

JUKO - OHJEISTOKANSIO JULKISIVUKORJAUSHANKKEEN LÄPIVIEMISEKSI

KORJAUSTAPAKUVAUKSET

Muuratut julkisivut Kuorimuurin purkaminen ja uudelleenrakentaminen - suunnitteluohjeet päivitetty 10/2023

***TkT Jukka Lahdensivu
Tampereen yliopisto,
Rakennetekniikka***

JUKO-ohjeistokansio on tarkoitettu henkilöille, jotka pystyvät soveltamaan annettuja ohjeita, ymmärtämään niihin liittyvät rajoitukset sekä ottamaan vastuun niiden soveltamisesta omassa työssään. Aineiston laajuuden takia on mahdollista, että siinä esiintyy ristiriitaisuuksia, jopa suoranaisia virheitä. Vaikka valmistelutyöhön on osallistunut lukuisa joukko julkisivukorjaamisen osaajia, ei Julkisivuyhdistys, sen jäsenet tai valmistelutyöhön osallistuneet henkilöt, yritykset tai yhteisöt ota vastuuta annetuista ohjeista.

JUKO-ohjeistokansiossa havaituista virheistä ja puutteista pyydetään ilmoittamaan Julkisivuyhdistykselle (email. info@julkisivuyhdistys.fi).

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO

Suunnitteluohjeet

Muuratut julkisivut / Kuorimuurin purkaminen ja uudelleenrakentaminen

YHTEENVETO

Tässä luvussa käsitellään kuorimuurin kokonaan tai osittain purkamista ja uudelleenrakentamista.

Ohjeissa on käsitelty

- suunnittelun lähtökohdat
- muurauksen purkaminen
- uuden lämmöneristyskerroksen asentaminen
- uuden kuorimuurin muuraaminen
- kosteusteknistä toimivuutta parantavat korjaukset
- halkeilun hallinta
- laadittavat suunnitelmat

JUKO OHJEISTOKANSIO

A RAKENNUKSEN YLLÄPITO	B KORJAUTARVE JA HANKE-SUUNNITTELU	C KORJAUS-SUUNNITTELU	D RAKENTAMIS-VAIHE	E KORJATUN RAKENTEEN YLLÄPITO
A1 Kiinteistönpidon strategiat	B1 Korjaushankkeen osapuolet	C1 Suunnittelun valmistelu	D1 Rakennusvaiheen organisaatio, urakamuodot ja toteutus	E1 Julkisivukorjauksen käyttö ja huolto-ohje
A2 Korjaushanke asunto-osakeyhtiössä	B2 Rakenteet ja korjausmahdollisuudet	C2 Suunnittelun ohjaus	D2 Korjausurakan vastaanotto	
A3 Rakennuksen kiinteistönpitokirja	B3 Korjaustarpeen selvittäminen ja kuntotutkimukset			
A4 Ilmastonmuutokseen varautuminen	B4 Korjaustavan valinta			
A5 Kestävä kehitys	B5 Rahoitustarkastelut			
	B6 Viranomaisohjaus julkisivukorjaushankkeessa			

KORJAUSTAPAKUVAUKSET

Yleiskuvaukset

Suunnitteluohjeet

Sisällysluettelo

1	RASITUSTEKIJÄT	5
1.1	SÄÄRASITUKSET.....	5
1.2	MEKAANISET RASITUKSET.....	5
1.2.1	<i>Yleistä</i>	5
1.2.2	<i>Omapaino</i>	5
1.2.3	<i>Tuuli</i>	6
1.2.4	<i>Iskukuorma</i>	7
1.3	KOSTEUSTEKNISEN TOIMIVUUDEN VARMISTAMINEN	8
1.4	LÄMPÖTEKNISEN TOIMIVUUDEN VARMISTAMINEN	8
1.5	PALOMÄÄRÄYKSET	9
1.6	MUUT SUUNNITTELUSSA HUOMIOON OTETTAVAT TEKIJÄT.....	10
1.6.1	<i>Terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet</i>	10
2	MALLITYÖT JA MÄÄRIEN MITTAUKSISTA SOPIMINEN	11
2.1	MALLITYÖT.....	11
2.2	MALLITYÖKATSELMUS.....	11
2.3	ALUSTAKATSELMUS.....	11
2.4	VASTAANOTTOKATSELMUS.....	11
2.5	MÄÄRIEN MITTAUS.....	12
3	KUORIMUURIN PURKAMINEN.....	13
3.1	PURKUMENETELMÄT.....	13
3.1.1	<i>Yleistä</i>	13
3.1.2	<i>Piikkaus</i>	13
3.1.3	<i>Tiilien käsivarainen irrotus</i>	13
3.1.4	<i>Purkamisen erityiskysymyksiä</i>	13
3.2	PURKUSUUNNITELMAN LAATIMINEN	14
3.2.1	<i>Yleistä</i>	14
3.2.2	<i>Purkusuunnittelijan laatimat suunnitelmat</i>	14
3.2.3	<i>Urakoitsijan laatimat suunnitelmat</i>	14
3.3	PURKUJÄTTEEN KÄSITTELY	15
3.3.1	<i>Purkujätteen lajittelu</i>	15
3.3.2	<i>Ongelma- ja erityisjätteet</i>	15
4	MATERIAALIEN VARASTOINTI JA KÄSITTELY TYÖMAALLA	17
4.1.1	<i>Tuotteiden tilaaminen työmaalle</i>	17
4.1.2	<i>Varastointi</i>	17
5	LÄMMÖNERISTYS.....	18
5.1	MATERIAALIVALINTA	18
5.1.1	<i>Lämmöneriste</i>	18
5.1.2	<i>Lisälämmöneristys</i>	18
5.1.3	<i>Tuulensuojapinta</i>	18
5.2	RAKENNEPAKSUUDET	19
5.3	LÄMMÖNERISTEIDEN KIINNITYS ALUSTAAN	19
6	MUURAUUS.....	21
6.1	MUURAUKSEN ULKONÄKÖ	21
6.2	TIILIMUURIN KANNATUS	21
6.2.1	<i>Pääperiaatteet</i>	21
6.2.2	<i>Mitoitus</i>	22

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO

Suunnitteluohjeet

Muuratut julkisivut / Kuorimuurin purkaminen ja uudelleenrakentaminen

6.3	SIDONTA RUNKOON.....	22
6.3.1	<i>Yleistä</i>	22
6.3.2	<i>Muuraussiteet</i>	22
6.3.3	<i>Mitoitus</i>	23
6.4	AUKKOJEN YLÄPUOLISTEN RAKENTEIDEN KANNATUS.....	23
6.4.1	<i>Periaatteet</i>	23
6.4.2	<i>Raudoitettut seinämäinen palkit</i>	23
6.5	RAUDOITUS.....	24
6.5.1	<i>Yleistä</i>	24
6.5.2	<i>Sijoittaminen</i>	24
6.6	MUURAUSSLAASTI.....	25
6.6.1	<i>Laastin valinta</i>	25
6.6.2	<i>Valmistus</i>	25
6.7	MUURAUSTYÖ.....	25
6.7.1	<i>Yleistä</i>	25
6.7.2	<i>Työtekniikat</i>	25
6.7.3	<i>Olosuhteet</i>	26
6.8	LIIKUNTA SAUMAT.....	26
6.8.1	<i>Sijoittaminen</i>	26
6.8.2	<i>Liikuntasauaman rakenne</i>	28
6.9	LIITOSKOHDAT JA PELLITYKSET.....	28
6.9.1	<i>Yleisiä suunnitteluperiaatteita</i>	28
6.9.2	<i>Räystäsrakenteet</i>	29
6.9.3	<i>Sokkelileikkaukset</i>	29
6.9.4	<i>Seinästä ulkonevat rakenteet</i>	29
6.9.5	<i>Parvekkeet</i>	30
6.9.6	<i>Ikkunaliitokset</i>	30
6.9.7	<i>Tiivistykset ja elastiset saumat</i>	30
6.9.8	<i>Ulkoseinän varusteet (räystäskourut, syöksytorvet, tikkaat jne.)</i>	30
6.10	LAADUNVARMISTUS.....	31
6.10.1	<i>Yleistä</i>	31
6.10.2	<i>Tyypillisiä laadunvarmistustoimenpiteitä</i>	31
7	LAADITTAVAT SUUNNITELMAT	32

1 RASITUSTEKIJÄT

1.1 Säärasitukset

Ulkoseinässä merkittävimmät säärasitukset ovat

- sade ja kosteus
- pakkanen
- lämpötilojen vaihtelu
- UV-säteily

Käytettävien tuotteiden tulee täyttää niille asetetut vaatimukset. Säärasitusten, erityisesti kosteusrasituksen sekä lämpötilan vaihtelujen vaikutusta voidaan pienentää oleellisesti oikealla detaljisuunnittelulla sekä materiaalivalinnoilla.

Sade ja kosteus on rasitustekijöistä yksi merkittävimmistä. Se on osallisena lähes kaikissa merkittävimmissä turmeltumisilmiöissä. Kosteus on osallisena mm. huokoisten materiaalien rapautumisessa sekä metallien korroosiossa. Lisäksi se vaikuttaa orgaanisiin materiaaleihin haitallisesti, esim. heikentäen liimojen tai saumausmassojen tartuntaominaisuuksia. Ilmastonmuutoksen seurauksena viistosateiden määrien ennustetaan kasvavan.

Pakkanen rasittaa erityisesti huokoisia rakenteita, jotka ovat alttiina kosteusrasituksille. Jäättyessään vesi laajenee, mikä voi aiheuttaa rakenteen rapautumista. Pakkasrasitus on korkeimmillaan rannikolla, jossa rakenteet altistuvat voimakkaalle viistosaderasitukselle, ja jossa jäätymis-sulamissykliä lukumäärä on suuri.

Lämpötilan vaihtelut aiheuttavat rakenteeseen mekaanista rasitusta lämpöliikkeiden muodossa. Lämpöliikkeet voivat aiheuttaa tiilimuurin halkeilua. Lämpötilojen vaihtelujen aiheuttamat liikkeet on otettava huomioon detaljisuunnittelussa, erityisesti liikuntasaumojen määrällä ja sijoittelulla.

1.2 Mekaaniset rasitukset

1.2.1 Yleistä

Rakenteelle aiheutuu kuormitusta ja muuta mekaanista rasitusta seuraavista lähteistä

- omapaino
- tuuli
- iskukuorma.

1.2.2 Omapaino

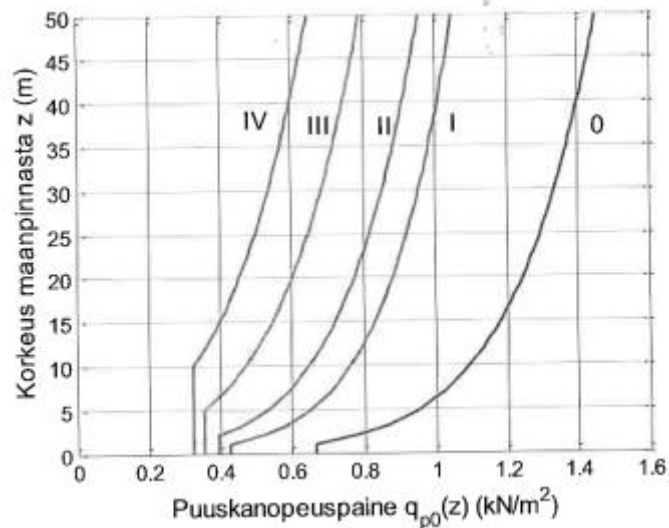
Rakenteen omapaino riippuu käytettävän tiilen ominaisuuksista (tiilityyppi, tiheys ja dimensiot) sekä työtekniikasta (mm. käytettävä saumaleveys). Rakenteen omapaino tulee määrittää tapauskohtaisesti. Tiilijulkisivun omapaino vaihtelee tyypillisesti välillä 1,7–2,7 kN/m².

Lämmöneristetyypillä ei ole merkitystä kuormituksia ajatellen.

Tiilimuurit vaativat joko omat perustukset tai erillisen kannatuskonsolin.

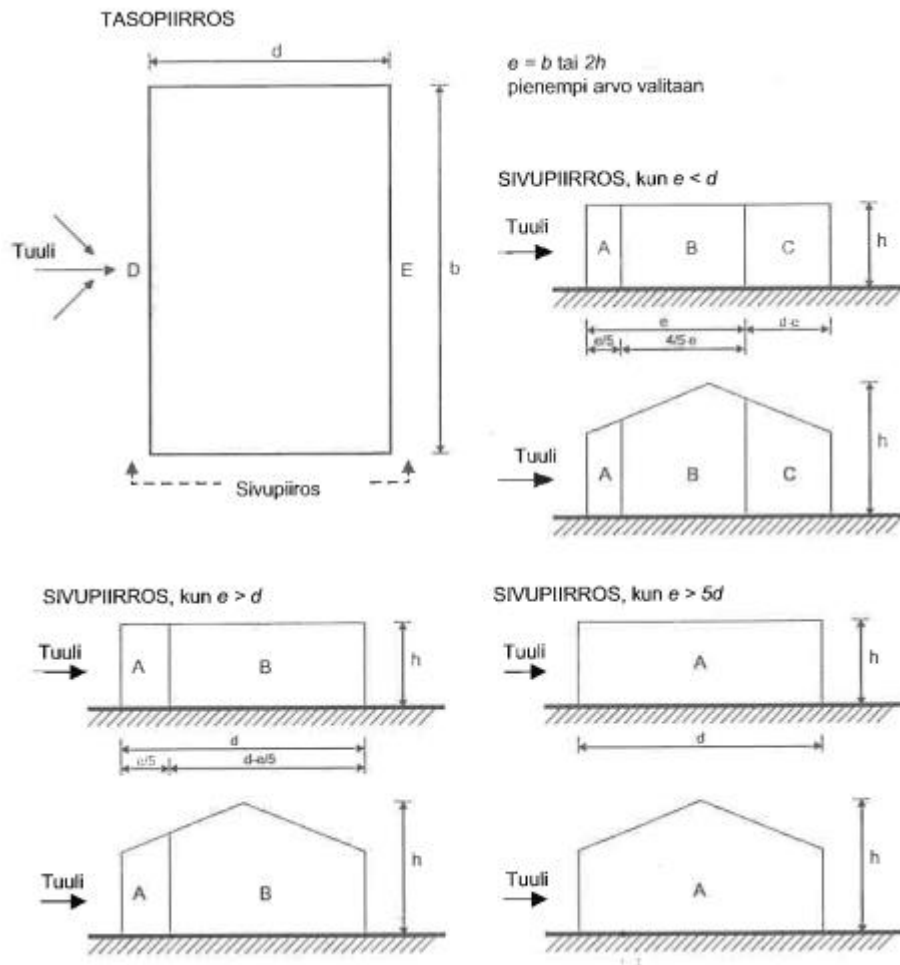
1.2.3 Tuuli

Tuulikuorman suuruus riippuu rakennuksen korkeudesta, muodosta sekä sen sijainnista. Tuulenpaineen mitoitusarvot määritetään eurokoodin EN 1991-1-4 mukaan.



Kuva 1 Tuulen puuskanopeuspaine eri maastoluokissa (RIL 201-1-2017 Suunnittelupe-
rusteet ja rakenteiden kuormat).

Tuulen imuvaikutukselle saadaan arvot rakennuksen koon ja muodon perusteella kuvan 2 ja taulukon 1 perusteella. Kuorimuuuri mitoitetaan verhoukorkajauksissa niin, että tuulenpai-
neen aikaansaama kuormitus siirretään tiiliseillä sisempiin rakenteisiin.



Kuva 2 Pystyseiniä koskeva vyöhykekaavio (RIL 201-1-2017 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat).

Taulukko 1 Ulkopuolisen paineen kertoimet pohjaltaan suorakulmaisten rakennusten pystysuorille seinille RIL 201-1-2017 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat).

Vyöhyke	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
≥ 5 *)	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

*) Kansallisen liitteen mukaan (5 §) tarkennettu standardin taulukkoa

1.2.4 Iskukuorma

Kuorimuurin iskukuorman kestävyys on erittäin hyvä ja perustuu rakenteen holvautumiseen. Moderneissa rakennuksissa alin kerros usein liiketilaa, jossa on paljon leveitä aukkoja ja kapeita pieliä. Näissä ei holvautumista pääse vastaavalla tavalla tapahtumaan.

Iskunkestävyyttä on tarkasteltava rakennuksen alaosissa sekä kulkuväylien yhteydessä olevilla seinäosilla.

1.3 Kosteusteknisen toimivuuden varmistaminen

Uudet kuorimuurit ovat toiminnaltaan tuulettuvia rakenteita.

Kuorimuurirakenteen läpi voi kulkeutua vettä tuulisen sään aikana. Kosteusteknisen toimivuuden varmistamiseksi on rakenteeseen pääsevän kosteus määrän oltava mahdollisimman vähäinen (rakenteen yksityiskohtien kosteustekninen toimivuus sekä kuorimuurin halkeilemattomuus). Toisaalta rakenteen sisään päässeän kosteuden kuivumisen on oltava mahdollista.

Kosteustekninen toimivuus edellyttää rakenteen toimivaa tuulettumista. Tuuletusraon minimileveys on 40 mm.

Kosteusteknisen toimivuuden varmistamiseksi suunnittelussa on kiinnitettävä huomiota seuraaviin tekijöihin

- estetään veden pääsy rakenteen sisään
 - o erilaiset liitoskohdat ja detaljit
 - ikkunaliitokset
 - sokkelirakenteet
 - toimivat liikuntasaumamat
 - ulkonevat räystäsrakenteet
 - käytetään aina mahdollisuuksien mukaan
 - o tuuletusraon leveys
 - leveämpi tuuletusrako pienentää lämmöneristeen pinnalle pääsevän veden määrää
 - o veden ohjaaminen liitoskohdissa
 - pellitysten ja tiivistysten toteutus
 - o laastisaumojen tiiviys
 - työn huolellisuus
- mahdollistetaan rakenteen kuivuminen
 - o tuuletusrako
 - tuuletusraon leveys
 - tuuletusraon avonaisuus
 - tuuletusraon leveys (min. 40 mm)
 - riittävät ilma-aukot seinän ala- ja yläosissa
 - käytettävät työtekniikat.

1.4 Lämpötekniikan toimivuuden varmistaminen

Kuorimuurin uusimisen yhteydessä asennettavalla lisälämmöneristyksellä tai eristeiden uusimisella tehokkaammiksi voidaan yleensä helposti vähentää seinärakenteen läpi kulkevan lämpöenergian määrää.

Lisälämmöneristys parantaa vanhan seinän toimivuutta, sillä vaurioiden eteneminen pysähtyy lämpötilan nousun ja kosteusrasituksen pienemisen seurauksena.

Lämpötekniikan toimivuuden varmistamiseksi on lämmöneristelevyjen asennukseen kiinnitettävä huomiota. Lämmöneristeet on asennettava tiiviisti alustaansa vasten, jotta voidaan välttää rakenteen sisäinen konvektio.

Soveltuva lisälämmöneristekerroksen paksuus määritetään tapauskohtaisesti. Lämmöneristekerroksen paksuuden valintaa on käsitelty tarkemmin luvussa 4. Lämmöneristykseen asentamiseen sekä lisälämmöneristykseen asennusmahdollisuuksiin vaikuttavat mm.

rakennuksen runko (tiili, betoni, puu) sekä seinärakenteen paksuuden kasvattamismahdollisuudet ja tähän oleellisesti liittyen uuden kuorimuurin kannatus.

1.5 Palomääräykset

Paloturvallisuus tulee ottaa huomioon tuulettuvan julkisivurakenteen korjaussuunnittelussa. Tämä tarkoittaa tarkasteluja sekä yksittäisten materiaalien että rakennekokonaisuuden osalta. Materiaalien osalta paloturvallisuus tulee ottaa huomioon erityisesti julkisivumateriaalin, tuulensuojan, rankarakenteiden ja lämmöneristeiden materiaalivalinnoissa. Lisäksi keskeistä on tarkastella palokatkoja. Vaatimukset riippuvat rakennuksen paloluokasta sekä sen käyttötarkoituksesta ja kerrosten lukumäärästä. Palomääräysten soveltamisesta käytäntöön mm. soveltuvien suojauskeinojen osalta päättää aina paikallinen paloviranomainen.

Seuraavassa taulukossa on esitetty asetusten antamat suuntaviivat tuotevalinnoille. Asetuksiin sisältyy poikkeuksia, jolloin joissain tapauksissa myös alhaisemman paloluokituksen omaavien materiaalien käyttö on mahdollista. Lopullisen hyväksynnän tietyn rakennustarvikkeen käytöstä antaa paikallinen paloviranomainen.

Taulukko 2 Suuntaviivat julkisivuissa käytettäville tuotteille asetettavista palovaatimuksista.

Rakennuksen paloluokka	P1	P1	P2	P2	P3
Käyttötapa	yli 8 kerrosta	enintään 8 kerrosta		automaattisella sammutuslaitteistolla varustettu rakennus	
Tuulensuojavälin ulkopinta	A2-s1, d0	B-s1, d0 ⁽¹⁾	B-s1, d0 ⁽¹⁾	D-s2, d2	D-s2, d2
Lämmöneriste (ei toimi tuulensuojapintana)	B-s1, d0	B-s1, d0	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2
Tuulensuojavälin sisäpinta	A2-s1, d0	B-s1, d0 ⁽¹⁾		K2 10, A2-s1, d0	ei vaatimusta
⁽¹⁾ Luokan D-s2, d2 rakennustarvikkeiden käyttäminen sallittu vähäisissä määrin					

Rakennusten paloturvallisuutta käsitellään tarkemmin asetuksessa Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta (848/2017) sekä Ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten paloturvallisuudesta annetun ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta (927/2020).

Paloasetuksessa määrätään ulkoseinän ulkopinnan ja tuuletusvälin pintojen luokkavaatimuksista, joiden tulee täyttyä lähtökohtaisesti myös kiinnitystarvikkeiden osalta. Paloasetuksen 26§ Taulukossa 8 tarkennetaan kuitenkin, että

- *Julkisivuverhoilun kiinnitystarvikkeet voivat vähäisessä määrin olla D-s2, d2 -luokkaa enintään 28 m korkeassa rakennuksessa.*

Asetuksen perustelumuistiossa määritetään rajat sille, mikä tulkitaan asetuksen tarkoittamaksi ”vähäisessä määrin” seuraavasti:

- *Julkisivuverhoilun kiinnitykseen tarvittavien tarvikkeiden määrää voidaan pitää vähäisenä, kun tuuletusvälin leveys on enintään 50 mm ja koolauksen väli keskeltä keskelle on vähintään 600 mm. Myös ristiin koolaus on mahdollinen.*

1.6 Muut suunnittelussa huomioon otettavat tekijät

1.6.1 Terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet

Tyypillisimmät tiilijulkisivuissa olevat terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet ovat pinnoitteiden sisältämä asbesti sekä saumausmassojen PCB, lyijy- ja SCCP-yhdisteet. Lisäksi lämmöneristeissä sekä mahdollisesti rakennuksen puurungossa sekä ovien ja ikkunoiden apukarmeissa saattaa esiintyä mikrobikasvustoa ja/tai lahoa. **Ennen korjaussuunnittelun aloitusta kohteeseen on tehtävä korjattavan alueen kattava asbesti- ja haitta-ainekartoitus, jotta korjaustavan ja korjausmenetelmien valinnassa osataan ottaa ne huomioon. Haitta-aineet ja niiden voimassa olevat raja-arvot tarkistettava viranomaisläheteistä.**

Laajemmin terveydelle ja ympäristölle vaarallisista aineista on selostettu JUKO-ohjeistokansion osassa *B2 Rakenteen ja korjausmahdollisuudet*.

2 MALLITYÖT JA MÄÄRIEN MITTAUKSISTA SOPIMINEN

2.1 Mallityöt

Kaikissa kuorimuriin liittyvissä korjauksissa tehdään ennen varsinaisen työsuorituksen aloitusta mallityö, joka hyväksytetään tilaajalla. Mallityöt sekä korjaamiseen liittyvät katselmuksukset tulee kirjata työselostukseen.

Mallityössä varmistetaan käytettävien työtekniikoiden soveltuvuus ja urakoitsijan ammattitaito kyseiseen työhön sekä määritellään korjauksen lopullinen ulkonäkö, mm. väri ja sauman muoto. Mallityötä käytetään referenssipintana, johon valmiita, korjattuja pintoja verrataan.

Mallityö tulee tehdä myös vanhan kuorimuurin poistamisesta alustan puhdistukseen.

2.2 Mallityökatselmus

Mallityökatselmuksessa todetaan työsuoritusten asiakirjojen mukaisuus. Mallityön eri vaiheet dokumentoidaan huolellisesti valokuvoin, jotka liitetään mallityökatselmusmuistioon.

Mallityökatselmuksessa tarkastetaan

- lämmöneristeiden asennus
- muuraussiteiden, raudotteiden, konsolien ja tiilipalkkien asennus
- uuden muurauksen limitys ja sauman leveys
- tuuletusrakojen detaljit
- liittymät muihin rakenteisiin, kuten ikkunat, räystäät, pellitykset, jne.
- sauman muodot
- muurauslaastin/saumalaastin väri.

Mallityökatselmus voi koostua useasta eri vaiheesta.

2.3 Alustakatselmus

Kuorimuurin purkamisen jälkeen suoritetaan alustakatselmus, jossa todetaan

- alustassa olevat vauriot
- sovitaan alustan vaurioiden korjaamisesta
- sovitaan alustan/vaipan tiivistystarpeesta
- todetaan alustan puhtaus purkamisen ja puhdistuksen jäljiltä
- lämmöneristeen kunto/uusimistarve
- kuorimuurin mahdollisten kannakkeiden kunto ja korjaustarve
- muuraussiteiden uudelleenkäyttö/uusimistarve ja riittävyys.

Alustakatselmus dokumentoidaan valokuvoin ja mahdollisesti alustan vetolujuuskokein. Alustakatselmuksesta tulee laatia katselmuspöytäkirja, jossa on todettu em. asiat.

2.4 Vastaanottokatselmus

Vastaanottokatselmuksessa valmista muurauspintaa verrataan hyväksytyyn mallityöhön sekä todetaan myös muilta osin työsuoritusten asiakirjojen mukaisuus. Vastaanottokatselmuksesta laaditaan pöytäkirja, johon kirjataan mahdolliset huomautukset ja toimenpide-ehdotukset.

2.5 Määrien mittaus

Ennen varsinaisen korjaustyön aloittamista on sovittava korjaustyöhön sisältyvien määrien mittauksista ja niiden hyväksymisestä. Osittaisissa kuorimuurin korjauksissa korjaustyön hinta määräytyy yleensä määrän mukaan. Muurausalustan korjaustarpeet ovat vaikeammin ennakoitavissa ennen purkua.

Ennen työn aloitusta on sovittava

- mittausten suorittaja
- mittausmenetelmät
- määrien todentaminen ja lopullinen hyväksyntä
- uusimiskriteerien seuranta.

3 KUORIMUURIN PURKAMINEN

3.1 Purkumenetelmät

3.1.1 Yleistä

Purkamisen suunnittelua varten on selvitettävä ulkoseinien rakenne, käytetyt materiaalit ominaisuuksineen sekä luonnollisesti rakenteen vaurioitilanne. Rakenteen pitkälle edennyt vaurioituminen helpottaa yleensä purkutyötä, toisaalta vaurioituminen saattaa aiheuttaa myös hallitsematonta purkua.

Kuorimuuri puretaan yleensä piikkaamalla ylhäältä alaspäin. Vanhoista umpitiilistä muurattun kuorimuurin purkaminen voi onnistua myös kumivasaralla koputtelemalla silloin, kun tiilet ovat pakkasenkestäviä mutta muurauslaasti on pitkälle rapautunut. Tällöin vanhat tiilet saadaan tarvittaessa usein suurelta osin ehjinä talteen ja voidaan muurata takaisin rakenteeseen tai käyttää uudelleen jossakin toisessa kohteessa.

Soveltuvan purkuperiaatteen valitsee suunnittelija. Varsinaisen kaluston sekä tarkemmat purkumenetelmät valitsee ja suunnittelee urakoitsija.

3.1.2 Piikkaus

Muurattu kuorimuuri puretaan yleensä koneellisesti piikkaamalla. Piikkaus voidaan tehdä joko käsivaraisilla laitteilla nostokorista, telineiltä tai riipputelineiltä käsin tai raskaammalla kalustolla pitkäpuomiseen kaivin-/purkukoneeseen kiinnitetyllä iskuvasaralla. Kalustona voi olla myös pienempi kauko-ohjauksella toimiva purkurobotti, joka on kannatettu erillisellä laavalla ja jota ohjataan erikseen nostokoneesta käsin.

Käsivarainen piikkaus soveltuu pieniin purkutöihin tai kun purkualue on vaikeasti saavutettavissa tai tiilet otetaan talteen uudelleenkäyttöä varten.

Purkukaluston valinnassa on otettava huomioon mm., että tiilirunkoinen rakennus kestää tärinää ja liikkeitä huomattavasti vähemmän kuin esimerkiksi betonirunkoinen rakennus.

3.1.3 Tiilien käsivarainen irrotus

Tiilien käsivaraisessa irrotuksessa kuorimuurin tiilet irrotetaan kumivasaran tai moskan avulla irti muurista.

Tiilien käsivarainen irrottaminen on käsityötä ja yleensä hyvin hidasta ja näin myös kallista. Menetelmä soveltuu käytettäväksi yleensä vain silloin, kun kuorimuuri on muurattu umpitiilistä (joko poltettu tai kalkkihiekkatiili), muurauslaasti on pitkälle rapautunutta ja alkuperäisillä tiilillä on merkittävää arvoa.

3.1.4 Purkamisen erityiskysymyksiä

Ikkunat ja ovet

Ikkunoita ei ole aivan välttämätöntä uusia kuorimuurin purkamisen yhteydessä. Tämä edellyttää, että ikkunoiden tukirakenteet, jotka ovat yleisesti puuta, ovat ehjiä, ikkunarakenteet suojataan huolellisesti ennen purkutyötä ja että ikkunoiden puiset tukirakenteita vahvistetaan ennen ulkokuoren purkamista. Ikkunan puurakenteet voidaan tukea rakennuksen runkoon esim. kulmateräksillä.

Purkuajankohta

Kuorimuurin purkaminen talvella tulee kysymykseen vain harvoin, sillä purkamisen yhteydessä lämmöneristeet joudutaan yleensä uusimaan.

3.2 Purkusuunnitelman laatiminen

3.2.1 Yleistä

Purkusuunnitelmiin sisältyy yleensä purkutyöselostus sekä tarkempi purku(työ)suunnitelma. Purkutyöselostuksen laatii rakennesuunnittelija tai erillinen purkusuunnittelija.

Purkutyösuunnitelman laatii urakoitsija.

Purkusuunnitelmien laatimista on käsitelty tarkemmin mm. RATU-korteissa (mm. S-1221 Purkutöiden suunnittelu. Purkusuunnitelma ja purkutöiden tehtäväsuunnittelu, 82-0384 Tavanomaiset purkutyöt. Vaaralliset aineet – käsittely ja suojaus, 82-0383 Kosteus- ja mikro-bivaurioituneiden rakenteiden purku. Menetelmät).

3.2.2 Purkusuunnittelijan laatimat suunnitelmat

Purkutyöselostus ja täydentävät piirustukset

Purkutyöselostus on yleiskuvaus purkutyöstä, jonka avulla urakoitsija voi suunnitella purkutyön omaan kalustoonsa ja kokemukseensa soveltuvien menetelmin.

Purkutyöselostus sisältää yleensä vähintään

- kohdetiedot
- tiedot vanhoista ja purettavista rakenteista
 - o vanhat suunnitelmat
 - o tehdyt selvitykset
 - rakenneselvitykset
 - kuntotutkimukset
 - ongelma- ja erityisjäteselvitykset (asbesti, PCB, lyijy, mikrobit, laho)
- purkutapaselostus
 - o purkujärjestys
 - o väliaikainen tuentatarve (esim. ulkoseinän jäykistys, ikkunoiden ylitykset)
- ohjeet purkumenetelmän valinnasta
- purkupiirustukset
 - o piirustukset purettavista rakenteista
 - o tuentapiirustukset tarvittaessa
- työturvallisuus purkutyön aikana.

3.2.3 Urakoitsijan laatimat suunnitelmat

Purkutyösuunnitelma

Purkutyösuunnitelma on tarkempi yksityiskohtainen purkusuunnitelma. Purkutyösuunnitelman laatii aina urakoitsija. Purkutyösuunnitelma hyväksytetään rakennuttajan edustajalla.

Purkutyösuunnitelman sisältö riippuu kohteesta ja purkutyön laajuudesta. Purkutyösuunnitelma voi sisältää esim. seuraavia tietoja:

- työmaan yleistiedot

- tiedot purettavista rakenteista (materiaalit, määrät)
- työmenetelmät sekä koneet ja laitteet
- purkutyö ja purkujätteen siirrot
- purkujätteen lajittelu ja hyötykäyttö
- pölyntorjunta
- aikataulut ja purkujärjestys
- rakenteiden kantavuus sekä tarvittavat tuennat, sidonnat ja vahvistamiset
- putoamissuojausten järjestäminen
- yleiset suojaustoimenpiteet
- työnopastus ja perehdyttäminen.

3.3 Purkujätteen käsittely

3.3.1 Purkujätteen lajittelu

Rakennus- ja purkujätteet on lajiteltava, ja jäte hyötykäytettävä mahdollisuuksien mukaan.

Purkujätteestä seuraavat jätetyypit on lajiteltava ja eroteltava (Valtioneuvoston päätös rakennusjätteistä 295/97, 5 §)

- betoni-, tiili-, kivennäislaatta-, keramiikka- ja kipsijätteet,
- kyllästämättömät puujätteet,
- metallijätteet sekä
- maa- ja kiviainesjätteet.

Lisäksi erilaiset ongelma- ja erityisjätteet (PCB-, lyijy- sekä PAH-yhdisteet sekä asbestia sisältävät jätteet sekä kyllästetty puutavara) on lajiteltava ja käsiteltävä erikseen.

Tiilijätteet toimitetaan yleensä murskattavaksi sen käsittelyyn erikoistuneeseen laitokseen. Ennen toimittamista tiilijätteestä tulee erotella mm. lämmöneristeet. Murskattavaksi toimitettava tiilijäte ei saa sisältää saumausmassoja, PAH-yhdisteitä tai asbestipitoista pinnoitetta.

Uudelleenkäyttöä varten ehjänä irrotettavat tiilet puhdistetaan ja varastoidaan säältä suojattuina testausta ja jatkokäyttöä varten. Tiilien irrottamisesta uudelleenkäyttöä varten tulee sopia urakka-asiakirjoissa.

3.3.2 Ongelma- ja erityisjätteet

Ennen purkutöiden aloittamista on selvitettävä rakenteissa mahdollisesti esiintyvät terveydelle tai ympäristölle vaarallisten aineiden olemassaolo.

Tiilijulkisivuissa mahdollisesti esiintyvät ongelma- tai erityisjätteet ovat pinnoitteiden asbesti, saumausmassojen PCB- ja lyijy-yhdisteet sekä mahdolliset kosteuden- tai vedeneristeissä käytetyt PAH-yhdisteet.

Purkujätteen hyötykäyttö on mahdollista vain, jos em. ongelma- tai erityisjätteet on purettu ennen varsinaisen rakenteen purkamista.

Jätteiden hävitystapa riippuu niiden vaarallisten aineiden pitoisuuksista. Seuraavat raja-arvot ylittävät jätteet on hävitettävä ongelmajätteenä:

- PCB-yhdisteitä yli 50 mg/kg
- lyijyä yli 1500 mg/kg.

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO

Suunnitteluohjeet

Muuratut julkisivut / Kuorimuurin purkaminen ja uudelleenrakentaminen

Mikäli jätteen pitoisuudet eivät ylitä em. raja-arvoja, on niiden hävitystapa selvitettävä tapauskohtaisesti ympäristöviranomaisilta. Jätteitä ei voida välttämättä sijoittaa kaatopaikalle normaalina purkujätteenä, vaikka ongelmajätteen raja-arvot eivät ylittyisikään.

Asbestia sisältävät jätteet toimitetaan kaatopaikalle erityisjätteenä.

4 MATERIAALIEN VARASTOINTI JA KÄSITTELY TYÖMAALLA

4.1.1 Tuotteiden tilaaminen työmaalle

Tiilien ja muurauslaastien toimittamisesta työmaalle (määrät, aikataulut jne.) tulee sopia yhteistyössä materiaalitoimittajan kanssa. Etenkin erikoistiilien tai laastien toimittamisesta tulee sopia riittävän ajoissa.

Tiilet tilataan työmaalle aina täysinä kuormina. Kuormat tilataan arvioidun työsaavutuksen perusteella niin, että työmaalla tapahtuva välivarastointi on mahdollisimman lyhytaikaista.

Laastit tilataan joko suursäkeissä tai irtolaastina valittavasta varastointitavasta (varastointisiilon koko) riippuen. Laastimenekkiä tulee seurata työn aikana ja laastitilaukset tehtävä ajoissa.

4.1.2 Varastointi

Tiilet on varastoitava kosteudelta, lialta ja pölyltä suojattuna. Tiililetkat peitetään esim. kevytpeitteillä. Tiililetkat eivät saa olla suoraan kosketuksissa maahan eivätkä talviolosuhteissa lumeen.

Laastit varastoidaan yleensä suoraan siloihin, varastointisiiloja on ainakin 3, 10 ja 14 tonnin siloja suursäkeille sekä 25 tonnin siloja irtolaastille. Varalla säilytettävät suursäkit on varastoitava kosteudelta (sade ja maaperän kosteus), lialta ja pölyltä suojattuna (vrt. tiililetkojen suojaus).

5 LÄMMÖNERISTYS

5.1 Materiaalivalinta

5.1.1 Lämmöneriste

Lämmöneristeen valinta riippuu mm. rakennuksen rungosta ja olemassa olevista lämmöneristeistä. Puurunkoisessa rakennuksessa lämmöneristeet ovat tyypillisesti runkotolppien välissä ja betoni tai tiilirunkoisessa rakennuksessa lämmöneristeet ovat kuorimuurin ja rungon välissä.

Uusi kuorimuurin tehdään aina ns. tuulettavana rakenteena, jolloin lämmöneristeenä käytetään yleensä mineraalivillaa. Mineraalivilla voi olla ns. pehmeää tai kovaa villaa tai niiden yhdistelmää sekä siinä voi olla erillinen tuulensuojapinta. Myös polyuretaanipohjaisia lämmöneristeitä voidaan käyttää, mutta silloin on kiinnitettävä erityistä huomiota alusrakenteen suoruuteen, jotta lämmöneristeet saadaan tiiviisti kiinni runkorakenteeseen.

Käytettävän eristeen ja sen pintakerrosten on täytettävä palomääräykset, ks. luku 1.5.

5.1.2 Lisälämmöneristys

Kuorimuurin uusimisen yhteydessä lisälämmöneristyksellä voidaan yleensä helposti vähentää seinärakenteen läpi kulkevan lämpöenergian määrää. Lisälämmöneristuksen myötä ulkoseinän lämmöneristyskyky paranee.

Lisälämmöneristys parantaa vanhan seinän toimivuutta, sillä rakennuksen rungon mahdollisten vaurioiden eteneminen pysähtyy lämpötilan nousun ja kosteusrasituksen pienenemisen seurauksena.

Lämpöteknisen toimivuuden varmistamiseksi on lämmöneristelevyjen asennukseen kiinnitettävä huomiota. Lämmöneristeet on asennettava riittävän tiiviisti alustaansa vasten, jotta voidaan välttää rakenteen sisäinen konvektio.

Soveltuva lisälämmöneristekerroksen paksuus määritetään tapauskohtaisesti. Lämmöneristekerroksen paksuuden valintaa on käsitelty tarkemmin luvussa 5.2. Lämmöneristuksen asentamiseen sekä lisälämmöneristuksen asennusmahdollisuuksiin vaikuttavat mm. rakennuksen runko (tiili, betoni, puu) sekä seinärakenteen paksuuden kasvattamismahdollisuudet ja tähän oleellisesti liittyen uuden kuorimuurin kannatus.

5.1.3 Tuulensuojapinta

Tuulettuvissa julkisivuverhousjärjestelmissä tulee olla lämmöneristeen ulkopinnassa riittävä tuulensuojapinta. Tuulensuojan ilmanläpäisykerroin K_a tulisi olla enintään $10 \times 10^{-5} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{s} \times \text{Pa})$. Tuulensuojan ilmanläpäisyvastuksen S_a tulee siten olla vähintään $10 \times 10^5 (\text{m}^2 \times \text{s} \times \text{Pa})/\text{m}^3$.

Tiili- ja betonirunkoisissa kuorimuurirakenteissa tuulensuojana käytetään yleisesti tuulensuojapinnalla tai -kalvolla varustettuja levyjäisiä mineraalivillatuotteita. Puurunkoisessa rakennuksessa voidaan käyttää joko tuulensuojapintaista villaa tai erillistä tuulensuojamateriaalia. Erillinen tuulensuoja voi olla levyjäinen tai rullamainen tuote. Tuulensuojamateriaalin vesihöyrynvastuksen maksimiarvo on $1,0 \times 10^9 \text{ m}^2 \times \text{s} \times \text{Pa}/\text{kg}$ ($Z_v = 8,0 \times 10^3 \text{ s}/\text{m}$, $s_d = 0,2 \text{ m}$) mitattuna $+23 \text{ }^\circ\text{C}$ ja 75 %:n suhteellisessa kosteudessa.

5.2 Rakennepaksuudet

Uusittaessa lämmöneristys voidaan lämmöneristeen lämmönjohtavuudella vaikuttaa rakenteen U-arvoon jonkin verran ilman seinärakenteen paksuntamista. Ulkoseinän U-arvon oleellinen parantaminen vaatii lämmöneristekerroksen paksuntamista. Lämmöneristekerroksen paksuutta rajoittavat lähinnä kuorimuurin kannatus sokkelista ja ulkoseinän liittymät ikkunoihin, parvekkeisiin sekä räystäälle.

Taulukko 3 Esimerkkejä ulkoseinärakenteen U-arvon muuttumisesta lämmöneristykseen paksuuden kasvamisen seurauksena. Laskelmat on laadittu rakenteille, joissa vanhan tiili-villa-tiili-rakenteen sisäkuoren paksuudeksi on oletettu 130 mm ja ulkokuoren 130 mm. Lämmöneristeiden lämmönjohtavuuden arvona on laskelmissa käytetty vanhan eristeen osalla 0,041 W/m²K. Uutena seinärakenteena on laskelmissa käytetty tuuletusraollista moduulitiiliseinää, jonka alla on 30 mm tuulensuojavilla (0,031 W/m²K) ja Ø5 mm muuraussiteet 4 kpl/m².

Vanha rakenne		Uusi rakenne			
Lämmöneristykseen paksuus [mm]	U-arvo [W/m ² K]	Uusi lämmöneriste ja lämmönjohtavuus [W/m ² K]	Uuden lämmöneristykseen paksuus [mm]	U-arvo [W/m ² K]	U-arvon parannus
75	0,34	mineraalivilla 0,031	75	0,30	11 %
		mineraalivilla 0,031	150	0,18	41 %
		polyuretaani 0,022	75	0,24	29 %
		polyuretaani 0,022	150	0,14	58 %
100	0,29	mineraalivilla 0,031	100	0,25	13 %
		mineraalivilla 0,031	125	0,21	27 %
		polyuretaani 0,022	100	0,20	31 %
		polyuretaani 0,022	125	0,17	41 %

Taulukossa 3 esitetyt lukemat koskevat umpinaista seinää ja niitä voidaan pitää vain suuntaa antavina. Koko ulkoseinärakenteen U-arvon laskennassa on otettava huomioon myös ikkunat ja ovet. Ulkoseinien osuus koko rakennuksen energiankulutuksesta on luokkaa 10–15 %. Lämmöneristeen muuttaminen mineraalivillasta polyuretaanieristeeksi voi heikentää ulkoseinän ilmajäneneristävyyttä. Tämä on otettava huomioon erityisesti liikennemelualueilla.

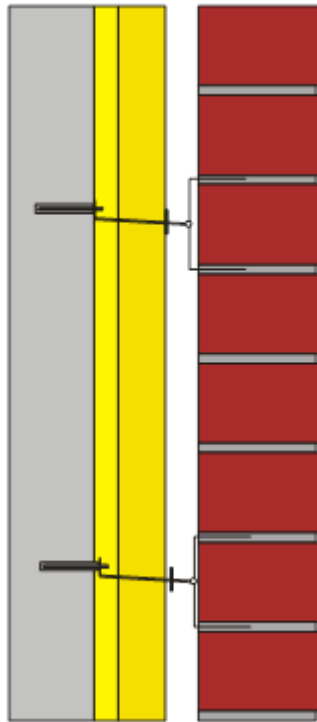
Rakennepaksuutta määritettäessä on otettava huomioon myös seinän paksuuden muuttuminen, ja esim. ikkunarakenteiden jääminen syvennykseen ja suunniteltava yksityiskohdat huolellisesti myös ulkonäkö- ja toimivuusnäkökulmasta.

5.3 Lämmöneristeiden kiinnitys alustaan

Lämmöneristeet ja tuulensuojapinnat on kiinnitettävä mekaanisin kiinnikkein alustaan. Kiinnikkeinä käytetään muuraussiteitä, joiden varsinaisena tehtävänä on kuorimuurin sidonta runkoon.

Kiinnityksessä on otettava huomioon, että lämmöneristelevyt pysyvät alustassaan kiinni eivätkä pääse kaareutumaan. Lisäksi kiinnikkeillä muodostetaan kuorimuurin ja lämmöneristeiden välinen tuuletusrako, jonka suositeltava leveys on 40 mm.

Muuraussiteet asennetaan niin, ettei niitä pitkin kulkeudu vuotovesiä lämmöneristeeseen (siteet kallistetaan kuorimuurin puoleisesta päästä alaspäin, ks. Kuva 3).



Kuva 3 Lämmöneristeiden kiinnitys muuraussiteiden avulla.

Suunnitelmissa määritetään käytettävien kiinnikkeiden tyyppi, joka riippuu mm. rakennuksen rungosta (tiili, betoni, puu) sekä lämmöneristeiden paksuudesta.

Suunnitelmissa määrättävä kiinnikkeiden määrä seinäneliömetriä kohden määräytyy käytännössä kuorimuurin tuulikuormien mukaan. Yleensä kiinnityksessä riittää 4 kpl/m². Kiinnikkeiden määrä tarkistetaan erikseen, jos kuorimuurin kuormitusolosuhteet poikkeavat normaalista (nurkat, aukkojen pielet, liikuntasaumot jne.). Muuraussiteitä ja niiden määrän laskemista on käsitelty tarkemmin luvussa 6.3.

Mikäli lämmöneristeitä on useammassa kerroksessa, kerrosten saumat on limitettävä lämpövuotojen minimoimiseksi.

6 MUURAUS

6.1 Muurauksen ulkonäkö

Kuorimuuria uusittaessa myös julkisivun ilmettä on mahdollista muuttaa. Kun seinärakenteeseen asennetaan lisälämmöneristys, seinärakenteen paksuus kasvaa ja julkisivun tiilijako on joka tapauksessa suunniteltava uudelleen. Paksuuden muutokset vaikuttavat myös ikkuna- ja oviaukkojen detaljeihin.

Muurauksen ulkonäköä voidaan muunnella

- eri tiilityypeillä
 - o poltetut tiilet / kalkkihiekkatiilet
 - o erikokoisilla tiilillä
 - o tiilien väreillä ja pintamuodoilla
- saumaratkaisulla
 - o sauman paksuutta muuntelemalla
 - o muuntelemalla tiililimitystä
 - o sauman viimeistelytekniikalla.

Muurattu rakenne voidaan myös rapata ja pinnoittaa.

6.2 Tiilimuurin kannatus

6.2.1 Pääperiaatteet

Kuorimuuri vaatii aina oman kannatusrakenteensa. Yksinkertaisimmassa tapauksessa uusi kuorimuuri kannatetaan vanhan sokkelin päältä.

Seinärakenteen paksuuden kasvaessa kuorimuurin kannatus on suunniteltava yleensä uudelleen. Kannatus voidaan tehdä joko koko kuorimuurille yhdestä kohtaa (sokkelitasossa oleva varsinainen perustus) tai esim. kerroksittain erilaisilla konsolirakenteilla. Rakennuksen eri osissa voidaan käyttää erilaisia kannatustapoja.

Uusien perustusten kannatus voidaan tehdä usealla eri tavalla

- piiloperustus
 - o perustus lähtee maanpinnan alapuolelta
 - o kannatus joko vanhan anturan päältä, uudelta anturalta tai ripustus vanhasta perusmuurista tai kellarin seinästä
- valettu konsoliperustus
 - o vanhaan sokkelirakenteeseen valamalla rakennettava perustustapa
 - o ripustetaan vanhasta sokkelirakenteesta teräsankkureilla
- ulokkeena toimiva L-teräs
 - o vanhasta sokkelirakenteesta ulokkeena toimiva L-teräs
 - o kiinnitetään vanhaan sokkelirakenteeseen kiila-ankkureilla
- esijännitetty tiilipalkki, jossa on konsolit.

Sokkelin korkeudeksi suositellaan vähintään 500 mm, jonka saavuttaminen korjauskoh-teessa voi muodostua ongelmalliseksi.

Konsoliperustus sekä ulokkeena toimiva L-teräs soveltuvat käytettäväksi rakenteiden kerroksittaiseen kannatukseen.

6.2.2 Mitoitus

Eri kannatustavoilla on rakennesuunnitelmissa tarkastettava erityisesti taulukossa 4 esitetyt tekijät.

Taulukko 4 Kuorimuurin kannatustapojen mitoituksessa tarkastettavat tekijät.

Perustus	toteutus-tapa	tarkastettavat asiat
piiloperustus	uusi perustus	perustuksen mitoitus - kuormitus - painumat
	vanhan anturan päälle	vanhan anturan kuormituksen kestävyys vanhan anturan leveys
	ripustus vanhaan perusmuuriin/kellarin seinään	ripustuskuormien kestävyys - ankkurointitarvikkeiden lujuus ja ankkurointimahdollisuus
valettu konsoliperustus		ripustuskuormien kestävyys - ankkurointitarvikkeiden lujuus - ankkurointimahdollisuus
L-teräs		ripustuskuormien kestävyys - ankkurointitarvikkeiden lujuus - ankkurointimahdollisuus
Esijännitetty tiilipalkki, jossa konsolit		konsolien ripustuskuormien kestävyys - ankkurointitarvikkeiden lujuus - ankkurointimahdollisuus Esijännitetyn tiilipalkin kuormituksenkestävyys

6.3 Sidonta runkoon

6.3.1 Yleistä

Kuorimuurin tuulikuormat siirretään rakennuksen runkoon muuraussiteiden avulla. Vanhan kuorimuurin purkamisen yhteydessä tiiliteet usein vaurioituvat niin, että myös ne on uusittava. Lisälämmöneristyksen yhteydessä kuorimuurin sidontaan tarvitaan yleisesti alkupestä pidemmät muuraussiteet. Muuraussiteiden avulla kiinnitetään myös lämmöneristeet.

6.3.2 Muuraussiteet

Kiinnikkeinä käytetään ruostumattomasta teräksestä valmistettuja muuraussiteitä, jotka voivat olla joko tehdasvalmisteisia tai työmaalla taivutettavia 4 mm teräslankoja.

Muuraussiteet kiinnitetään mekaanisilla kiinnikkeillä rakennuksen runkoon. Rungon materiaalista riippuen kiinnikkeinä käytetään tyypillisesti joko nailontulppaa tai kiila-ankkuri (tiili- ja betonirunko) tai tiilside ruuvataan suoraan puutolppaan.

Muuraussiteiden tulee kestää kuorimuurin kosteus- ja lämpöliikkeet. Erityisen korkeissa kuorimuureissa sekä käytettäessä erityisen lyhyitä muuraussiteitä tulee käyttää erikseen pystysuuntaisen liikkeen sallivia muuraussiteitä.

6.3.3 Mitoitus

Muuraussiteitä sijoitetaan riittävästi niin, että ne sitovat kuorimuurin rakennuksen runkoon tuulikuormia vastaan. Muuraussiteiden mitoitus tehdään eurokoodin 1996-1-1 mukaan. Tiilisteiden vähimmäismäärä neliömetrille määräytyy kaavan 1 mukaan.

$$n_t \geq wE_d/F_d \quad (1)$$

missä

n_t = tiilisteiden vähimmäismäärä kpl/m²

wE_d = siteisiin kohdistuva vaakakuorman mitoitusarvo kN/m². Julkisivumuurauksessa tuulikuorman mitoitusarvo.

F_d = mitoitusilanteen mukainen muuraussiteiden puristus- tai vetolujuuden mitoitusarvo kN/kpl. Mitoitusarvo saadaan jakamalla valmistajan ilmoittama siteiden lujuusarvo osavarmuusluvulla. Tiilisteiden osavarmuusluku riippuu murtotavasta. Mikäli valmistaja ei ilmoita murtumistapaa, käytetään osavarmuuslukuna arvoa 3,2 (RT RakMK-21751, 2018).

Aukkojen, liikuntasauvojen sekä ulkonurkkien kohdalla käytetään tiheämmin asetettuja muuraussiteitä. Muuraussiteiden määrää kasvatetaan näissä yleensä 50 %:lla. Määrät on tarvittaessa tarkistettava laskelmin.

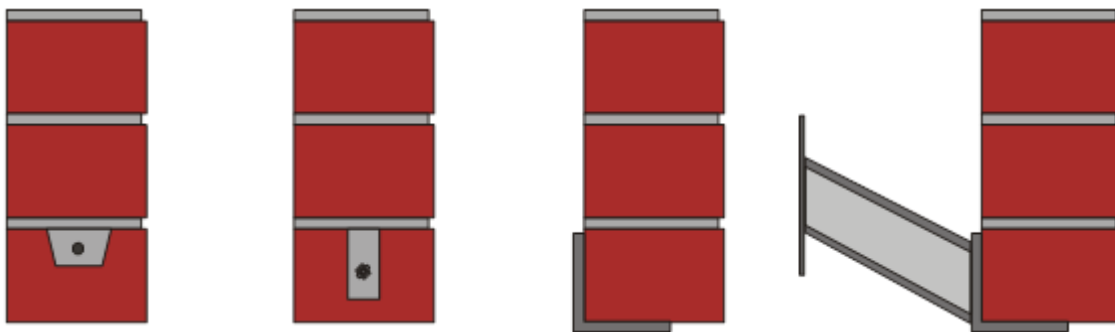
Muuraussiteet asennetaan niin, ettei niitä pitkin kulkeudu kosteutta lämmöneristeisiin. Muuraussiteet kallistetaan etureunastaan alaspäin (kuva 3).

6.4 Aukkojen yläpuolisten rakenteiden kannatus

6.4.1 Periaatteet

Aukkojen yläpuoliset rakenteet voidaan kannattaa

- raudoitetulla tiilipalkilla
- esijännitetyllä tiilipalkilla
- muototeräksellä
- betonipalkilla
- holvaamalla.



Kuva 4 Aukkojen yläpuolisten rakenteiden kannatustapoja (paikallarakennettu tai esijännitetty tiilipalkki, teräsprofiili tai ulokkeena kannatettu teräsprofiili).

6.4.2 Raudoitetut seinämäinen palkit

Raudoitetut palkit mitoitetaan taivutukselle ja leikkaukselle sekä raudoituksen ankkuroinnille. Eurokoodin mukaan muuratut palkit jaetaan kahteen eri tapaukseen: seinämäiseen

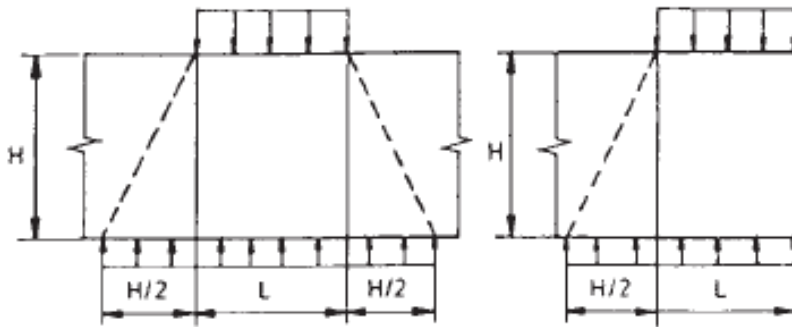
palkkiin ja normaaliin palkkiin. Muuratun rakenteen voidaan olettaa toimivan seinämäisenä palkkina, mikäli aukon päälle tuleva yhtäjaksoinen muuraus täyttää ehdon

$$h > 1.15 \cdot l / 2 \quad (2)$$

missä

h = aukonpäällä olevan muurauksen korkeus ja l = aukon vapaa leveys.

Tällöin mitoituksessa voidaan hyödyntää tiilien holvautuminen (RIL 206-2010). Seinämäisen palkin kuormitusalan voidaan olettaa määräytyvän suhteessa $h/2$, ks. kuva 5.



Kuva 5 Kuormien jakaantuminen ohjeen RIL 206-210 mukaisesti.

Raudoitteena tulee käyttää ruostumatonta harjatankoa tai tikasraudoitteita. Laastisauman paksuuden tulee olla 1,5 x raudoitteen paksuus.

Muuratun palkin toimivaksi korkeudeksi saa otaksua enintään 1/2 palkin jännemitasta ja 10 kertaa palkin leveys. Raudoitetun tiilipalkin käyttömahdollisuus riippuu aukon leveydestä ja yläpuolisen palkin korkeudesta.

6.5 Raudoitus

6.5.1 Yleistä

Julkisivumuuraus on raudoitettava aukkorakenteiden lisäksi myös halkeilun rajoittamiseksi. Raudoitteiden avulla kuorimuurin liikkeitä siirretään liikuntasaumojen kohdalle. Liikuntasaumojen käsittely on luvussa 6.8.

Raudoitteena käytetään ruostumatonta harjatankoa tai tikasraudoitteita.

6.5.2 Sijoittaminen

Raudoitus sijoitetaan julkisivuille sellaisiin kohtiin, jotka ovat alttiina halkeilulle

- aukkojen ylä- ja alapuolelta
- ilman liikuntasaumaa olevat nurkat
- muihin halkeilulle alttiisiin kohtiin, joihin ei saada sijoitettua liikuntasaumaa.

6.6 Muurauslaasti

6.6.1 Laastin valinta

Muurauslaastina käytetään yleensä valmiiksi värjättyjä tehdasvalmisteisia kuivalaasteja, jolloin saadaan sekä lujuuden että värisävyjen suhteen tasaisin lopputulos.

Yleisin laastityyppi on M100/600. Myös muun tyyppisiä laasteja voidaan käyttää (esim. kuitulaastit sekä kalkkisementtilaastit).

Rakennuksissa, joiden julkisivuihin kohdistuu erityisen voimakas saderasitus, suositellaan käytettäväksi ns. tiivislaastia. Tiivislaastien vedenläpäisy on karkeasti kolmasosa tavanomaisiin muurauslaasteihin verrattuna.

6.6.2 Valmistus

Muurauslaasti valmistetaan työmaalla sekoittamalla tehdasvalmisteiseen kuivalaastiin vettä valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Laastien sekoituksessa on noudatettava valmistajan ohjeita

- vesimäärien suhteen
- sekoitusaikojen suhteen
- sekoituskertojen suhteen
- laastin käyttöajan suhteen.

6.7 Muuraustyö

6.7.1 Yleistä

Muuraustyöllä on merkittävä vaikutus rakenteen tiivyyteen sekä ulkonäköön.

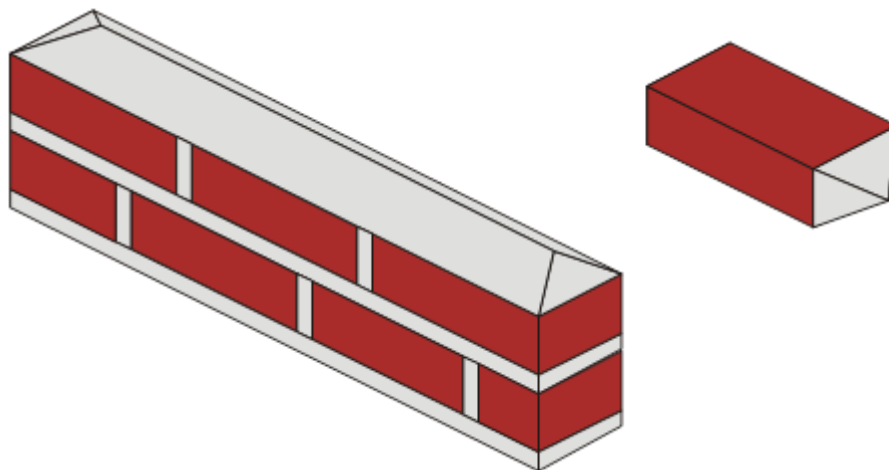
Laastin valmistuksen ohella muuraustyössä on kiinnitettävä huomiota saumojen tiivyyteen sekä tuuletusraon avonaisuuteen ja toimivuuteen.

6.7.2 Työtekniikat

Julkisivumuurauksessa tulisi välttää jälkisaumausta. Sauman lujuuden ja tiivyyden sekä myös säänkestävyyden kannalta paras lopputulos saavutetaan muuraamalla saumat keralla täyteen.

Pystysauman täyttämiseksi on käytettävä ns. nokkalaastitekniikkaa. Vajaaksi jääneet pystysaumot täytetään sullomalla välittömästi, kun kivi on asennettu paikoilleen.

Muuratessa käytetään ns. viistemuuraustekniikkaa. Tällä varmistetaan osaltaan, että tuuletusrako jää avonaiseksi, eikä laastipurseet tuki sitä.



Kuva 6 Viistemuuraus- ja nokkalaastitekniikka.

Alimmassa tiilivarvissa joka kolmas pystysauma jätetään avonaiseksi taustatilan tuulettumisen vuoksi.

Tuuletusraon avonaisuuden tarkastamiseksi alimmasta tiilivarvista jätetään joka kuudes tiili muuraamatta. Aukot muurataan umpeen, kun kuorimuuuri on valmis, ja tuuletusraon avonaisuus on varmistettu.

6.7.3 Olosuhteet

Muurausta ei tule tehdä sateisella säällä ilman asianmukaista sääsuojausta.

Muurattu rakenne on tarvittaessa suojattava liiallisen haihtumisen estämiseksi, liian nopea kuivuminen aiheuttaa laastin halkeilua, ja siten myös mm. lujuuden ja tiiviyyden heikkene mistä.

Alle +0 °C lämpötilassa on noudatettava talvimuurausohjeita.

Talvimuurauksessa on huolehdittava, että laastin lämpötila ei laske alle + 5 °C ennen muurausta.

Laastin lämpötila on pidettävä riittävän pitkään yli +0 °C lämpöisenä. Laasti ei saa jäätyä ennen kuin laastille on kehittynyt riittävä lujuus tai kun tiilen imu on pienentänyt laastin vesimäärän riittävän pieneksi. Normaaleilla muurauslaasteilla katsotaan riittävän pieneksi vesimääräksi alle 6 % laastin kuivapainosta. Muurauksen voidaan normaalisti olettaa saavuttaneen riittävän lujuuden jäätymistä vastaan, kun se on lujittunut 2 vuorokautta yli +0 °C lämpötilassa.

Raudoitettujen rakenteiden on pidettävä aina vähintään 2 vuorokautta yli +0 °C lämpöisinä muurauksen jälkeen.

6.8 Liikuntasaumot

6.8.1 Sijoittaminen

Kuorimuuuri vaatii toimiakseen riittävästi liikuntasaumojia. Ilman liikuntasaumojia kuorimuurissa tapahtuvat lämpö- ja kosteusliikkeet aiheuttavat rakenteeseen halkeilua.

Aukottoman kuorimuurin liikuntasaumojen enimmäisvälit on esitetty seuraavassa taulukossa 5.

Taulukko 5 Liikuntasaumavälit aukottomassa kuorimuurissa.

	Rakenteen korkeus (m)					
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Poltettu tiili	8	12	15	18	21	24
Kalkkiahiekkatiili	5	8	10	12	14	16

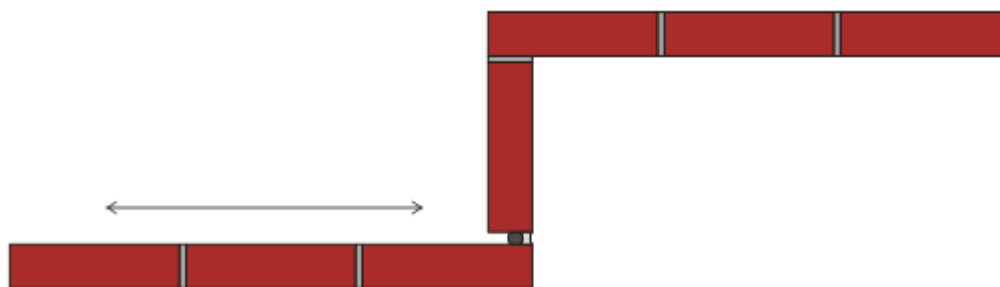
Liikuntasaumaväliä on tihennettävä, jos rakenteessa on isoja aukkoja. Poltetuilla tiilillä liikuntasaumavälin tulisi olla tällöin enintään 12 m ja kalkkiahiekkatiilillä 8 m.

Liikuntasaumat on tehtävä lisäksi

- rakenteellisen liikuntasauaman kohdalle
- perustustavan muutoksen kohdalle
- rakennekorkeuden muutosten kohdalle
- kuorimuurin paksuuden (tiilityypin vaihtuminen) muutosten kohdalle
- nurkkien vierelle tai lähetyville
- seinän suurien jäykkyserojen lähelle.

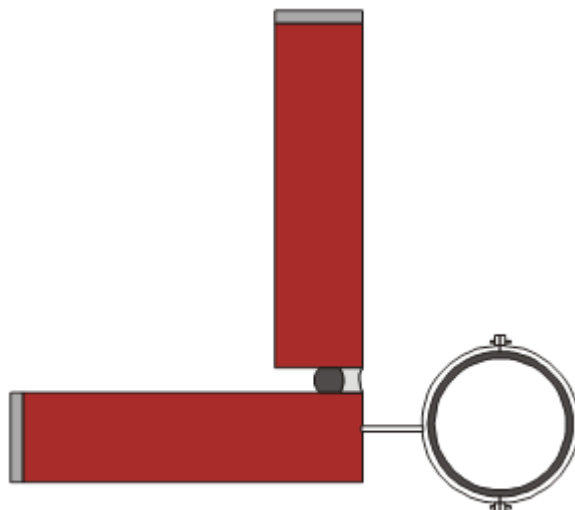
Lisäksi liikuntasaumoilla otetaan huomioon seuraavat seinän muodonmuutoksiin vaikuttavat tekijät

- erilaiset perustustavat
- taipuvat kannatusrakenteet
- kannatusalustan muodonmuutokset.



Kuva 7 Liikuntasauaman sijoittaminen rakennuksen nurkkaan.

Liikuntasaumoja voidaan häivyttää rakenteisiin, esim. syöksytorvien taakse.



Kuva 8 Liikuntasauva syöksytorven takana.

6.8.2 Liikuntasauman rakenne

Liikuntasauva tehdään katkaisemalla kuorimuuuri koko paksuudeltaan ja korkeudeltaan sauman kohdalta. Raudoitteet ja muut teräsosat on ehdottomasti katkaistava tai muuten laakeroitava liikuntasauman kohdalla.

Liikuntasaumat tiivistetään elastisella saumaussmassalla tai paisuvalla saumanauhalla.

Liikuntasaumojen leveys tulee olla tyypillisesti luokkaa 15–20 mm.

6.9 Liitoskohdat ja pellitykset

6.9.1 Yleisiä suunnitteluperiaatteita

Muuratun julkisivun kosteusteknisen toiminnan ja pitkän käyttöiän varmistamiseksi kosteusteknisessä suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota seuraaviin tekijöihin:

- sadeveden ohjaus pois julkisivupinnoilta
- liitoskohtien toimivuus
- halkeilun hallinta.

Liitosten ja detaljien huolellinen suunnittelu ja toteutus ei pienennä tiilien eikä muuraus- ja saumalaastin pakkasenkestävyysvaatimuksia. Laastien ja tiilien on kestettävä sade- ja pakkasrasitusta riittävällä varmuudella myös siinä tapauksessa, että liitoksiin ja detaljeihin tulee sellaisia vaurioita, että ne eivät toimi suunnitellusti.

Julkisivupinnalle osuvan viistosaderasituksen haitallisia vaikutuksia voidaan vähentää räystäiden avulla, estämällä keskittyneen saderasituksen esiintyminen julkisivun pinnalla esim. pinnan yksityiskohtien oikealla muotoilulla sekä tekemällä ulkoseinärakenteen siten, että suoranaisia vesivuotoja julkisivuun sekä ulkoseinärakenteen sisään esiintyy mahdollisimman vähän ja että rakenne pääsee helposti kuivumaan.

Ulkoseinärakenteen liitokset ja yksityiskohdat on suunniteltava siten, että liitoskohdista ei aiheudu korkeampaa kosteusrasitusta ulkoseinärakenteelle. Ulkoseinärakenteen suunnittelussa tulee kuitenkin olettaa, että rakenteen sisään pääsee vuotovettä. Mahdollisen vuotoveden poistuminen ulos rakenteesta on suunnitelmissa otettava huomioon.

Kuorimuurirakenteissa taustan tuulettuminen on varmistettava. Tällainen ulkoseinä rakenne voi toimia ilman tuuletusrakoa tai tuuletusuria vain, jos rakenteen materiaalikerrokset pystyvät sitomaan mahdollisesti rakenteisiin kertyvän kosteuden, kunnes se lämpötila- ja kosteusolosuhteiden muuttuessa voi haittaa aiheuttamatta poistua rakenteesta ulkoverhouksen läpi.

Liitosten suunnittelussa kosteusteknisen toiminnan kannalta keskeisimpiä kohtia ovat:

- räystäsrakenteet
- sokkelirakenteet
- seinästä ulkonevat rakenteet
- parvekkeet
- ikkunaliitokset
- tiivistykset ja saumat
- julkisivutarvikkeiden kiinnitykset.

6.9.2 Räystäsrakenteet

Leveät räystäät vähentävät seinäpintaan kohdistuvaa viistosaderasitusta erityisesti seinän yläosissa. Mikäli räystäitä ei käytetä, tulee runsaampi viistosaderasitus ottaa huomioon seinärakenteen suunnittelussa. Erittäin voimakkaalle rasitukselle altistuissa rakennuksissa tulee aina olla leveät räystäät. Ulkoseinä rakenne tulee räystäiden leveydestä huolimatta aina suunnitella siten, että sen kosteustekninen toimivuus voidaan varmistaa.

Räystäsrakenteet on muotoiltava niin, ettei vesi kulkeudu räystäspeltien ja kuorimuurin välistä rakenteen sisälle. Räystäällä on käytettävä myrskypeltiä.

Suunnitelmissa on varmistettava, että kuorimuurin taustatila pääsee tuulettumaan. Räystäsrakenteiden suunnittelussa voidaan noudattaa osassa Betonijulkisivut / Verhouskorjaus muuraamalla luvussa 5.9 esitettyjen kuvien periaatteita.

6.9.3 Sokkelileikkaukset

Kuorimuurin ja sokkelin väliin tulee asentaa bitumikermikaista estämään kosteuden kapillaarisen nousun sokkelirakennetta pitkin muuraukseen sekä toimimaan laakerikerroksena sokkelirakenteen ja kuorimuurin välillä. Bitumikermikaistaan asennetaan tippapelti.

Bitumikermikaista nostetaan vanhan seinärakenteen päälle niin, että se ohjaa lisälämmöneristeen pintaa pitkin kulkeutuvan veden ulos.

Kuorimuurauksessa joka 2. tai 3. pystysauma jätetään avoimeksi alimmassa kerroksessa. Uuden sokkelirakenteen kannatuksen suunnittelussa voidaan soveltuvin osin soveltaa osassa Betonijulkisivut / Verhouskorjaus muuraamalla luvussa 5.9 esitettyjen kuvien periaatteita. Muussa kuin betonisokkelissa uusi levennetty sokkeli on aina tuettava perustuksista.

6.9.4 Seinästä ulkonevat rakenteet

Vaakapintoihin ja viistoihin pintoihin kohdistuu paljon suurempi sadevesirasitus kuin pystysuoraan seinäpintaan. Seinäpinnan viistot osat ja vaakaosat on yleensä pellitettävä.

Erkkereiden, katosten ym. rakenteiden liittymät julkisivupintaan on suunniteltava siten, ettei kattopinnalle tuleva vesi valu suoraan seinärakenteeseen eikä julkisivupinnoille. Katolla

mahdollisesti seisovasta vedestä tai lumesta ei saa aiheutua seinään paikallisesti korkeata kosteusrasitusta ja sen seurauksena pakkasvaurioita.

6.9.5 Parvekkeet

Parvekelaatan reunan pellitys nostetaan seinälle ja varustetaan vedenhjaimella, joka ohjaa veden vähintään 100 mm päähän seinän ulkopinnasta. Parvekkeen reunassa tulee olla tip-papelti tai parvekkeen alapinnassa vesiura, joka estää veden valumisen parvekkeen alapinnalle. Vedenpoisto parvekkeelta tulee järjestää kallistuksilla ja syöksytorvella.

6.9.6 Ikkunaliitokset

Ikkunaliitoksissa on huomioitava veden johtaminen pois tuuletustilasta sekä toisaalta rakenteiden muotoilu niin, ettei vesi kulkeudu rakenteen sisälle.

Ikkunoiden liittyminen seinärakenteisiin suunnitellaan siten, että seinärakenteiden sisään joutunut kosteus (rakennusaikainen kosteus, vesivuodot, tiivistyminen) pääsee kuivumaan ulospäin. Tämä voidaan varmistaa esimerkiksi ikkunan yläpuolelle asennettavalla vedenhjaimella (bitumihuopa tai pelti). Ikkunan vesipellin kaltevuuden tulee olla vähintään 1:3 (noin 20 ° kulmassa) ja etureunan etäisyyden rappauspinnasta vähintään 30 mm. Vesipellin reuna varustetaan rappausreunalla. Jos ikkunapelti päättyy seinään, pellin reuna varustetaan vedenhjaimella, joka ohjaa pelliltä valuvan veden vähintään 50 mm:n päähän seinästä.

Esimerkkikuvia ikkunaliitoksista on esitetty osassa Betonijulkisivut / Verhoukorkorjaus muuraamalla luvussa 5.9.

6.9.7 Tiivistykset ja elastiset saumaukset

Muurauksen liikuntasauvoja, läpivientejä ja liittymiä ei saa jättää avoimiksi, vaan ne on tiivistettävä viistosaderasitusta vastaan. Tiivistykset ja elastiset saumaukset tulee tehdä siten, että ne ovat kiinni julkisivutiilissä eivätkä pelkästään laastissa.

6.9.8 Ulkoseinän varusteet (räystäskourut, syöksytorvet, tikkaat jne.)

Ulkoseinän varusteet tulee kiinnittää niin, ettei vesi kulkeudu niiden kiinnikkeitä pitkin rakenteeseen. Kiinnikkeet asennetaan hieman etureunastaan alaspäin kallistettuina.

Syöksytorven sauma sijoitetaan syöksytorven sivuun tai eteen. Näin varmistetaan, ettei sauman aukeamisesta johtuva vuotovesi huomaamatta valu seinään. Syöksytorven ja julkisivupinnan väliin tulee jättää vähintään 30 mm rako. Vesikouruihin ja syöksytorviin suositellaan lämmityskaapeleita jäätyvän veden aiheuttamien haittojen ehkäisemiseksi.

Valaisimet ym. seinässä kiinni olevat osat varustetaan suojaPELLITYKSELLÄ tai veden valuminen julkisivupinnalle estetään muulla tavalla. Kaikki julkisivuissa olevat tai seinärakenteen läpi menevät kiinnikkeet tehdään ruostumattomasta teräksestä tai muusta korroosion kestävästä materiaalista.

Kiinnikkeistä ei saa aiheutua pakkovoimia muuratulle rakenteelle.

6.10 Laadunvarmistus

6.10.1 Yleistä

Kuorimuurin pitkäaikaiskestävyyteen vaikuttaa käytettävien materiaalien ja perusratkaisujen ohella merkittävästi myös työsuorituksen huolellisuus, olosuhteet sekä jälkihoito. Kohteessa vaadittavat laadunvarmistustoimet tulee kirjata korjaustyöselostukseen. Laadunvarmistustoimista esitetään vaatimukset, toteamistapa sekä laadunvarmistuskokeiden määrät/laajuus.

Pitkäaikaiskestävyyden varmistamiseksi on kiinnitettävä huomiota työnaikaiseen laadunvarmistukseen. Käytännössä laastien ominaisuuksien oletetaan täyttyvän, kun valmistus tapahtuu valmistajan ohjeiden mukaan, mutta tarvittaessa esim. erittäin ankariin olosuhteisiin tehtävistä muurauslaasteista tai heikoilla KS-laasteilla tehtävistä muurauksista on suositeltavaa tehdä laastien laadunvarmistuskokeita työmaalla valmistetuista laastiprismoista. Normaalialaajempien laadunvarmistuskokeiden käyttö on suositeltavaa vain laajoissa korjauksissa tai kun korjaukselta halutaan poikkeuksellisen pitkää käyttöikää.

Muuraustyössä tulee aina seurata korjaustyön aikaisia olosuhteita ja tarvittaessa muuttaa työolosuhteita tai keskeyttää työt, mikäli olosuhteet eivät ole korjauksen onnistumisen kannalta suotuisia.

Erilaisia työmaaolosuhteissa käytettäviä laadunvarmistuskokeita on selostettu kohdassa Betonielementtien pinnoitus- ja paikkauskorjaukset 1.6.10. Lisäksi julkaisussa Rappauskirja BY 46 on selostettu erilaisia laadunvarmistustoimenpiteitä.

6.10.2 Tyypillisiä laadunvarmistustoimenpiteitä

Kaikissa korjauskohteissa tulee ohjeistaa ainakin seuraavien laadunvarmistustoimien tekeminen:

- alustan lujuus/muuraussiteiden kiinnitys
- korjaustyön olosuhteet
- muurauslaastin pursuminen/tuuletusraon avonaisuus
- muuraussauman leveys
- valmiin muurauksen suoruus
- muurauksen struktuurin ja värin tasaisuus
- lämmöneristeiden tiivis asennus/limitys.

7 LAADITTAVAT SUUNNITELMAT

Kuorimuurin uusimista varten laaditaan vähintään seuraavat suunnitelma-asiakirjat:

- purkusuunnitelma, missä esitetään purettavat muuraukset, kannatusrakenteet sekä muut korjauksen ajaksi purettavat osat
- purkutyöselostus, missä esitetään purkumenetelmät, purkumäärät ja purkutavat sekä tarvittavat suojaukset
- julkisivupiirustukset, missä esitetään alustan korjausta edellyttävät kohdat, halkeamien korjaus sekä kaikki detaljien paikat
- muurauksen raudoituspiirustus (julkisivupiirustus), missä esitetään muuraukseen tulevat raudoitteet, aukkojen ylityspalkit, muut muurauksen kannatusrakenteet sekä muurauksen liikuntasaumamat
- korjaustyöselostus, missä esitetään korjausten laajuus, tekniset vaatimukset sekä laadunvarmistustoimet
- detaljisuunnitelmat
 - o muurauksen kannatusrakenteet
 - o liitokset sokkeliin, räystäääseen, parvekkeeseen
 - o ikkuna- ja oviliitokset vesipellin kohdalla ja muilla sivuilla
 - o liikuntasauaman kohdat
 - o pellitysten liitokset muuraukseen
 - o läpivientien tiivistykset
 - o kuorimuurin tuuletusjärjestelyt
 - o erilaisten kylttien, valaisimien jne. kiinnitykset.