



Kalle Kilpinen

Pihamuurien korjaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan tutkinto-ohjelma

Mestarityö

20.4.2023

Tiivistelmä

Tekijä: Kalle Kilpinen
Otsikko: Pihamuurien korjaus
Sivumäärä: 36 sivua
Aika: 20.4.2023

Tutkinto: Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine: Talonrakennus tekniikka
Ohjaajat: Lehtori Simo Hoikkala
Työpäällikkö Iina Alqhvist

Pihamuurit ovat mukava tapa jakaa ja luoda tiloja ja hallita tontin korkeuseroja. Harmillisen usein niitä kuitenkin saa ihailla rikkinäisinä: osa laatoista puuttuu ja pinnat kukkivat härmettä. Kiusa ei ole vain esteettinen: rakennusyhtiöillä kuluu suuria summia rahaa pihamuurien takuukorjauksiin.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on koota perustietopaketti erilaisten laatoitettavien pihamuurien korjaussuunnitteluun. Tietopakettia voi hyödyntää työnjohtajat, suunnittelijat ja työntekijät. Tietopaketti on *tehty* erityisesti YIT:n tarpeisiin. Tässä on keskitytty YIT:n yleisesti käyttämiin pihamuurityyppeihin, niiden virheisiin, virheiden välttämiseen ja niiden korjaamiseen.

Tietopaketti on *tehty* kirjallisuusanalyysillä. Kirjallisuutta täydennettiin haastatteleamalla *viittä (5) rakennusalan ammattilaista*. Haastatteluiden avulla saatiin tietoa siitä, mitkä virheet juuri YIT:n pihamuurikohteissa toistuvat, ja niihin pystyttiin tarjoamaan sekä ehdotus virheiden välttämiseksi että suositus oikeaoppiseksi korjaustavaksi.

Avainsanat: pihamuurit, korjausrakentaminen, liikuntasäilyminen, ulkolaatoitus

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Kalle Kilpinen
Title: Yard walls repairs
Number of Pages: 36 pages
Date: 20 April 2023

Degree: Construction site manager
Degree Programme: Degree programme in Construction Management
Professional Major: Building technology
Supervisors: Lecturer Simo Hoikkala
Worker`s chief of staff Iina Alqvist

Yard walls are a nice way to divide and create spaces and control the height differences of the plot. Unfortunately, however, you can often admire them broken: some of the tiles are missing and the surfaces bloom. The annoyance is not only aesthetic: construction companies spend large sums of money repairing yard walls. The purpose of this thesis is to compile a basic information package for the repair design of various tiled courtyard walls. The information package can be used by foremen, designers and workers. The information package has been put together especially for YIT's needs. Here, the focus has been on the types of yard walls commonly used by YIT, their mistakes, how to avoid mistakes and how to fix them.

The data package has been compiled using literature analysis. The literature was supplemented by interviewing five (5) construction industry professionals working at YIT. With the help of the interviews, precise information was obtained about which errors are repeated in YIT's yard wall sites, and it was possible to offer them both a suggestion to avoid errors and a recommendation for correct repair methods.

Keywords: yard walls, repair construction, expansion joint, outdoor tiling

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Pihamuurit ja niiden rakenteet	4
2.1	Tukimuurit	4
2.1.1	Tukimuurielementti	5
2.1.2	Harkkomuuri	6
2.2	Yleiset pihamuurien perustustavat	7
2.2.1	Anturaperustus	7
2.2.2	Paaluperustus	9
2.3	Yleiset pihamuurien pinnoitteet ja työstäminen	10
2.3.1	Laatat	10
2.3.2	Luonnonkivet	13
2.3.3	Liuskekivi	14
2.4	Muureissa käytettävät laastit	16
2.4.1	Kiinnityslaastit	16
2.4.2	Saumaustaasti	17
2.5	Vesikatteet	17
2.5.1	Peltikate	17
2.5.2	Luonnonkansikivet	18
2.5.3	Keraamiset kansikivet	18
2.6	Liikuntasaumamat	19
2.6.1	Liikuntasauaman saumamassan mitoitus	20
2.6.2	Saumaleveyden laskenta kaava	21
2.6.3	Maanvastaiset rakenteet	22
3	Yleisimmät muurien vauriot ja niiden syntyssyyt	23
3.1	Vaurioiden kartoitus	23
3.1.1	Halkeamat	23
3.1.2	Holvaantuminen	24
3.1.3	Pintamateriaalin irtoaminen	25
3.1.4	Kallistumat	25
3.1.5	Muut liikkeet	25
3.1.6	Laastin vauriot	25

3.1.7	Härme	25
3.2	Haastatteluiden esiin nostamat yleisimmät vauriot ja käsitykset niiden syntysyistä	26
3.2.1	Haastatteluiden esiin nostamat virheet	26
3.2.2	Haastatteluiden esiin nostamat suunnitteluvirheet	26
4	Muurien korjaaminen ja rakentamisen parantaminen	27
4.1	Injektointi	28
4.2	Uudelleen laatoitus	28
4.3	Pellitys	28
5	Lopuksi	29
	Lähteet	1

1 Johdanto

Muureilla rajataan ja luodaan alueita. Muureilla voidaan rajata alueita samaan tapaan, kuin esimerkiksi aidoilla. Tukimuureilla pystytään ottamaan vastaan maan aiheuttama paine, silloin voidaan pengertää maapohjaa. Muureja käytetään myös näkö- ja meluesteinä.

Muurien rakentamisprosessissa on useita heikkouksia, jotka johtavat siihen, että muureja joudutaan korjaamaan. Arkkitehtien ratkaisut korostavat esteettisiä ominaisuuksia muurirakenteissa. Suunnittelijoiden tekemät suunnitelmat taas ovat puutteellisia. Työmaat vastaan ottavat suunnitelmat niitä kyseenalaistamatta. Lisäksi työmaiden aikataulutukset ja työntekijöiden ammattitaidottomuus tuovat ongelmia.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on koota perustietopaketti erilaisten laatoitettavien pihamuurien korjaussuunnitteluun. Tietopakettia voivat hyödyntää työnjohtajat, suunnittelijat ja työntekijät.

Tässä tietopaketissa käydään läpi yleisimmät perustustavat, runkorakenteet, pinnoitteet, laastit ja vesikatteet. Lisäksi tarkastellaan yleisimpiä rakennusvirheitä ja niiden oikeaoppista korjaamista.

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset rakentuvat näiden varaan, eli tutkimuskysymykset ovat:

- 1) Mitkä ovat laatoitettavien pihamuurien yleisimmät perustustavat, runkorakenteet, pinnoitteet, laastit ja vesikatteet?
- 2) Minkälaisia ovat laatoitettavien pihamuurien yleisimmät rakennusvirheet?

- 3) Miten nämä yleisimmät rakennusvirheet tulee korjata oikeaoppisesti?
- 4) Mitä muita virheitä tai heikkouksia suunnittelu- ja rakentamisprosessiin liittyy ja miten ne voitaisiin ehkäistä?

Opinnäytetyö on tuotettu sisältöanalyysillä, eli lukemalla oppikirjoja ja RT-kortistoa. Lisäksi on haastateltu alan ammattilaisia. Ammattilaisten haastattelut tukevat kirjallisuusanalyysiä, ja ne tarjoavat myös silmäyksen siihen, miltä pihamuurien suunnittelu, rakentaminen ja korjaaminen tosiasiaassa näyttää yhtiöllä.

Haastatteluja tehtiin 5 kappaletta. Haastateltavat jakautuivat seuraaviin ammattiryhmiin: valvoja (rakennusmestari) (1 kpl), rakennesuunnittelija (1 kpl), työnjohtaja (rakennusmestari) (1 kpl) ja korjausmiehet (1 aliurakoitsija, 1 Yhtiön oma työntekijä) (yhteensä 2 kpl).

Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina, eli melko keskustelevalle otteelle. Kysymysrunko oli kaikille sama, mutta kaikkia kysymyksiä ei käsitelty jokaisen kanssa, vaan keskustelun annettiin liikkua niihin asioihin, joista haastateltavalla oli oman ammattinsa ja näkökulmansa puolesta sanottavaa. Ensimmäiset haastattelut noudattivat tarkemmin kysymysrunkoa, ja loppupuolen haastatteluissa ymmärrys oli jo syventynyt ja osattiin kysyä tarkempia kysymyksiä ja johdatella keskustelua aiemmissa haastatteluissa esiin nousseisiin kipupisteisiin ja kiinnostaviin näkökulmiin.

Haastattelurunko oli tämä:

- 1) Haastateltavaan tutustuminen/taustatiedot
 - a. Kuka olet,
 - b. Mikä olet koulutukseltasi,
 - c. Mitä teet työkseesi,

- d. Miten olet tekemisissä laatoitettujen pihamuurien kanssa?
- 2) Mihin yleisimpiin virheisiin laatoitetuissa pihamuureissa törmäät ammatissasi?
 - 3) Mistä nämä johtuvat?
 - a. Mitä virheitä tehdään suunnitteluvaiheessa?
 - i. Miksi ajattelet näiden virheiden tapahtuvan?
 - b. Mitä virheitä tehdään rakennusvaiheessa?
 - i. Miksi ajattelet näiden virheiden tapahtuvan?
 - c. Mitä virheitä tehdään korjausvaiheessa?
 - i. Miksi ajattelet näiden virheiden tapahtuvan?
 - d. Muita virheitä kuin näihin kolmeen vaiheeseen kuuluvat?
 - 4) Mitä pitäisi tehdä toisin, jotta virheitä ei tapahtuisi?
 - a. Mitä pitäisi huomioida suunnitteluvaiheessa?
 - b. Mitä pitäisi tehdä toisin rakennusvaiheessa?
 - c. Mitä pitäisi tehdä toisin korjausvaiheessa?
 - 5) Haluatko vielä lisätä jotain? Onko jotain olennaista, mitä en ole osannut kysyä?

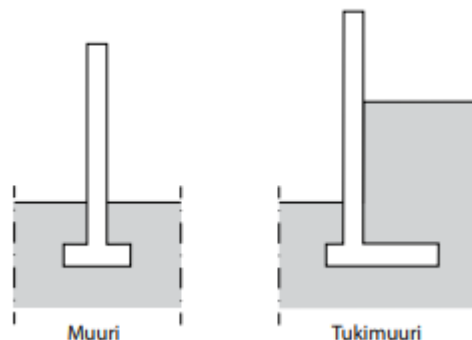
Haastattelut toteutettiin maaliskuussa 2023. Osa haastatteluista tehtiin kahvikupin äärellä, osa vastasi kysymyksiin sähköpostilla.

Samaan aikaan haastatteluiden kanssa luettiin kirjallisuutta. Tässä opinnäytetyössä esitetyt ajatukset laatoitettujen pihamuurien suunnittelun ja rakentamisen parantamiseksi tiivistävät sekä kirjallisuudesta että haastatteluista saadut opit.

2 Pihamuurit ja niiden rakenteet

Muureilla rajataan ja luodaan alueita. Muureilla voidaan rajata alueita samaan tapaan, kuin esimerkiksi aidoilla. Tukimuureilla pystytään ottamaan vastaan maan aiheuttama paine, silloin voidaan pengertää maapohjaa. Muureja käytetään myös näkö- ja meluesteinä.

Tukimuureilla voidaan hallita korkeuseroista johtuvia maanpaineita ja ratkaista korkeuseroista syntyviä ongelmia.



Kuva 1. Muureilla voidaan rajata alueita tai hallita korkeuseroja. (RT 89-11175)

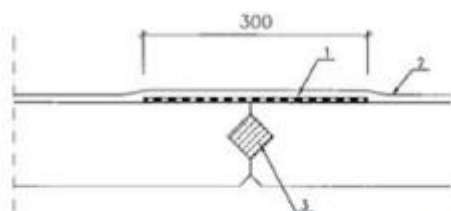
2.1 Tukimuurit

Tukimuureja voidaan tehdä elementeistä tai harkoista. Pienemmät muurit tehdään yleensä harkoista paikan päällä. Suuremmat muurit, joiden tulee ottaa

vastaan paljon maapainoa, tehdään yleensä elementeistä tai valetaan paikalleen. Tukimuureja voidaan myös kasata luonnonkivistä.

2.1.1 Tukimuurielementti

Tukimuurielementtien asennus tehdään tasoitetulle, tiivistetylle ja routimattomalle sora- tai murske patjalle. Patjan paksuus määräytyy maaperän ja kuormituksen mukaan. Tukimuurielementit voidaan myös asentaa anturan päälle, jolloin asennetaan n. 5 cm paksuinen tasauskerros soralla. Asennuksen elementtien saumat saumataan juotosbetonilla ja saumojen tiiveys varmistetaan bitumi- huopa kaistaleella ja perusmuurilevyllä. Tukimuurielementit voidaan pinnoittaa esimerkiksi liuskekivillä. [1.]



1. elementin saumoissa kumibitumimattokaista $b=300$ mm, K-MS 170/3000 yläreunaan mekaaninen kiinnitys
2. perusmuurilevy
3. Juotosbetoni

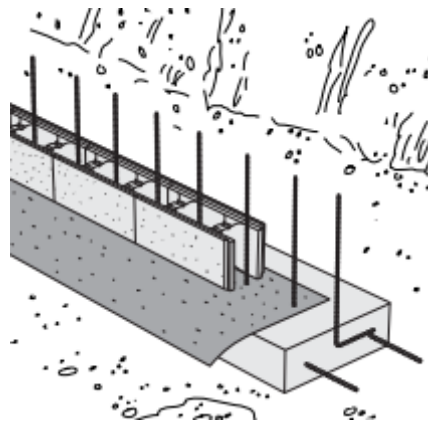
Kuva 2. Tukimuurielementin sauma yhdistää kaksi elementtiä toisiinsa. (Rudus.fi)



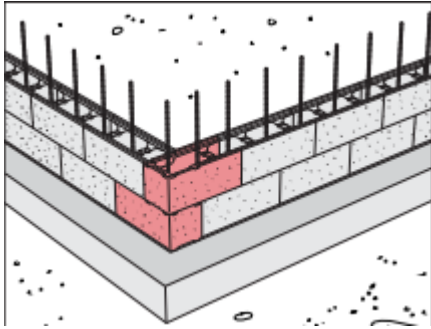
Kuva 3. Tukimuurielementtejä rivissä (Rudus Tukimuurit 2021)

2.1.2 Harkkomuuri

Ensimmäisen harkkokerroksen ja anturan väliin asennetaan bitumihuopa kais-
tale kapilaarikatkoksi. Harkot ladotaan puolenharkon limityksellä ja joka toinen
kerros ladotaan toiseen suuntaan. Näin kulmaharkot menevät kerroksittain ris-
tiin ja lukitsevat kulmat. Muurin vapaat päät tulee tukea valupaineen hallitse-
miseksi. Muurin työaikainen tuenta suunnitellaan tapauskohtaisesti riippuen
muurin korkeudesta ja muodoista. Pystysuuntaiset raudoitukset asennetaan ot-
tamaan maanpaineesta johtuvia kuormia. Lopuksi harkkojen ontelot valetaan
täyteen betonilla. Valuharkkoihin asennetaan pystysuuntaisia raudoitteita otta-
maan vastaan maanpaineesta aiheutuvia kuormia, yli 1.5 m korkeita seiniä ei
suositella valettavan kerralla johtuen betonille asetetuista vaatimuksista. (Pu-
dotuskorkeus). [2.]



Kuva 4. Anturan ja ensimmäisen harkkokerroksen väliin asennetaan bitumihuopa-
pakaistale kapilaarikatkoksi. (leca.fi)



Kuva 5. Harkoilla tehtävä nurkkalukitus. (leca.fi)

2.2 Yleiset pihamuurien perustustavat

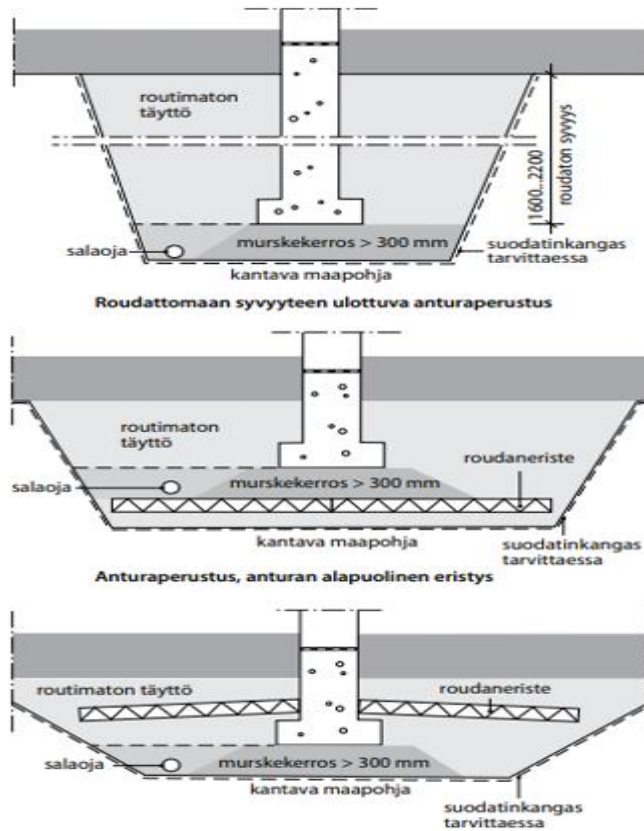
Yleisimmät muurien perustustavat ovat geoteknisten ja rakennesuunnitelmien mukaan: antura-, pilari-, palkki- ja paaluperustukset. Perustukset tulee valaa routimattomalle maapohjalle, routarajan alapuolelle tai routasuojausta käyttäen. Tukimuureja rakennettaessa on huomattava, että muurien routasuojaus tai routimaton perustussyvyys on mitoitettava kylmän rakenteen mukaisesti. Routa tunkeutuu helposti vaakasuunnassa myös muurin seinän läpi, routivan maan tarttuminen kiinni muuriin on estettävä. Anturan valaminen tehdään tiivistetyn 300 mm paksuisen murskekerroksen tai häiriintymättömän maakerroksen päälle. Tarvittaessa voidaan myös vahvistaa maapohjaa tai rakentaa muuri suoraa paaluperustuksen päälle. Maapohjan niin vaatiessa kaivanto salaojitetaan ja kaivanto täytetään routimattomalla maa-aineksella. [3], [4.]

2.2.1 Anturaperustus

Antura tehdään useimmiten valaen, mutta myös anturaharkkoja voidaan käyttää. Mitoitus tulee tehdä anturoiden mahdollinen painuminen huomioiden, jottei se aiheuta yllä olevaan rakenteeseen halkeiluja. Liikuntasaumaa tulee huomioida anturassa, tukimuurien anturan leveys määräytyy alustan kantavuuden ja maanpainelaskelmien perusteella. [5.]



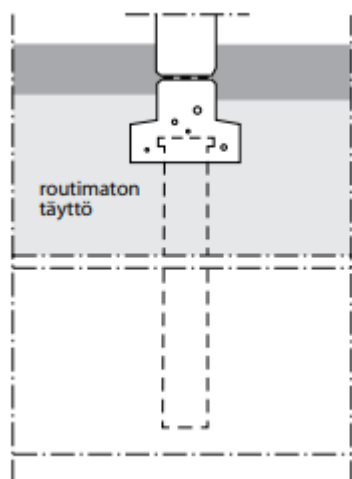
Kuva 6. Teräsbetoninen kulmatukimuuri on rakennettu anturan päälle. (Niko Le-
hikoinen)



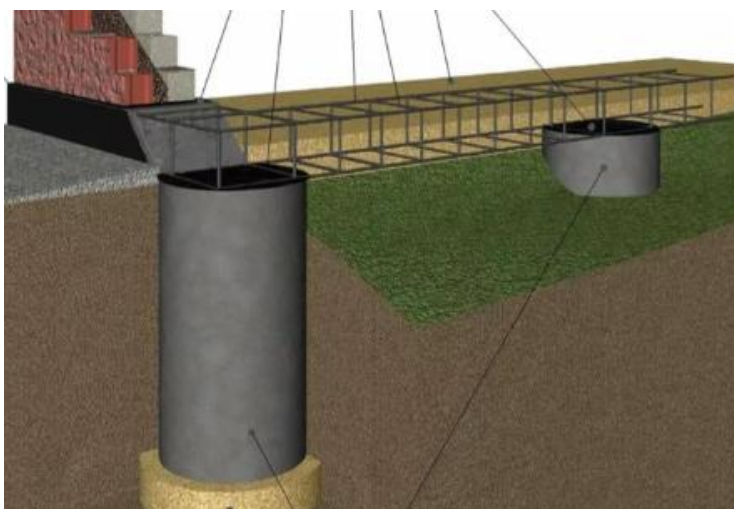
Kuva 7. Erilaisia anturaperustuksia. (RT89-11175)

2.2.2 Paaluperustus

Paaluperustusta käytetään yleensä, jos kantava maapohja on yli viiden metrin syvyydessä. Paalut lyödään kantavaan kerrokseen ja paalujen päälle valetaan paaluantura. Paaluilla siirretään muurista syntyvä kuorma kantavaan maakerrokseen. [5.]



Kuva 8. Paaluperustus. (RT 89-11175)



Kuva 9. Antura jakaa painon paaluille. (Builder.fi)

2.3 Yleiset pihamuurien pinnoitteet ja työstäminen

2.3.1 Laatat

Keraamiset laatat valmistetaan saven, maasälvän ja kvartsin sekoituksista. Sekoituksen suhteita ja polttotapaa muuttelemalla saadaan keraamisille laatoille

valmistettua käyttöä vastaavia ominaisuuksia. Ulkotiloissa käytettäviin laattoihin kohdistuu paljon rasitteita. Tärkeimmät liittyvät lämpötilamuutoksiin. Pakkasen kestävyys vaikuttaa laatan kyky imeä vettä: mitä pienempi vedenimuprosentti, sitä paremmin laatta kestää pakkasta. Lämpöliikkeet aiheuttavat laatoitetulle pinnalle erilaisia jännityksiä ja voivat siten vaikuttaa laatoituksen irtoamiseen. Erityisesti ulkotiloissa laatoitus joutuu auringon lämpösäteilyn aiheuttaman lämpöliikkeiden altistamaksi. Nämä lämpötilojen liikkeet pitäisi ottaa suunnittelussa huomioon erilaisin rakeenteellisin ratkaisujen avulla.

Laattojen ominaisuuksia testataan standardin SFS-EN ISO 105-3 mukaan, lisäksi keraamiset laatat testataan eri käyttökohteen mukaan sisä- ja ulkokäyttöön. Alla oleviin taulukkoihin on kuvattu eri käyttökohteisiin tarkoitettujen laattojen luokitteluja ja lämmönkestovaatimuksia.

Laatat haetaan ryhmiin niiden vedenimukyvyyn mukaan. Ryhmittely helpottaa suunnittelijan työtä, kun hän valitsee kohteeseen sopivia laattoja. Ryhmiä on 4. Karkeasti voidaan sanoa, että vähiten vettä itseensä imeviä laattoja käytetään ulkotiloissa ja enemmän itseensä vettä imeviä sisätiloissa. [6.]

Taulukko 1. ja 2. Keraamisten laattojen DIN luokitus ja ryhmät. 1998 RT34-10997

DIN 51130 luokitus, esimerkkejä tiloista sisällä ja ulkona	R arvo	Aste
sisäänkäynnit, käytävät portaat, toimienpidehuoneet, laboratoriot jne.	R9	6...10 °
sisäänkäynnit ja portaat ulkona, myymälät, työntekijöiden wc- ja pesutilat, koulujen ja päiväkotien keittiöt jne.	R10	10...19 °
kattamattomat luiskat ja kuormauslaiturit, kulkuväylät jne.	R11	19...27 °
eri tuotanto- ja tollisuustiloja	R12	27... 35 °
eri tuotanto- ja teollisuustiloja	R13	>35 °

Taulukko 2

Laattatyyppi	Ryhmä I	Ryhmä Ila	Ryhmä IIa	Ryhmä IIb	Ryhmä III
Vedenimukyky (E) %	$E < 0,5$	$0,5 \leq E \leq 3$	$3 < E \leq 6$	$6 < E \leq 10$	$E > 10$
Märkäpuristetut laatat, ryhmä A	Ryhmä Ala Ryhmä Alb		Ryhmä Alla-1 Ryhmä Alla-2	Ryhmä AIIb-1 Ryhmä AIIb-2	Ryhmä AIII
Kuivapuristetut laatat, ryhmä B	Ryhmä Bla Ryhmä Blb		Ryhmä BIIa	Ryhmä BIIb	ryhmä BIII
Muu valmistustapa, ryhmä C		Ryhmä CI	Ryhmä CIIa	Ryhmä CIIb	Ryhmä CIII

Sekä luonnonkivillä tai keraamisilla laatoilla pinnoittaessa puhutaan laatoittamisesta ja samat ohjeet käyvät molempiin. Ennen tasoitusta muurin pinta puhdistetaan tartuntaa heikentävistä aineista (pölystä, sementtiliimoista tai vesiliukoisista tasoitteista). Muurin pinta imuroidaan ja pinta pohjustetaan tasoitteen valmistajan ohjeiden mukaisesti. [7.]

Laatoitus on tärkeä suunnitella ennen työn aloittamista. Jos aloituksessa käytetään tukilinjaria, jätetään alin rivi laatoittamatta. Laatoitettavaksi suunniteltu alue mitataan ja laattajako suunnitellaan mahdolliset laattojen mittapoikkeamat huomioon ottaen. [7.]

Käytettävän laastin soveltuvuus kohteeseen tulee aina tarkistaa ennen työn aloitusta. Laasti sekoitetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti. Teräslastalla levitetään laastia vain sellainen alue, jonka ehtii laatoittaa ennen laastin nahkoittumista. Laasti levitetään lastan sileällä puolella ja kammataan auki hammastetulla puolella huomioon ottaen laatan vaadittu tartuntakerros. Laatat ladotaan suunnitelman mukaisesti. Tartunta tulee muistaa tarkistaa. [7.]

Laatoituksen suoruuks tarkistetaan vesivaa'alla ja huomioidaan saumojen leveys sekä se, että ne ovat kohdakkain. Saumoissa voidaan käyttää saumanarua tai niihin tarkoitettuja ristejä. Saumoihin pursunnut kiinnityslaasti poistetaan, jotta saumalaastille jää tarpeeksi tilaa. Saumaus suoritetaan aina sauma-aineen valmistajan ohjeiden mukaan. [7.]

2.3.2 Luonnonkivet

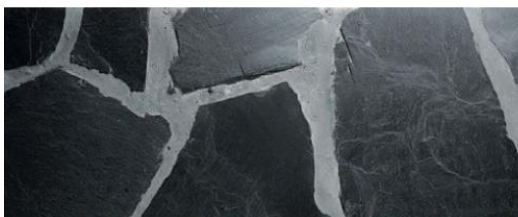
Luonnonkivien laatuvaatimuksia esitetään eurooppalaisissa EN1341 ja SFS 7019 standardeissa. Standardikuvaukset sisältävät ominaisuusvaatimuksia eri käyttökohteita varten sekä sisällä että ulkona. Standardikuvauksissa on kerrottu myös menetelmät, joilla ominaisuuksia ja kelpoisuutta testataan. [8.]

Taulukko 3. Luonnonkivien tärkeitä ominaisuuksia rakentamisessa. (Pekka Mesimäki 1998)

Ominaisuus	Ukona							Sisällä				
	Julkisivuverhoukset	Sokkeiverhoukset	Kävelytielaatat	Ulkoportaat	Muurit, pilarit	Nupu- ja noppakivet	Reunakivet	Lattianpäällysteet	Seinäverhoukset	Portaat	Ikkunapenkit	Tulisijat
Mitat	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Tiheys	o				o			o				
Puristuslujuus					o							
Taivutusvetolujuus	o	o					o	o	o	o	o	
Lohkeamislujuus	o	o										
Kovuus												
Kulutuskkestävyys		o	o						o	o		
Pintakitka		o	o						o	o		
Vedenimukyky	o			o				o	o			o
Tasapainokosteus	o			o				o	o			
Kapillaarisuus	o	o		o			o	o	o			
Vesihöyrynläpäisevyys	o			o				o	o			
Kosteusmuodonmuutokset	o	o		o				o	o			
Lämmönjohtavuus (lämpöisyys)									o	o		
Palonkesto	o	o		o				o	o	o	o	o
Lämpömuodonmuutokset	o	o		o				o	o			o
Sähkönjohtavuus									o	o		
Säteilyominaisuudet								o	o	o	o	o
Säänkestävyys	o	o	o	o	o	o	o					
Kemiallinen kestävyys (ei ilmasto)	o	o						o	o	o	o	
Väri ja tekstuuri	o	o						o	o	o	o	
Kiillottuvuus	o							o				
Likaantuvuus ja puhdistettavuus	o	o						o	o	o	o	

2.3.3 Liuskekivi

Liuskekivi on peräisin 2400 miljoonaa vuotta sitten Fennoskandiassa syntyneestä kallioperän vuorijonopoimusta. Suomessa esiintyy 3 eri kallioperäaluetta: Pohjois-Suomen liuskealue, Karjalainen liuskealue ja Etelä-Suomen Svekofenninen liuskealue. [9.] Infrarakentamisen yleiset vaatimukset (InfraRyl) asettaa vain vähän vaatimuksia korkeintaan 700 mm luonnonkivimuureille. Kivien mittapoikkeamat saavat olla korkeintaan -10...+50 mm ja käytettävän pintakäsittelyn +5 mm. Lisäksi kivilajin alkuperä ja kivilaji on tiedossa. Kivissä ei saa olla lohkeamia, rapautumaa eikä niiden lujuutta pienentävää halkeamaa. Kiville on myös annettu fysikaalisia vaatimuksia. Vedenimukyvyn tulisi olla $< 0,3 \%$ painosta, taivutuslujuuden pitäisi olla vähintään 8 MN/m^2 ja murtokuorman minimissään 25 kN . [10.]



Kuva 3. Fylliittiliuske, musta, Orivesi.



Kuva 4. Kvartsiittiliuske, harmaa, Alta.



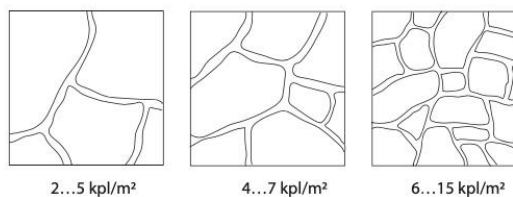
Kuva 5. Kvartsiittiliuske, Nielsiä.



Kuva 6. Kiilleliuske, pronssi, Paljakka.



Kuva 7. Kvartsiittiliuske, valkoinen, Lokka.



Kuva 8. Liuskekiven kappalekoko ja kivien sommittelu vaikuttaa pinnan ulkonäköön. Yli kolmen sauman risteyskiä ja pitkiä suorita saumalinjoja tulisi välttää.

Kuva 10. Eri puolelta Suomea saatava liuskekivi on eri näköistä. Ja niillä on eri ominaisuuksia. (Infra 22-710148)

Liuskekivet kiinnitetään suoraan laastilla runkoon, laastina tulee käyttää ulko-käyttöön soveltuvaa saneerauslaastia. Ennen töiden aloittamista liuskekivet tulee puhdistaa vedellä muutamaa päivää ennen tartuntaa heikentävistä pölystä ja liasta. Seuraavaksi kivet tulisi lajitella kokonsa mukaan muurauspaikan läheisyyteen työn helpottamiseksi. Suurimmat ja painavimmat liuskekivet on laitettava muurin alaosaan, jossa voidaan käyttää ruostumattomia teräskannakkeita. Kannakkeita voidaan myös käyttää suurien ja muiden haastavien kohtien kohdalla. Kannakkeet porataan viistoon kivilaatan taakse kannattelemaan kiveä. [11.] Pitkien saumojen välttämiseksi kivet olisi hyvä liimata epä-symmetrisesti. Kivien väliin tulee jättää isot saumat saumauksen onnistumiseksi. Kivet tulee tukea kuivumisen ajaksi esimerkiksi puukiiloilla. Kiilat poistetaan n.1–3 päivän kuluttua laastin kuivuttua. Jos alusrakenteessa on liikuntasauvoja, tulee ne tehdä samaan kohtaan.

Liikuntasaumaan käytetään luonnonkiville tarkoitettua elastista massaa. Kivien saumojen laastina käytetään M100/600 muurauslastia, laastin säänkestävyyttä voidaan parantaa yleissementillä suhteella 1/5. Saumauksessa laastista tehdään kuivahkoa, että kivet ei sotkeennu ja saumaus olisi siistimpää. Laatoittamisen jälkeisinä päivinä työtä kostutetaan kuivumisen hidastamiseksi. Tällä jälkihoidolla saavutetaan kestävämmät saumat ja vältetään halkeilu. Liuskekivien kiinnittäminen. Tukikiilojen avulla kivet saadaan asennettua oikeaan kohtaan ja pysymään paikoillaan kiinnityslaastin kuivumisen ajaksi.



Kuva 11. Tukikiilojen avulla kivet saadaan asennettua oikeaan kohtaan

2.4 Muureissa käytettävät laastit

Muureissa käytettävät laastit kiinnittävät muureissa käytettävät materiaalit. Kiinnityslaastien lisäksi käytetään saumauslaasteja, joita käytetään erityisesti ke-
raamisten laattojen saumoissa.

2.4.1 Kiinnityslaastit

Kiinnityslaasteja käytetään sitomaan muureissa käytettäviä keraamisia laattoja ja luonnonkiviä. Kiinnityslaastit ovat standardin SFS-EN 12004 alaisia, laasteissa käytetyt aineet ovat jaoteltu sideaineen ja sen ominaisuuksien mukaan. Standardin SFS-EN 12004 kiinnitysaineet jaotellaan eri tyyppeihin. C-tyypin kiinnitysaineet ovat sementtipohjaisia kiinnityslaasteja, D-tyypin kiinnitysaineet ovat dispersiopohjaisia liimoja ja R-tyypin kiinnitysaineet reaktiohartsipohjaisia, esimerkiksi epoksia. Sementtipohjaisten kiinnityslaastien etu on nopea lujuuden kehitys. Reaktiohartsipohjaiset kiinnitysaineet puolestaan luovat erittäin lujan kiinnityksen.

Taulukko 4. Kiinnitysaineiden luokitus standardin SFS-EN mukaan. (SisäRyl 2013,144)

Tyypit		Luokka	
C	Sementtipohjainen kiinnityslaasti	C1	Normaali kiinnittyvyys
		C2	Parannettu kiinnittyvyys
		F	Nopea lujuuden kehitys
		T	Valumattomuus
		E	Pidennetty avo aika
		S1 S2	Muodonmuutoskyky taipumalla 2,5...5 mm Muodonmuutoskyky taipumalla > 5 mm
D	Dispersiopohjainen liima	D1	Normaali kiinnittyvyys
		D2	Parannettu kiinnittyvyys
		T	Valumattomuus
		E	Pidennetty avo aika
R	Reaktiohartsipohjainen, esim. epoksi- tai PU-liima	R1	Normaali kiinnittyvyys
		R2	Parannettu kiinnittyvyys
		T	Valumattomuus

2.4.2 Saumauslaasti

Saumauslaasteja käytetään keraamistenlaattojen ja luonnonkivien saumoissa. Muureissa on tärkeä käyttää ulkotiloihin soveltuvaa saumauslaastia. Saumauksessa tulisi käyttää samoja tuoteperheitä tai varmistaa tuotteiden yhteensopi- vuus.

2.5 Vesikatteet

Muurien vesikate tulee suunnitella sitten, että se on vedenpitävä ja johtaa veden pois muurin rakenteesta. Katteesta tehdään 20–40 mm leveämpi kuin itse muurista. Katteen eläminen tulee mahdollistaa liikuntasaumojen kohdalla. [3.]



Kuva 12. Erilaisia tapoja kattaa muuri. (RT89-11175)

2.5.1 Peltikate

Kiviaineisen muurin yläpintaan tulee tehdä kallistus. Sen voi toteuttaa tekemällä kallistusvalu. Vaihtoehtoisesti muurin yläpintaan voidaan kiinnittää painekylläs- tetty puu, joka on viistetty kaltevaksi (kuva 13). Pellinkiinnitys tiivistealuslevyi- sillä ruuveilla. Jos käytetään tavallista puuta, tulee puu erottaa rakenteesta bitu- mihuopa kaistaleella. [12.]



Kuva 13. Kuvassa olevaan muuriin tehty kallistus viistetyllä puulla ja vesivaanerilla

2.5.2 Luonnonkansikivet

Luonnon kivistä käytettäessä on kiven oltava verhouksessa käytettävää kiveä paksumpi. Kivet on kiinnitettävä säänkestävillä laasteilla, esimerkiksi saaneerauslaastilla, M100/600 muurausmenttilaastilla tai teräskiinnikkeillä. [10.]

2.5.3 Keraamiset kansikivet

Keraamisina kansikivinä tulee käyttää ainoastaan säänkestäviä tuotteita. Kansikiven alusta tulee muotoilla kaltevaksi betonilla tai muurausmenttilaastilla M100/600. [3.]

2.6 Liikuntasaumat

Liikuntasaumat ovat rakenteellisia eli koko rakenteen läpi meneviä sekä toisaalta vain laatoitusta koskevia.

Rakennesuunnitelman mukaiset liikuntasaumat tehdään koko rakenteen ja perustuksien läpimeneviksi. Liikuntasaumat kuvassa 14 on tehty kahden erisuuntaisen muurin risteyskohtaan. Tällä estetään eri materiaalien ja erisuuntaan elävien elementtien liikkeen aiheuttamat rakenteelliset vauriot. [3.]



Kuva 14. Liikuntasaumoja

Laatoituksen liikuntasaumoja suunniteltaessa olennaisinta on miettiä, miten kaukana ne ovat toisistaan. Tähän laskelmaan vaikuttavat laatan väri (tumma vai vaalea), saumakoko, asettelu sekä olosuhteet (aurinko).

Taulukko 5.. Laatoituksen liikuntasaumojen välejä suunniteltaessa on otettava huomioon erilaisia tekijöitä. (Heikki Immonen 2022.)

Muuttuja	Pisteet	5 pistettä	4 pistettä	3 pistettä	2 pistettä	1 piste
Laattaväri		Valkoinen / vaalean harmaa	vaalean beige	punainen	vaalea	Tumman ruskea
Aurinkorasitus		vähäinen / varjoisa	helppo luoteinen	kohtalainen koillinen	voimakas etelä / lounas	Korkeat lämpötilat
Laattakoko (cm)		11,5 x 24	24 x 24	30 x 30	35 x 35	40 x 40
Sauma- / laatta-asettelu		> 5 mm saumaleveys	2 - 5 mm saumaleveys	Diagonaalinen	Tiili / puoli ladonta	Yhdistelmä / seka ladonta
Summa = Pisin laatoituskentän sivumitta (m)		4				

Laatoituksen liikuntasaumat voidaan laskea esimerkiksi näin:

- Tumma 30x30 cm: laatta eteläterassilla puolilimityksellä $1+2+3+2 = 2m$ liikuntasau maväli 4
- Vaalea 11,5x24 cm: laatta luoteisella terassilla 3mm:n saumalla $5+4+5+4 = 4,5m$ liikuntasau maväli 4

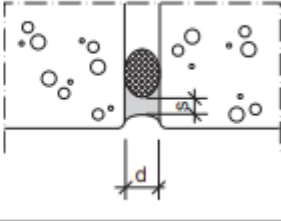
[13]

2.6.1 Liikuntasauoman saumamassan mitoitus

RT-kortti 82–10980 lausuu ”Saumaussmassakerroksen suositeltavana paksuutena käytetään taulukon arvoja, ellei saumaussmassan valmistaja toisin ilmoita”.

Taulukko 6. Saumasmassakerroksen suositeltavana paksuutena käytetään taulukon arvoja (RT-82-100980)

Sauman leveys d (mm)	Saumasmassa- kerroksen paksuus s (mm)
8...12	4...7
13...20	5...8
21...29	6...9
≥ 30	9...12



2.6.2 Saumaleveyden laskenta kaava

Rakennesuunnittelija määrittelee laskennallisesti liikuntasauaman leveyden, jolloin se mahdollistaa liikkeen rakenteita vaurioittamatta. Liikuntasauamat tulee mitoitaa huomioiden alla mainitut dimensiot.

SAUMAN LEVEYDEN LASKENTAKAAVAT

$$Jw = \frac{100}{c} \times (Mt + MI) + A$$

$$Mt = \alpha_{Mat1} \times \Delta T_{Mat1} \times \frac{l_{Mat1}}{2} + \alpha_{Mat2} \times \Delta T_{Mat2} \times \frac{l_{Mat2}}{2}$$

Jw	Sauman leveys, Joint width [mm]
c	Saumamassan sallittu liike, Sealant movement capability [%]
Mt	Lämpöliikkeen aih. laajeneminen, Movement due to thermal expansion [mm]
MI	Muuttuvan kuorman aih. liike, Movement due to live loading [mm]
A	Asennustoleranssi [mm]
α^*	Lämpölaajenemiskerroin, Thermal expansion coefficient [$10^{-6} K^{-1}$]
ΔT^*	Lämpötilaero, Temperature difference [K]
l*	Rakennusosan pituus, Length of Building Element [mm]

*Jos eri materiaalit kohtaavat α , ΔT ja l tulee määrittää molemmille materiaaleille (Mat1, Mat2).

SAUMAN LEVEYDEN LASKENTAESIMERKKI

Vaakasuuntainen sauma alumiiniverhoillun seinäelementin ja betonipaneelin välillä, muuttuvan kuorman aiheuttama liike (MI) on 5 mm ja asennustoleranssi (A) on 4 mm, saumataan saumamassalla, jonka sallittu liike (liikekyky) on 50%.

c	50%
MI	5 mm
A	4 mm
α_{Alu}	$23 \times 10^{-6} K^{-1}$
$\alpha_{Concrete}$	$10 \times 10^{-6} K^{-1}$
ΔT_{Alu}	60 K*
$\Delta T_{Concrete}$	60 K*
l _{Alu}	3500 mm
l _{Concrete}	4000 mm

Concrete	Betoni
Alu	Alumiini

$$Mt = 23 \times 10^{-6} \times 60 \times \frac{3500}{2} + 10 \times 10^{-6} \times 60 \times \frac{4000}{2}$$

$$Mt = 2.4 + 1.2$$

$$Mt = 3.6$$

$$Jw = \frac{100}{50} \times (3.6 + 5) + 4$$

$$Jw = 21.2$$

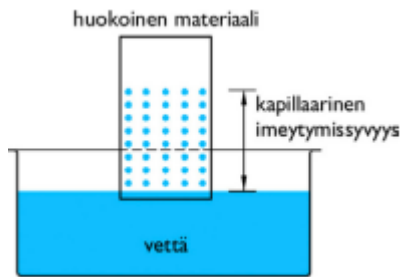
* ΔT määritetään suurimpana erona korkeimman käytön aikaisen oletetun lämpötilan (tai alhaisimman, tarkista kumpi tapaus johtaa korkeampaan ΔT :n arvoon) ja työnaikaisen lämpötilan välillä.

Laskentaesimerkin mukaisesti sauman leveydeksi valittaisiin 22 mm.

Kuva 15.Liikuntasaumat tulee mitoittaa huomioiden rakenteiden ja materiaalien dimensiot. [14.]

2.6.3 Maanvastaiset rakenteet

Maanvastaisissa rakenteissa tulisi kapilaarisen kosteuden nousu rakenteeseen estää esimerkiksi anturan ja harkkorakenteen väliin asennettavalla sokkelikais-talla. Lisäksi maanvastaiset rakenteet tulisi eristää esimerkiksi bitumikermillä.



Kuva 16. Kuvassa kapillaarinen kosteuden nousu. (Kuva: Marko Heikkilä rakennuttajan muistilista-tiivistyskorjaus helmikuu 2019)

3 Yleisimmät muurien vauriot ja niiden syntysyyt

3.1 Vaurioiden kartoitus

Vaurioiden ja heikentävien puutteiden tunnistaminen edellyttää, että tuntee eri aikakausien tyypilliset rakennerratkaisut ja rakennetyypit. Vaurioiden syiden selvittäminen edellyttää, että ymmärtää rakennuksen ja sen osien rakennusfysi-kaaliset lämmön- ja kosteudensiirtymisilmiöt.

3.1.1 Halkeamat

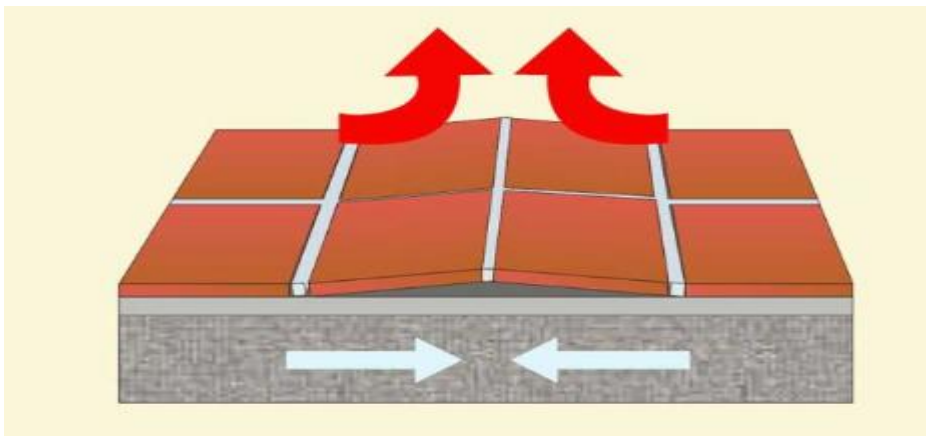
Pihamuurin runkorakenteeseen syntyvät halkeamat heikentävät myös muurin pinnoitteiden- ja pintamateriaalin tartuntaa. Esimerkiksi jos betonin kuivumisesta johtuva halkeama tulee jo pinnoitettuun muurielementtiin, halkeaa pintamateriaali siinä samalla tai vähintään irtoaa alustastaan. Syntynyt halkeama puolestaan toimii jatkossa reittinä rakenteen laajamittaiselle vaurioitumiselle. Raudoitettujen rakenteiden haitallisimpia vaurioita ovat 0,2 mm suuremmat halkeamat, joista kosteus pääsee raudoitteisiin asti ja näin aiheuttaa korroosioita. [15.]



Kuva17.Halkeama toimii reittinä rakenteen laajamittaiselle vaurioitumiselle

3.1.2 Holvaantuminen

Lämpötilojen muutoksista syntyvät vauriot näkyvät pintamateriaalin holvaantumisena, jossa laatat puskevat toisiaan vasten ja nostavat itsensä ”holvikääräksi”, minkä seurauksena pintamateriaalit irtoavat. Kuva 18. [6.]



Kuva 18.Laatat puskevat itseensä ylöspäin lämpölaajenemisen takia. (<https://www.uk.weber/tile-fixing/tiling-green-screeds-or-concrete>) [20.]

3.1.3 Pintamateriaalin irtoaminen

Pinnoitemateriaalit saattavat irrota monen muunkin asian kuin holvaantumisen johdosta. Materiaalit saattavat irrota huonojen pohjustustöiden, yhteensopimattomien tuoteperheiden, työvirheiden, suunnitteluvirheiden, tai olosuhteiden johdosta. Pinnoitteiden irtoaminen voi tapahtua vasta monen vuoden päästä.

3.1.4 Kallistumat

Pihamuurien kallistumat johtuvat yleisimmin perustuksiin syntyneistä vauriosta tai maapohjan pettämisestä. Kallistumat ovat harvinaisia nykyaikana oikeanlaisten perustustapojen myötä.

3.1.5 Muut liikkeet

Pihamuurien muita vaurioitumistapoja voi syntyä myös lähellä tapahtuvan louhinnan tai muun räjäytystyön seurauksena. Vauriot näkyvät rakenteissa yleensä halkeiluna. Lisäksi on routavaurioita, mutta niitä ei käsitellä tässä niiden vähäisyyden takia. [16.]

3.1.6 Laastin vauriot

Käytettävät laastit ovat pihamuureissa huomattavasti muita kivirakenteita heikompi ja huokoisempia. Tämän takia laastit ovat alttiimpia kosteuden aiheuttamille pakkasvauriolle. Lisäksi vedestä johtuva eroosio kuluttaa laastien sideaineita.

3.1.7 Härme

Betonituotteista tulee aina härmettä ulos, mutta jos härmettä ilmenee pitkäkestoisesti, kertoo se kosteusteknisistä ongelmista. Härme ei vaikuta rakenteisiin, vaan on esteettinen haitta. Härmeen esiintyminen on hyväksytty yleisissä laatuvaatimuksissa. [17.]

3.2 Haastatteluiden esiin nostamat yleisimmät vauriot ja käsitykset niiden syntymisestä

Tässä luvussa esitetään, mitä haastateltavat nostivat yleisimmiksi työssään kohtaamiksi pihamuurien virheiksi. Heiltä kysyttiin myös, mistä nämä virheet heidän käsityksensä mukaan johtuvat ja miten niitä voitaisiin ehkäistä.

Tämän luvun tarkoitus on tarjota lukijalle silmäys siihen, miten edellä mainitut kirjallisuuden esiin nostamat virheet ja niiden syntyvät tosiasiallisesti näyttäytyvät yhtiön arjessa.

3.2.1 Haastatteluiden esiin nostamat virheet

Yksi yleisimpiä haastatteluiden esiin nostamia virheitä on se, että rakennettaessa laatoitettava pinta jätetään pölyiseksi, jonka takia kiinnityslaasti ei kiinnity kunnolla. Kiinnityslaastia saatetaan myös pitää liian kauan laatan pinnalla ennen kiinnitystä, jolloin laasti nahkoittuu eikä enää pidä niin hyvin. Toisinaan käytetään vääränlaista kiinnityslaastia, joka ei sovellu ulkokäyttöön. Isojen laattojen kiinnityksessä tulisi käyttää kaksoiskiinnitystä, eli laasti levitetään sekä laattaan, että laatoitettavaan pintaan. Tämä jää joskus tekemättä.

Työtä myös tehdään väärissä olosuhteissa, yleensä liian kylmällä säällä. Kiinnityslaastien käyttölämpötila on vähintään +5 °C ympäri vuorokauden. Lisäksi juuri laatoitettu pihamuuri tulisi suojata kuumalta auringolta ja vesisateelta.

3.2.2 Haastatteluiden esiin nostamat suunnitteluvirheet

Suunnitteluvirheistä yleisin on haastateltavien mukaan se, ettei pihamuureissa ole liikuntasauvoja ollenkaan tai niitä on liian vähän. Tämä johtaa siihen, että lämpölaajentumisen takia laattoihin ilmestyy halkeamia, holvaantumista tai koptoutta. Tästä asiasta huolehtiminen olisi rakennesuunnittelijan asia.

Ongelmia aiheuttavat myös arkkitehtien esteettiset valinnat. He suosivat laatoituksien puskusauvoja ja kansirakenteena kiveä paremmin kestävästä pellin si-

jaan. Nämä aiheuttavat ongelmia käytännön elämässä. Kansirakenteen suunnittelussa tulisi huomioida veden poisohjaus rakenteesta. Pitkäkestoiseksi rakenteeksi niistä ei oikein ole, koska kansikivi sisältää aina saumoja, jotka ennen pitkää päästävät kosteuden muurirakenteeseen. Arkkitehtien suosimat liuskekivet ovat myös haasteellisia niiden heikomman tartunnan takia.

Haastateltavat huomauttivat myös, ettei pihamuureista useinkaan ole tarpeeksi tarkkoja suunnitelmia, mikä johtaa rakennusvirheisiin. Rakennesuunnittelijoiden tulisi tehdä pihamuureista enemmän detaljisuunnitelmia sisältäen esim. liikuntasaumat (erikseen laatoille ja rakenteille), kansirakenteet ja saumaleveydet.

Myös kapillaarikatkojen puuttuminen muurien vierustoilta sekä vedenerityksen puuttuminen maan pinnan alapuolisilta osilta aiheuttavat ongelmia.

4 Muurien korjaaminen ja rakentamisen parantaminen

Haastattelut toivat esiin selkeitä parannusehdotuksia rakennusprosessiin suunnittelusta alkaen.

Suunnittelupöydällä tulisi realistisesti huomioida Suomen sääolot ja suunnitella muureja, jotka ovat elinkelpoisia täällä päin maapalloa.

Rakennesuunnittelijat saisivat olla runsaskätisempiä liikuntasauvojen suunnittelussa, ja ylipäätään piirustuksia saisi tehdä enemmän rakentamisen tueksi.

Rakentamisessa tulisi noudattaa tarkemmin ohjeistuksia ja huolellisuutta, jotta typeristä virheistä väärän laastin ja kiinnitettävien pintojen likaisuuden suhteen päästäisiin eroon.

Vaikuttaa myös siltä, että YIT:n sisäisiä oppimisprosesseja tulisi kehittää: useampi haastateltava kertoi, että nämä virheet ja niiden syntyssyyt ovat olleet tiedossa jo yli kymmenen vuotta, ellei peräti useita kymmeniä vuosia, mutta siitä

huolimatta yhä suunnitellaan kestävämmällä tavalla, huonot suunnitelmat hyväksytään vuodesta toiseen, eikä rakentajia kouluteta/ohjeisteta tai huolellisuutta vaadita.

Näistä syistä johtuen päädytään kerta toisensa jälkeen korjaamaan huonosti rakennettuja muureja. Seuraavassa kuvataan yleisimpiä korjaustapoja.

4.1 Injektointi

Injektoimalla sopii tilanteeseen, jossa laatoitus on irronnut kiinnityslaastista tai kiinnityslaasti on irronnut vedeneristyksestä. Injektointiaineella liimataan irronnut alue täyttämällä tyhjä tila. Injektointiaine muodostaa vedeneristyksen ja laatan väliin vesitiiviin alueen. Injektointiaineena käytetään yleensä epoksia. Injektointiaine painetaan injektointinippojen kautta kiinnitettävään kohtaan rakenteessa. [18.]

4.2 Uudelleen laatoitus

Uudelleenlaatoitukseen päädyttäessä tulee vanha laatoitus ensin purkaa. Seuraavaksi poistetaan alustasta tartuntaa heikentävät aineet pölystä, sementtiliimasta ja tasoitteista. Alusta tulee imuroida ennen mahdollisen pohjusteen levittämistä. Halkeamat ja kolot täytetään, suuret epätasaisuudet oikaistaan. Uutta laattajakoja suunniteltaessa huomioidaan liikuntasaumot. [19.]

4.3 Pellitys

Ongelmia aiheuttavat kansilaatat voidaan myös vaihtaa peltiin. Laattoja ei tarvitse välttämättä irrottaa, vaan pelti voidaan asentaa vanhan kannen päälle, mikäli sen kivet ovat kiinni. Päälle asetetaan ensi viistetty puu, jonka päälle tulee bitumihuopaeriste, ja lopuksi pelti kiinnitetään bitumin läpi puuhun.

Valitettavasti tämä hyvin kestävä ratkaisu ei useinkaan ole asukkaiden eikä arkitehtien suosiossa.

5 Lopuksi

Tässä opinnäytetyössä on käsitelty piha- ja tukimuureja. Tarkoitus on ollut koota kattava perustietopaketti laatoitettavien piha- ja tukimuurien yleisimmistä rakennus- ja korjaustavoista. Kirjallisuuteen perustuvaa tietopakettia rikastettiin haastattelemalla alan ammattilaisia. Haastatteluiden avulla haluttiin saada selville, mitä muureja he eniten kohtaavat työssään, mitä vaurioita niihin useimmiten syntyy, ja miten suunnittelu- ja rakennusprosessia voitaisiin kehittää, jotta vaurioita ei syntyisi.

Piha- ja tukimuurien rakentamisessa yleisimpiä virheitä on laatoitettavien pintojen puhdistamattomuus, sopimattomien laastien käyttö ja työskentely väärissä olosuhteissa.

Suunnitteluvaiheessa taas unohtuvat liikuntasaumot, sadeveden poisohjaus, kapillaarikatkot ja vedeneristys. Suunnittelijat saisivat myös tehdä tarkempia piirustuksia rakentamisen tueksi. Arkkitehdit taas suosivat esteettisiä valintoja käytännöllisten ja pitkäikäisten sijaan.

Piha- ja tukimuurien korjaustarpeen vähentämisessä on siis roolia kaikilla osapuolilla: arkkitehdillä, suunnittelijalla, työjohdolla ja asentajilla. Rakennusyhtiöiden johtoakaan ei sovi päästää pälkähästä. Monet tätä opinnäytetyötä varten haastatellut ammattilaiset totesivat tässä mainittujen virheiden olevan hyvin tiedossa, mutta suunnittelu- ja rakennusprosessia ei silti ole onnistuttu kehittämään sellaiseksi, että virheet vältettäisiin.

Lähteet

- 1 Rudus Tukimuurit.pdf 2021. Rudus.fi, Luettu 1.2.2023
- 2 Leca-betonivaluharkkorakenteet-2020.pdf. Leca.fi, luettu 20.12.2022
- 3 RT 89–11175, Muurit ja tukimuurit 2015
- 4 RT 81-11000, Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus 2010
- 5 Betoni.fi, Luettu 10.12.2022
- 6 RT 34–10997, Keraamiset Laatat 2010
- 7 RATU 0484-laatoitus 2019
- 8 Standardit EN 1341,(2013), SFS 7019,(2009)
- 9 Kiviviteknologia 1 luonnonkivien ominaisuudet. Pekka mesimäki 1998
- 10 InfraRYL 22140, Luonnonkivimuurit 2021
- 11 Liuskemestarit.fi, liuskekivi-verhouksiin_ohje.pdf, Luettu 1.3.2023
- 12 RT-kortti 82–10980, Kiviaineisten elementtijulkisivujen saumat 2009
- 13 (Ardex OY Heikki Immonen 30.11.2022) Sähköposti
- 14 SIKA FINLAND / KAI SALO (menetelmäohje) 12.12.2022
- 15 Komonen, Juha. 2010. Betonirakenteiden kutistuminen ja halkeamien ehkäisy. Verkkoaineisto. Rakennustieto Oy RT- kortisto 34–10997, Keraamiset laatat 2010
- 16 Vuolio, Raimo – Halonen, Tommi 2012. Räjätystyöt. 2. painos. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.
- 17 HP Betoniteollisuuden julkaisu 1.3.2013
- 18 RT 84–11093, Asuntojen märkätilojen korjaus. Korjausrakentaminen 2012
- 19 Ratu 0472. Laatoituksen korjaus 2019

