sidottu tiilimuriin laastin ja ns. sidekivien avulla. Osa julkisivun luonnonkivistä on työstetty pitkän malliseksi ja ne on osittain upotettu tiilimuurauksen sisään. Tyypillisesti tällaiset sidekivet ovat julkisivupinta-alaltaan muita julkisivun kiviä pienempiä. Sidekivien tarkoitus on nimensä mukaisesti kiinnittää luonnonkiviverhous tiiliseinään.

Kuntotutkimuksen mukaan Tampereen tuomiokirkon julkisivukivien paksuus

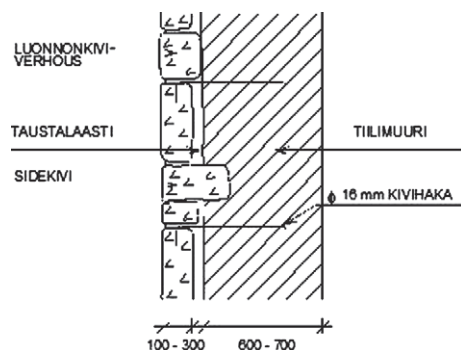
vaihtelee välillä 40–200 mm³⁵. Tyypillisesti julkisivupinta-alaltaan suuret kivet ovat ohuimpia, koska tällä tavalla on saatu kivien painoa pienemmäksi. Tällainen hoikka kiviverhous tarvitsee stabiiliuden varmistamiseksi enemmän sidekiviä kuin paksummat luonnonkivimuurit. Tuomiokirkossa sidekivien väli on arviolta noin 1–1,5 metriä. Kallion kirkossa, jossa julkisivukivet ovat keskimäärin hieman paksumpia kuin Tampereen tuomiokirkossa, sidekiviä on harvemmassa, noin 1,5–2 metrin välein.

Julkisivun luonnonkiviä on sidottu tiilimuriin myös samantyyppisillä teräksisillä (rautaisilla) kivihailla, kuin rakennusten peruskiviä oli sidottu toisiinsa jo 1700- ja 1800-luvuilla. Kansallismuseossa $\varnothing 16$ mm:n taivutettu kivihaaka on asennettu kiveen porattuun reikään noin 100 mm:n syvyyteen³⁶. Haan toinen pää on upotettu tiilimuurauksen sisään. Myös muurauksen sisällä oleva pää on taivutettu. Tämän tyyppisiä kivihaakoja on rakenteessa harvakseltaan, korkeintaan yksi neliometriä kohden. Turun taidemuseossa teräskiinnikkeet olivat litteäki taottuja ja niiden päät oli taivutettu tiilimuurauksen sisään. Tällaisia teräskiinnikkeitä esiintyi keskimäärin 1 kpl/m². Kuntotutkimuksessa tehtyjen havaintojen mukaan Kansallismuseon luonnonkivien paksuudet

Periaatekuva hoikan luonnonkiviverhouksen sidonnasta kantavaan tiilimuriin sidekivin.



Periaatekuva kivihaakojen käytöstä julkisivukivien sidonnassa Kansallismuseolta.



vaihtelevat välillä 100–300 mm. Luonnonkivien ja tiilimuurin väli on täytetty notkealla sementtipitoisella laastilla.

Terästappi juotettiin kiveen porattuun reikään lyijyllä, sementillä tai rikillä, jolloin liitoksesta saatiin tiivis ja korroosiosuojattu. Teräskiinnikkeiden ja kiviakojen korroosiosuojaus suositeltiin tekemään sinkityksellä, pikeämällä tai sementtivelliin kastamalla³⁷. Korroosiosuojaus ei ollut kuitenkaan yleensä riittävä, sillä ruosteinen vesi alkoi varsin nopeasti värjätä julkisivuja.³⁸ Näistä kokemuksista huolimatta Eduskuntatalon (1927–1931) julkisivukivet kiinnitettiin rakenteeseen alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen juuri teräskiinnikkein³⁹.

Matalissa rakennuksissa luonnonkivijulkisivu on voitu muurata niin paksuista kivistä, että julkisivukivien stabiliteetti on riittävä ilman erillisiä siteitä tiilimuriin. Tällöin kivimuri on kiinnitetty tiilimuriin pelkän laastisauman välityksellä. Luonnonkivimuurin ja tiilimuurin erilaisten liikkeiden vuoksi laastitartunta todennäköisesti pettää. On myös mahdollista, että tällaisissa rakennuksissa tietyt osat, kuten julkisivun yläosat ja muut reuna-alueet on sidottu tiiliseinään edellä esitetyin tavoin.

Turun taidemuseon luonnonkivet eivät ole tasapaksuja, vaan ne ovat taustapinnaltaan kuperia. Kivien paksuus reunoilla vaihtelee välillä 120–170 mm ja kiven keskellä 250–300 mm. Tämän tyyppisessä limitetyssä rakenteessa luonnonkivijulkisivun ja tiilimuurin välille on mahdollista saada hyvä mekaaninen liitos. Taidemuseon luonnonkivien tausta on käsitelty bitumilla, joten tartunta jää tämän vuoksi puutteelliseksi.

ULKOSEINIEN RAKENNUSTEKNIKKAA

Luonnonkivien muuraus on tapahtunut joko samassa tahdissa tiilimuurauksen kanssa tai sitten tiilimuurauksen edellä. Luonnonkiviverhousta ei ole ollut mahdollista muurata jälkikäteen, sillä luonnonkivimuu-

rin sitominen tiilimuriin olisi ollut äärimmäisen hankalaa ja olisi lisäksi vaatinut uudet telineet. Yleisin työtapa lienee ollut se, että luonnonkivimuurausta nostettiin ensin kivikerros tai kaksi, jonka jälkeen tiilimuri nostettiin samaan tasoon. Tällöin tiilimuuria muurattaessa voitiin luonnonkivien terässiteet sekä sidekivet sovittaa tiilimuriin. Myös luonnonkivien ja tiilimuurin väli saatiin täytettyä laastilla ja tarvittaessa täytekiivillä tai tiilen paloilla.

Turun teollisuuskoulun lehtori Gustaf Edvard Asp kirjoitti opetuskäyttöön vuosina 1900–1908 viisiosaisen kirjasarjan, jonka vuonna 1904 julkaistussa *Huonerakenteiden oppi, Kivirakenteita* -osassa on selostus mm. luonnonkivimuurin rakentamisesta. Aspin mukaan luonnonkivet tuettiin ensin kiilamallalla paikoilleen. Kiiloina käytettiin puukiiloja, liuskekiviä ja lyijylevyjä aina tarkoituksesta ja kuormituksesta riippuen. Kivien asennuksen jälkeen saumat tiivistettiin ulkopäin muutaman sentin syvyydelle savella tai eläinten karvoista tehdyllä karvahuovalla eli voilokilla. Tiilimuurin ja luonnonkiviverhouksen väli valettiin umpeen kalkki- tai kalkkisementtilaastilla. Laastin kuivuttua kivien saumat viimeisteltiin saumalaastilla.⁴⁰ Em. voilokkia on käytetty mm. Villa Kultarannan julkisivuissa, missä se sijaitsee noin 30 mm syvyydellä kivien ulkopinnasta lukien⁴¹.

Tällaisen työtavan etuna on ollut, että luonnonkivimuurista todellakin tulee itsensä kantava. Haittana on, että luonnonkivien ja tiilimuurin väliin jäävä ns. taustalaasti saattaa olla huonosti tiivistynyttä, sillä liian jäykkä massa ei pääse tunkeutumaan kunnolla jokaiseen koloon ja liian vetelä massa taas valuu helposti saumasta ulos, jota oli luonnollisesti tarkkaan varottava. Kalkkilaastin lujuuskehitys jää helposti vaillinaiseksi, sillä ns. ilmakalkin lujuudenkehitys vaatii laastin kemiallista reaktiota ilman hiilidioksidin kanssa eli laastin karbonatisoitumista. Hiilidioksidin tunkeutuminen seinärakenteen sisään on erittäin hidasta.

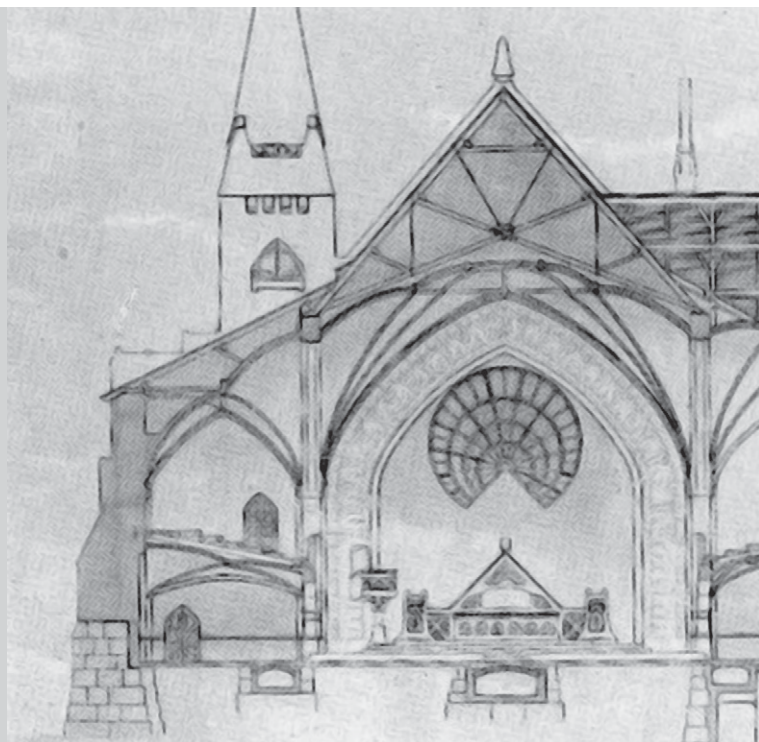
Joissakin rakennuksissa on luonnonkivien tausta käsitelty bitumi- tai kivihiilitervasivellä, jonka tarkoituksena on ollut ulkoseinän sadevedenpitävyyden parantaminen. Kuntotutkimuksissa tehtyjen havaintojen perusteella bitumointi on suoritettu luonnonkivien taustapintaan, joten tällaisissa kohteissa luonnonkivimuurauksen on ollut pakko kulkea muutaman kivikerroksen tiilimuurauksen edellä⁴².

Turun taidemuseon julkisivuissa on luonnonkivien taustalla osittain oikaisurappaus ja kivihiilitervasiveli. Tällöin luonnonkivien muuraustyö on mennyt muutaman kivikerroksen tiilimuurausta edellä, jotta laasti on ehtinyt kuivahtaa ja pikeyksen suorittaminen on ollut mahdollista. Turun taidemuseossa havaittiin edellisen lisäksi, että ankarimmin rasitetuissa nurkissa luonnonkiviverhouksen takana oleva tiilimuuraus on suoritettu asfaltilla.⁴³ Tämä on ollut G. E.

Aspin oppikirjan mukaisesti tarkoituksenmukainen tapa estää tiilimuurin kastuminen saderasitukselta⁴⁴.

Luonnonkivien saumalaastin paksuus vaihtelee huomattavasti eri rakennuksissa. Kuntotutkimuksissa on mitattu 5–40 mm:n saumaleveyksiä. Laastisaumojen leveydet eivät korreloi mitenkään käytetyn luonnonkiven koon kanssa, vaan on yleensä ollut puhtaasti arkkitehtoninen kysymys.

Laastisaumojen muodoissa esiintyy yleensä kahta päätyyppiä, sileitä saumoja sekä ns. kupusaumoja. Näistä luonnonkiven reunan tasaan tasoitetut sileät saumat ovat selkeästi yleisempiä. Sileäksi hakattujen luonnonkivien saumat ovat muutaman millimetrin verran kiven pintaa syvemmällä. Näiden kivien saumaleveydet ovat yleisesti kapeita. Luonnonkivien ulkonevia ns. kupusaumoja esiintyy joissakin kirkoissa. Luonnonkivien saumoja on yleisesti joudut-



Leikkauskuva
Tampereen
tuomiokirkon ra-
kenteista. Lähde:
Kivinen 1986, 54.

tu korjaamaan vuosien saatossa, joten laastisaumojen muodot ovat voineet muuttua alkuperäisistä.

RAKENTEIDEN KANTAVUUS

Ulkoseinien massiiviset tiilimuurit ovat yleensä kantavia, rakennuksen välipohjat ja kattorakenteet tukeutuvat tiilimuuraukseen. Välipohjien kantavana rakenteena on useimmissa tapauksissa ollut puupalkisto. Myös erilaisia tiiliholveja on käytetty, mutta useimmiten niiden päällä on itsenäinen kantava puurakenne, ja tiiliholvi liittyy vain alapuolisen tilan arkkitehtuuriin. Teräksen ja betonin käyttö rakennuksen kantavana runkona alkoi vakiintua 1900-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä. Kattorakenteet ovat kaikissa rakennuksissa yleisimmin puuta.

Tiiliholveista, joita on tehty useita erimuotoisia, aiheutuu pystykuormien lisäksi usein vaakakuormaa seinärakenteelle. Erilaisia holvirakenteita löytyy erityisesti kirkkoista. Tiiliholvien toiminnan kannalta tukien, seinien ja pilareiden, liikkumattomuus on tärkeää. Laakeiden holvien aiheuttamia vaakakuormia on siirretty mm. väliseinien kautta perustuksiin. Useassa kirkossa on ulkoseinän ulkopuolella ns. kylmiä siipimuureja eli kontrefooreja tiiliholvien vastapainoina. Mm. Tampereen tuomiokirkon ulkoseinillä on tällaisia kylmiä siipimuureja ja muita holvien stabiliteettia lisääviä rakennelmia ympäri rakennusta.

Tiilimuurit painuvat laastin viruman vaikutuksesta. Virumaa aiheuttaa lähinnä rakenteiden omapaino, jonka aiheuttama jännitys on yleensä suurin aukkojen pielissä sekä rakennuksen alaosissa. Tiilimuurissa on vaakasaumoja yleensä vähintään kolme kertaa enemmän kuin luonnonkivimuurissa, joten luonnonkivimuurin taustalaastiin muodostuu painumaeroista leikkausjännitys. Rakenteiden kuntotutkimuksissa on havaittu, että virumasta johtuvat tiilimuurin

ja luonnonkiviverhouksen painumaerot eivät voi olla merkittäviä. Suuret erot näkyisivät mm. rakennuksen yläosien aukkojen pielissä sekä taustalaastin halkeiluna, joissa kuntotutkimusten yhteydessä ei ole havaittu minkäänlaisia liikkeitä.

Laastisaumojen viruma alkaa, kun niitä kuormitetaan. Rakennustyön edetessä muuraus rasittaa rakennuksen alimpia osia heti tuoreeltaan, jolloin laastin viruma tapahtuu karbonatisoitumattomassa laastissa, jonka lujuus on suhteellisen alhainen. Todennäköisesti suurin osa tiilimuurin virumasta tapahtuu jo muuraustyön yhteydessä, joka selittäisi osaltaan merkittävien painumaerojen puutteen luonnonkiviverhouksen ja tiilimuurin välillä. Sementin lisäys kalkkilaastiin pienentää virumaa, sillä kalkkisementtilaastin kimmokerroin on suurempi kuin puhtaana kalkkilaastin. Myös laastin vedentarve pienenee, sillä sementti on karkeampaa kuin kalkki.

Julkisivun luonnonkivimuri on yleensä limitetty itsensä kantavaksi. Alkuperäinen tarkoitus lienee ollut, että luonnonkivimuri ja tiilimuri muodostavat yhdessä monoliittisen seinärakenteen. Rakenne ei kuitenkaan voi toimia monoliittisen rakenteen tavoin, sillä tiilen ja luonnonkiven lämpöliikkeissä on huomattavan suuret erot, josta aiheutuu liikettä luonnonkivien ja tiilimuurin väliseen saumaan, sekä rasituksia luonnonkivimuurin sidonnoille.

Luonnonkivimuri on sidottu tiilimuriin aiemmin kerrotuilla tavoilla. Luonnonkivimuurin stabiiliuteen vaikuttavat edellä mainittujen kiinnikkeiden lisäksi mm. kivien muoto, koko ja käytetty laasti. Kapeiden ja saumapinnoiltaan viisteellisten luonnonkivien stabiilius ei ole niin hyvä kuin leveiden ja matalien kivien, joten hoikkien luonnonkivimuurien sidontatarve on siten suurempi kuin paksujen. Käytetyllä laastilla on vaikutusta luonnonkivien tartuntaan seinärakenteessa sekä saumojen lujuusvaihteluihin. Ulkoseinissä olevat vaakasuuntaiset porrast



Erilaisia luonnonkiviverhouksen holvaustyyliä: Helsingin Puhelinyhdistys (Sonck 1903) yllä ja Helsingin Pörssi (Sonck 1910–1912) alla.



tukset sekä nurkat ja pilasterit parantavat luonnonkiviverhouksen stabiiliutta.

Julkisivukiveykset on limitetty itsensä kantaviksi ja aukkojen ylitykset on holvattu. Erityisesti oviaukoissa on käytetty useita erityyppisiä holvauksia. Näitä rakennuksia tarkastelemalla voidaan havaita, että yleisimmin suomalaiset arkkitehdit ovat suosineet pyöreitä holvikaaria, joiden esikuvana voidaan pitää amerikkalaista H. H. Richardsonia⁴⁵. Myös englantilaisia ja saksalaisia holvauksia esiintyy jonkin verran erityisesti hieman vanhemman arkkitehtikunnan töissä.

Luonnonkivien takana tiilimuurissa on aukkojen ylityksissä käytetty tiiliholvien lisäksi erilaisia teräsprofioleja, lähinnä rataakiskoja lisäämään kapasiteettia.

PERUSTUKSET

Tiilirunkoiset rakennukset ovat esimerkiksi betonirakenteisiin verrattuna hauraita ja vaurioituvat herkästi perustusten epätaさいsen painuman ja routanousujen vuoksi. Lisäksi kivitalot painavat huomattavasti enemmän kuin vastaavan kokoiset puurakennukset. Rakennusten suuri paino sekä rakenteiden hauraus asettavat vaatimuksia mm. maaperän kantavuudelle ja perustamistavalle.

Rakennusten perustamistapa on luonnollisesti riippunut rakennuspaikasta ja sen maaperän koostumuksesta. Perustamistapoja on ollut karkeasti kolme: kallion varaan perustaminen, maanvarainen perustaminen ja perustaminen paaluilla. Periaatteessa yksinkertaisin on ollut kalliolle perustaminen, sillä perusmuurit on voitu rakentaa suoraan kallion päälle. Suurimpia vaikeuksia aiheutti kallion työläs louhinta. Kallion pinnan sijaitessa syvällä, perustamiskustannuksia nostivat maanalaiset rakenteet, pilarit ja holvit, jotka rakennettiin varsinaisen perusmuurin alle.

Maanvaraiset perustukset on kantavilla pohjilla perustettu 1890-luvulle saakka tasauskivien päälle. Tämän jälkeen tasauskivet korvattiin tasausorakerroksella. Savimaissa ja muissa pehmeämissä maalajeissa perusmuuri on rakennettu puuarinan päältä. 1880-luvulle saakka puuarinassa oli kaksi kerrosta, jossa alempana olevien poikittais-hirsien päälle asetettiin 3–5 kpl pitkittäishirsiä. 1890-luvulla pitkittäishirsien päälle naulattiin arinaa jäykistävä lankkupeti. Tämän tyyppisten perustusten käyttö loppui 1930-luvulle tultaessa. Betonirakenteiden yleistyessä 1900-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä puuarinat korvattiin vähitellen betonianturoilla. Puurakenteen tuli pysyä märkänä, jotta se ei lahoaisi. Tästä syystä se ympäröitiin savella.⁴⁶ Maaperän kantavuutta voitiin parantaa lisäksi juntaamalla, upottamalla maahan kiviä tai lyömällä lyhyitä tiivistyspaaluja.

Paaluperustusta käytettiin ja käytetään edelleen sellaisessa maaperässä, jossa maanvarainen perustaminen ei maan huonon kantavuuden ja rakennuksen suuren massan vuoksi ollut mahdollista. 1800-luvulla käytettiin puisia tuki-, kitka- tai koheesio-paaluja. Paalujen yläpäihin kiinnitettiin tappiliitoksilla seinän pituussuuntaiset hirret, joiden päälle lovettiin poikittais-hirret.⁴⁷ Jotta tappiliitosten tekeminen onnistui, paalujen tuli olla suorissa riveissä.

1900-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä yleistyneen betonin käytön myötä puupaalujen päät valettiin suoraan betonianturan sisään. Puupaalut ja -arina piti kokonaisuudessaan jäädä pohjavedenpinnan alapuolelle lahovaurioiden estämiseksi. Paalutus tehtiin 1910-luvulle saakka pelkästään puupaaluilla, joita käytettiin kuitenkin vielä 1970-luvulle saakka.⁴⁸ Betonipaalujen käyttö alkoi Suomessa 1911, jolloin vakuutusyhtiö Kalevan taloa rakennettiin Helsingin keskustaan⁴⁹.

Perusmuurit olivat 1890-luvulla alkuvuosina tyyppillisesti suurista kivenlohkareis-

Perustusten epätasainen painuminen on aiheuttanut muurattujen seinien merkittävän halkeilun. Kuva: Jukka Lahdensivu.



ta rakennettuja kivilatomuksia, jolloin kivet ladottiin päällekkäin ilman laastia eli ns. kylmämuurina. 1900-luvun alussa muurit tehtiin yleensä saumattuna joko laastilla tai hiekalla⁵⁰. Perusmuurin sisäpinta muurattiin kellaritilojen osalla yleensä tiilestä ja myöhemmin ne valettiin betonista. 1910-luvulla perusmuureja alettiin valaa ns. säästöbetonista. Perusmuurit tehtiin alapäästään leveämmäksi, jotta rakennuksen kuormat saatiin jaettua suuremmalle alalle. Kivilatomuksen ja tiilimuurin väliin tehtiin vedeneristys yleensä bitumilla tai kivihiilitervalla. Vedenpaineeristykseen käytettiin asfalttia, jolla muurattiin myös sisäpinnan tiilimuuri⁵¹.

Muuratuissa rakenteissa perustusten epätasainen painuma, oli perustamistapa sitten mikä tahansa, näkyy varsin nopeasti seinien halkeiluna, kuten Pornaisten kirkon seinistä voidaan havaita (ks. kuva yllä).

Rakennusten alapohjarakenteet ovat vaihdelleet kellaritilojen käyttötarkoituksen mukaan huomattavasti. Halkovaras-

toiksi tarkoitetuissa kellareissa saattoi vielä 1900-luvun alussa olla pelkkä sorapinta. Muissa tiloissa lattiassa oli yleensä tiili- tai kiviladonta. Betonilattiat alkoivat yleistyä 1900-luvulla.

Kosteilla maaperillä sijaitsevista rakennuksissa lattia eristettiin perinteisesti asfalttikerroksella, jonka paksuus vaihteli välillä 50–200 mm. Asfaltin päälle voitiin joko koolata puulattia täytteineen tai latoa tiili- tai kivilaattoja. Betonilattioiden yleistyttyä vedeneristys sijoitettiin kahden betonilaatan väliin. Vedeneristeenä käytettiin joko bitumi- tai kivihiilipiikeystä tai sitten asfalttia noin 30–50 mm kerroksena.⁵²

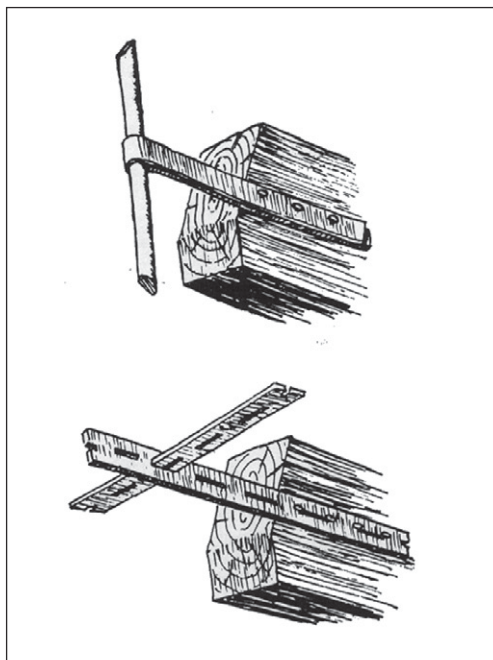
Kuntotutkimuksen mukaan Tampereen tuomiokirkon alapohjarakenne koostuu tasatun hiekkakerroksen päälle valetusta 75 mm paksusta betonilaatasta, jonka päällä on 55 mm asfalttia vedeneristeenä⁵³. Seurakuntatalin puulattia on koolattu suoraan asfaltin päältä. Tällaisen rakenteen ongelmana on asfaltin sisältämien polyaromaattisten

hiilivetyjen eli PAH-yhdisteiden aiheuttamat hajuhaitat. Lisäksi nykyään tiedetään PAH-yhdisteiden olevan syöpävaarallisia⁵⁴.

VÄLIPOHJARAKENTEET OLIVAT YLEISIMMIN PUUTA

Kantavia välipohjia on rakennettu puusta, tiilestä ja betonista. Tiilistä muurattujen holvien muoto ratkaisee seinälle tulevien rasitusten suuruuden ja suunnan. Tilanne on samanlainen betoniholvien kohdalla. Myös puurakenteisista välipohjista aiheutuu rasituksia seinärakenteelle, mutta rakennuksen käytön ja korjaustarpeen kannalta olennaisista on se, millaisia rasituksia ulkoseinärakenteelle aiheuttaa välipohjan puurakenteille.

Puuvälipohjan kantavan palkiston päät on upotettu tiiliseinän sisään ulkoseinän muurausvaiheessa. Tämä on helpottanut mm. telinetyötä. Välipohjapalkit on sidottu tiiliseinään a.o. kuvan mukaisilla teräsosilla. Jokaista palkkia ei välttämättä ole sidottu



tiiliseinään, vaan esimerkiksi joka kolmas, kuten Turun taidemuseossa⁵⁵. Museon korjaustyön yhteydessä havaittiin, että taottujen teräsosien ankkuritapit tulevat tiilimuurin läpi luonnonkiviverhouksen ja tiilimuurin väliseen saumaan.

Lahosuojaukselta varten välipohjapalkkien päät on yleensä käsitelty jonkinlaisella kylästysaineella, joka kuntotutkimuksissa tehtyjen havaintojen mukaan voisi olla kreosoottiöljyä sisältävää puu- tai kivihilitervaa. Tämän lisäksi palkkien päät on yleisesti kääritytty bitumi- tai tervapaperihuopaan.⁵⁶ Palkin pään ja tiilimuurauksen väliin on pyritty jättämään muutaman senttimetrin tyhjä rako, jotta palkin pää ei saisi suoraa vesikosketusta ja kuivuminen sisäilmaan päin olisi mahdollista.

VESIKATTORAKENTEET

Vesikaton kantavat rakenteet ovat yleisesti puurakenteisia. Rakennuksen pitkällä sivulla on yleisesti käytetty ns. kypäläansarakennetta. Varsinainen kantava puurakenne on tuettu tiiliseinän päältä ja sivusiirtymät estetään ns. kypälärakenteella. Puurakenteita on kuntotutkimuksissa tehtyjen havaintojen mukaan suojattu lahoamista vastaan kreosoottiöljyn tyyppisillä kylästysaineilla. Puiden pinta on ruskea ja niissä on kreosootille tyyppillinen haju.

Rakennuksen päädyissä kantavat puurakenteet on yleisesti upotettu tiiliseinän

Puupalkkien tiiliseinän sisään upotettavia ankkureita. Ylempi on sepän takoma, alempi teollista tuotantoa olevaa lattarautaa. Lähde: Lahti 1960, 105.

Leikkauspiirros Turun taidemuseon räystäsrakenteesta. Lähde: TTKK tutkimusselostus 1146/2002.

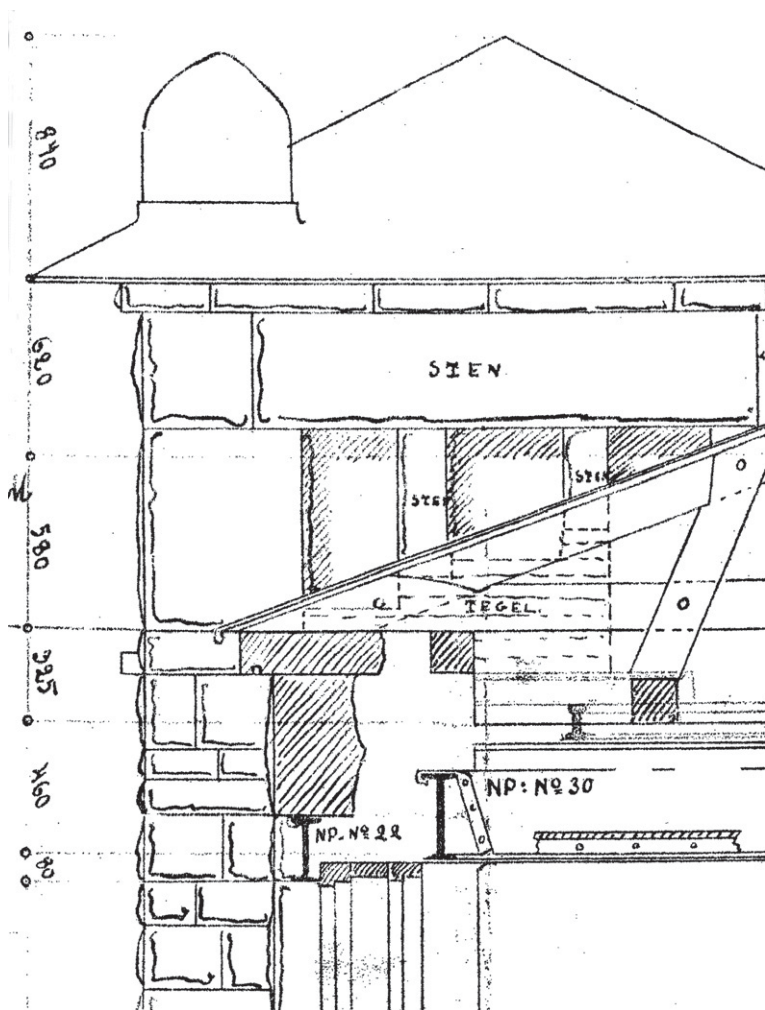
sisään samalla tavalla kuin välipohjapalkit. Lahosuojauksena on käytetty kreosootin lisäksi bitumi- tai tervapaperi- ja puu- tiiliseinään upotettu pää on kääritty. Puiden ankkuroinnissa on käytetty samanlaisia teräsosia kuin välipohjissa.

Tämän ajan rakennusten katon pääkannattajien päällä on sekundäärikannattajat ja vesikate. Katemateriaali on ollut yleensä punainen, savesta poltettu kattotiili tai ns. riipeltikate. Varsinaista aluskatetta ei tuohon aikaan käytetty, vaan vesikatteen alapuoli oli laudoitettu umpeen.

Oma erikoisuutensa ovat luonnonkivistä muuratut katot. Yleensä tällaiset katot ovat pienien, tornimaisten tai ulokkeellisten osien kattorakenteita, mutta esimerkiksi Nilsin kirkon päätorin katto on muurattu luonnonkivistä. Myös Kallion kirkon tornin katto on muurattu luonnonkivistä, joiden oli tarkoitus muodostaa vesikate, mutta sen päälle on rakennettu kuparipeltikatto jo kirkon rakentamisen aikana⁵⁷.

YHTEENVETO

Suomeen rakennettiin 1800-luvun lopulta 1930-luvun alkuun ajoittuvalla ajanjaksolla kaikkiaan 150–200 luonnonkiviverhottua massiivitiilirakennusta, joita tänä päivänä pidetään yleisesti arvokkaana kansallisomaisuutena. Intensiivisen rakentamisen aika oli vain noin 20 vuotta, joten rakentamisen tekniikka ja käytetyt materiaalit pysyivät käytännössä samoina kaikissa näissä rakennuksissa.



Kohteiden suunnittelusta niin rakenteiden kuin arkkitehtuurin osalta vastasi varsin pieni arkkitehtijoukko, mikä muodostui lähes kokonaan Polyteknillisen opiston yhden ikäpolven opiskelijoista ja heidän opettajistaan. Rakennusten tyyliunnot ja vaikutteet tulivat ulkomailta, mutta kotimaiset kivet ja Suomen luonnon koristeaiheet tekivät niistä uuden ”suomalaisen tyylin”. Alkuaikojen rosoiset luonnonkivipinnat muuttuivat tassisiksi arkkitehtuurin muuttuessa rationaalisempaan suuntaan 1910-luvulla.

Arkkitehtuurin lisäksi ulkoseinärakenteen rakennustapa on ulkomaista alkuperää,

sillä suomalaiset hakivat oppinsa ensisijaisesti Ruotsista, Saksasta ja Skotlannista. Sata vuotta sitten ulkoseinärakenteessa ei käytetty kiviverhouksen takana tuuletusrakoa, vaan kivien ja tiilien väli täytettiin laastilla. Alkuperäinen tarkoitus on ollut muodostaa julkisivukivistä ja kantavasta tiilimuurista yhtenäinen rakenne. Luonnonkivien sidontaan käytettiin yleisimmin ns. sidekiviä tai metallisia kiviakoja. Laastina on käytetty yleisesti kalkkilaastia, kuten muissakin muuratuissa rakenteissa tuohon aikaan. Kalkkilaastin lujuudenkehitys vaatii kuitenkin reagoimista ilman sisältämän hiilidioksidin kanssa. Luonnonkiviverhous kuitenkin estää tehokkaasti hiilidioksidin diffuusion rakenteeseen, jolloin rakenteen lujuus on jäänyt jo alkujaan heikoksi. Kuntotutkimuksissa on havaittu, että ulkoseinärakenteeseen pääsee kertymään sadevettä, joka jäätyessään rapauttaa laastia ja tiilimuurin ulkopintaa heikentäen julkisivukivien tartuntaa rakenteeseen.

Perusteellisia julkisivukorjauksia on tähän mennessä tehty noin kymmeneen tällaiseen rakennukseen. Korjaussuunnittelua varten on selvítettävä hyvin rakenteiden toiminta perustuksista vesikatteeseen saakka. Näiden rakenteiden kuntotutkimuksissa tulee selvittää julkisivurakenteiden toiminnan ja kunnan lisäksi ulkoseiniin upotettujen väli- ja yläpohjarakenteiden kunto. Perustusten epätasaisesta painumisesta on muutamissa rakennuksissa aiheutunut rakenteisiin halkeilua, minkä seurauksena perustusten korjaaminen on ensisijainen tehtävä ennen julkisivukorjauksia.

Tekniikan tohtori Jukka Lahdensivu toimii korjausrakentamisen asiantuntijana ja Rakenteiden elinkaaritekniikan tutkimusryhmän vetäjänä Tampereen teknillisessä yliopistossa.

Tämä artikkeli on vertaisarvioitu. *Tekniikan Waiheita* kiittää vertaisarvioijia arvokkaista kommentteista.

¹ Ringbom 1987; Wäre 1991; Hausen 1990.

² Vainio et al. 2005, 39.

³ Lahdensivu 2003, liite 1 ja 2.

⁴ Lahti 1960, 17–31.

⁵ Ringbom 1987, 52–65.

⁶ Ringbom 1987, passim.

⁷ Wäre 1991, 137–138.

⁸ Hausen 1990, 14, 19–20, 27–28.

⁹ Ringbom 1987.

¹⁰ Wäre 1991, 185.

¹¹ Ringbom 1987, passim.

¹² Mikkola 1990, 190–191; Nikula 1993, 111–112.

¹³ Ringbom 1987, 13–16.

¹⁴ Nikula 1993, 96–97.

¹⁵ Ringbom 1987, 39–44.

¹⁶ Ringbom 1987, 39–40.

¹⁷ Lahti 1960, 52; 60–65; 198.

¹⁸ Ringbom 1987, 28–32.

¹⁹ Ringbom 1987, 40–41.

²⁰ Ringbom 1987, 43–44.

²¹ Ringbom 1987, 28–32; 40.

²² Koskivaara 1946, 19; 21; 26; 31; 34.

²³ Nikula 1993, 75–82; 96.

²⁴ Kivinen 1982, 37–38, 83–84.

²⁵ Lindberg 1934, passim

²⁶ Lindberg 1934, passim

²⁷ Hausen 1990, 32–37

²⁸ Ringbom 1987, 58

²⁹ Ringbom 1987, 58.

³⁰ Neuvonen et al. 2002, 140–143.

³¹ Lahti 1960, 72–76; Neuvonen et al. 64.

³² Neuvonen et al. 2002, 144.

³³ TTKK tutkimusselostus 1146/2002.

³⁴ TTKK tutkimusselostukset; TTY tutkimusselostukset.

³⁵ TTKK tutkimusselostus 1163/2002.

³⁶ TTKK tutkimusselostus 437/1996.

³⁷ Asp 1904, 18.

³⁸ Neuvonen et al. 2002, 69.

³⁹ Lahti 1960, 103–104.

⁴⁰ Asp 1904, 18–23.

⁴¹ TTY tutkimusselostus 1657/2008.

⁴² TTKK tutkimusselostus 1146/2002; TTY tutkimusselostus 1657/2008.

⁴³ TTKK tutkimusselostus 1146/2002.

⁴⁴ Asp 1904, 74–76.

⁴⁵ Hausen 1990, 28.

⁴⁶ Tawast 1993, 4–14.

- ⁴⁷ Tawast 1993, 11–14.
⁴⁸ Tawast 1993, 11–14.
⁴⁹ Neuvonen et al. 2002, 60.
⁵⁰ Tawast 1993, 4–14.
⁵¹ Neuvonen et al. 2002, 60–63.
⁵² Neuvonen et al. 2002, 61–62.
⁵³ TTKK tutkimusselostus 1163/2002.
⁵⁴ Pyy et al. 1991, 8.
⁵⁵ TTKK tutkimusselostus 1146/2002.
⁵⁶ TTKK tutkimusselostukset; TTY tutkimusselostukset.
⁵⁷ Kallion kirkon korjaussuunnitelmat 1998–2002

LÄHTEET:

Arkistolähteet

- Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy: Kallion kirkon korjaussuunnitelmat työselityksineen 1998–2002.
 Tampereen teknillinen korkeakoulu: Tutkimusselostukset 432/1996, 437/1996, 567/1997, 690/1998, 1146/2002, 1163/2002
 Tampereen teknillinen yliopisto: Tutkimusselostukset 1297/2004, 1322/2004, 1657/2008, 1734/2009, 2070/2012

Kirjallisuuslähteet

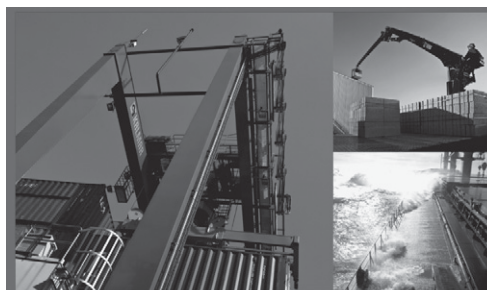
- ASP, G. E. 1904. Huonerakenteiden oppi. Turku. Turun Suomalainen Kirjapaino ja Sanomat Oy.
 KOSKIVAARA, E. 1946. Kivenhakkaus, ammattioppikirja. Helsinki. Kauppa- ja teollisuusministeriön ammattikasvatusosasto.

Tutkimuskirjallisuus

- HAUSEN, M., MIKKOLA, K., AMBERG, A-L., VALTO, T. 1990. Eliel Saarinen, Suomen aika. Keuruu. Suomen rakennustaiteen museo.
 KIVINEN, P. 1982. Tampereen jugend, arkkitehtuuritaideteollisuus. Keuruu. Otava.
 KIVINEN, P. 1986. Tampereen tuomiokirkko. Porvoo. WSOY.
 LAHDENSIVU, J. 2003. Luonnonkiviverhottujen massiivitiiliseinien vaurioituminen ja korjausperiaatteet. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, talonrakennustekniikka, tutkimusraportti 127.
 LAHTI, M. J. 1960. Kuinka Helsinkiä on rakennettu. Helsinki. Rakentajain Kustannus Oy.
 LINDBERG, C. 1934. Suomen kirkot, maamme kirkkorakennuksia käsittelevä tietoteos. Helsinki. Kuvataide.
 NEUVONEN, P., MÄKIÖ E., MALINEN M. 2002. Kerrostalot 1880–1940. Helsinki. Rakennustietosäätiö RTS.

- NIKULA, R. 1993. Rakennettu maisema, Suomen arkkitehtuurin vuosisadat. Helsinki. Otava.
 PYY L., HAKALA E. 1991. Altisteet työssä 19. Polysykliset aromaattiset hiilivedyt. Helsinki. Työterveyslaitos.
 RINGBOM, S. 1987. Stone, style and truth. The vogue for natural stone in nordic architecture 1880–1910. Helsinki. Suomen muinaismuistoyhdistyksen aikakauskirja 91.
 Suomen rakennustaiteen museo 1981: Lars Sonck, arkkitehti. Helsinki, Suomen rakennustaiteen museon monografiasarja.
 TAWAST, I. 1993. Perustusten vahvistusmenetelmät korjausrakentamisessa. Tampere. TTKK Geotekniikan laitos julkaisu 26, Talonrakennustekniikka julkaisu 59.

- WÄRE, R. 1991. Rakennettu suomalaisuus. Nationalismi viime vuosisadan vaihteen arkkitehtuurissa ja sitä koskevissa kirjoituksissa. Helsinki. Suomen muinaismuistoyhdistyksen aikakauskirja 95.



Tehokkuutta tavaravirtoihin.

Tavaraa kuljetetaan päivittäin ympäri maailmaa. Vain innovatiivisilla liiketoimintaratkaisulla voidaan tehostaa tavaravirtojen kulkua. Cargotecin johtavat globaalit liiketoiminta-alueet MacGregor, Kalmar ja Hiab, tarjoavat markkinoiden innovatiivisimmat ratkaisut kuorman- ja lastinkäsittelyyn maalla, merellä ja satamissa. Palvelemme yhtä lailla suuria varustamoja kuin pieniä kuorma-autoyrittäjiä – ratkaisumme tehostavat liiketoimintaa kokoon katsomatta.

www.cargotec.fi

