



Julkisivuyhdistys r.y.



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Talonrakennustekniikka



JUKO - OHJEISTOKANSIO JULKISIVUKORJAUSHANKKEEN LÄPIVIEMISEKSI

KORJAUSTAPAKUVAUKSET

Betonijulkisivut Ulkokuoren purkaminen ja uuden verhousrakenteen rakentaminen - suunnitteluohjeet päivitetty 9/2005

***DI Matti Haukijärvi
Tampereen teknillinen yliopisto,
Talonrakennustekniikka***

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 ohjeistokansio on toistaiseksi koekäytössä. Havaituista virheistä ja puutteista pyydetään ilmoittamaan Julkisivuyhdistykselle (email. info@julkisivuyhdistys.fi).

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN TUOTTEISTUS
Suunnitteluohjeet
Betonijulkisivut / Ulkokuoren purkaminen

YHTEENVETO

Tässä luvussa käsitellään betonijulkisivun ulkokuoren purkamista ja uuden verhousrakenteen rakentamista.

Ohjeissa on käsitelty

- suunnittelun lähtökohdat
- korjauksen valmistelevat työt
- ulkokuoren purkaminen
- uuden lämmöneristyskerroksen rakentaminen
- uuden verhousrakenteen rakentaminen

JUKO OHJEISTOKANSIO

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

KORJAUSTAPAKUVAUKSET

Yleiskuvaukset
Suunnitteluohjeet

ELIKAARIKUSTANNUSLASKENTAOHJELMA JUKO.xls

Investointikustannukset
Elinkaarikustannusten vertailu

Sisällysluettelo

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT..... | 5 |
| 1.1 | SÄÄRASITUKSET..... | 5 |
| 1.2 | KOSTEUSTEKNISEN TOIMIVUUDEN VARMISTAMINEN..... | 5 |
| 1.3 | LÄMPÖTEKNISEN TOIMIVUUDEN VARMISTAMINEN..... | 6 |
| 1.4 | PITKÄAIKAISEKSTÄVYYDEN VARMISTAMINEN..... | 6 |
| 1.5 | PALOMÄÄRÄYSTEN HUOMIOON OTTAMINEN..... | 6 |
| 1.6 | VAARALLISTEN AINEIDEN POISTAMINEN..... | 7 |
| 1.6.1 | <i>Asbesti</i> | 7 |
| 1.6.2 | <i>Saumaussmassojen PCB- ja lyijy-yhdisteet</i> | 7 |
| 1.6.3 | <i>Mikrobit</i> | 7 |
| 2 | ULKOKUORIEN PURKAMINEN..... | 8 |
| 2.1 | PURKUMENETELMÄT..... | 8 |
| 2.1.1 | <i>Yleistä</i> | 8 |
| 2.1.2 | <i>Piikkaus</i> | 8 |
| 2.1.3 | <i>Murskaus</i> | 8 |
| 2.1.4 | <i>Kokonaisena purkaminen</i> | 8 |
| 2.1.5 | <i>Muut purkumenetelmät</i> | 9 |
| | Nostotyynymenetelmä..... | 9 |
| 2.1.6 | <i>Purkamisen erityispiirteet</i> | 9 |
| | Ikkunat..... | 9 |
| | Purkuajankohta..... | 9 |
| 2.2 | PURKUSUUNNITELMAN LAATIMINEN..... | 9 |
| 2.2.1 | <i>Yleistä</i> | 9 |
| 2.2.2 | <i>Purkusuunnittelijan laatimat suunnitelmat</i> | 9 |
| | Purkutyöselostus ja täydentävät piirustukset..... | 9 |
| 2.2.3 | <i>Urakoitsijan laatimat suunnitelmat</i> | 10 |
| | Purkutyösuunnitelma..... | 10 |
| 2.3 | PURKUJÄTTEEN KÄSITTELY..... | 10 |
| 2.3.1 | <i>Purkujätteen lajittelu</i> | 10 |
| 2.3.2 | <i>Ongelma- ja erityisjätteet</i> | 11 |
| 3 | UUSI LÄMMÖNERISTYS..... | 12 |
| 3.1 | MATERIAALIVALINTA..... | 12 |
| 3.1.1 | <i>Lämmöneriste</i> | 12 |
| 3.1.2 | <i>Tuulensuojapinta</i> | 12 |
| 3.2 | RAKENNEPAKSUDET..... | 12 |
| 3.3 | LÄMMÖNERISTEIDEN KIINNITYS ALUSTAAN..... | 13 |
| 3.3.1 | <i>Yleistä</i> | 13 |
| 3.3.2 | <i>Tuulettuvat rakenteet</i> | 13 |
| 3.3.3 | <i>Eristerappausjärjestelmät</i> | 14 |
| 4 | VERHOUSRAKENTEEN SUUNNITTELU..... | 15 |
| 4.1 | YLEISTÄ..... | 15 |
| 4.2 | KORJAUSTAVOILLE YHTEISET ERIKOISTILANTEET..... | 15 |
| 4.2.1 | <i>Sisäkuoren paksuuden vaihtelu</i> | 15 |
| 4.2.2 | <i>Sokkeliliittymät</i> | 15 |
| 4.3 | ERISTERAPPAUS..... | 16 |
| 4.3.1 | <i>Ohutrappaus</i> | 16 |
| | Yleistä..... | 16 |
| | Alustan epätasaisuus..... | 16 |

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN TUOTTEISTUS

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Ulkokuoren purkaminen

| | | |
|-------|--|----|
| 4.3.2 | <i>Kolmikerrosrappaus</i> | 16 |
| | Yleistä..... | 16 |
| | Alustan epätasaisuus..... | 16 |
| | Kiinnikkeiden ankkurointipituudet..... | 17 |
| 4.4 | LEVYVERHOUKSET | 17 |
| 4.4.1 | <i>Yleistä</i> | 17 |
| | Alustan mittapoikkeamien tasaaminen..... | 17 |
| | Rankarakenteen riittävän jäykkyyden varmistaminen..... | 18 |
| | Levysaumojen sadeveden tiiviys | 18 |
| 4.5 | JULKISIVUMUURAUS | 18 |
| 4.5.1 | <i>Yleistä</i> | 18 |
| 4.5.2 | <i>Muuraussiteiden kiinnitys</i> | 19 |
| 4.5.3 | <i>Kuorimuurin kannatus</i> | 19 |
| 4.6 | KUORIELEMENTIT | 20 |
| 4.6.1 | <i>Itsekantavat kuorielementit</i> | 20 |
| | Yleistä..... | 20 |
| | Itsekantavien kuorielementtien vaakasidonta..... | 20 |
| 4.6.2 | <i>Ripustettavat elementit</i> | 20 |

1 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

1.1 Säärasitukset

Ulkoseinässä merkittävimmät säärasitukset ovat

- kosteus
- pakkanen
- lämpötilojen vaihtelu
- UV
- ilmakehän ja ympäristön aggressiiviset aineet (mm. ilman hiilidioksidi, kloridit)

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

Kosteus on rasitustekijöistä yksi merkittävimmistä. Se on osallisena lähes kaikissa merkittävimmissä turmeltumisilmiöissä. Se aiheuttaa mm. huokoisissa materiaaleissa rapautumista ja metalleissa korroosiota. Lisäksi se saattaa vaikuttaa orgaanisiin materiaaleihin haitallisesti esim. heikentäen liimojen tai saumausmassojen tartuntaominaisuuksia. Ulkoseinille kosteusrasitusta aiheuttavat erityisesti viistosade, vesivuodot rakenteen sisälle sekä sisäilman kosteus.

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, jotka on otettava huomioon mm. materiaalien liitoskohtien detaljisuunnittelussa.

UV-säteily heikentää erityisesti orgaanisten materiaalien ominaisuuksia. Vaikutukset on nähtävissä erityisesti pinnoitteissa, joissa UV-säteily aiheuttaa värien haalistumista.

Ilmakehän ja ympäristön aggressiiviset aineet aiheuttavat mm. betonin karbonatisoitumista sekä terästen korroosiota.

1.2 Kosteusteknisen toimivuuden varmistaminen

Kosteusteknisen toimivuuden varmistamisessa tulee kiinnittää huomio siihen, ettei rakenteeseen kerry vettä. Vesi on kaikissa muodoissaan johdettava rakenteesta pois.

Suunnitelmissa huomiota tulee kiinnittää

- sadeveden tiivyyteen
- vuotovesien hallintaan
- tuulettuvissa rakenteissa rakenteen tuulettavuuteen.

1.3 Lämpötekni­sen toimivuuden varmistaminen

Uusittaessa ulkokuori tulee yleensä uusia myös lämmöneristeet kauttaaltaan. Ainoastaan purettaessa ulkokuoret kokonaisina (esim. kuorielementtien yhteydessä) voidaan lämmöneristeet jättää paikoilleen, jos ne säilyvät purkutyössä ehjinä. Purkutyössä tai sitä ennen vaurioituneet lämmöneristeet (esim. aiemmin kosteusvaurioituneet lämmöneristeet) tulee aina uusia .

Lämpötekni­sen toimivuuden varmistamiseksi on lämmöneristelevyjen asennuksen yhteydessä varmistettava lämmöneristekerroksen yhtenäisyys. Ennen lämmöneristelevyjen asennusta alustan epätasaisuudet tarvittaessa tasoitettava.

Lämmöneristekerroksen paksuus määritetään tapauskohtaisesti. Määrittämisessä on otettava huomioon haluttu energiansäästövaikutus sekä ulkoseinän lopullinen paksuus.

1.4 Pitkäaikaiskestävyyden varmistaminen

Suunnittelussa on varmistettava rakenteen pitkäaikaiskestävyys.

Pitkäaikaiskestävyyden kannalta tulee kiinnittää huomiota

- materiaali- ja tuotevalintoihin
- suunniteltuihin rakennetekni­koihin
- valmistuksen ja asennuksen laadunvarmistukseen ja -valvontaan
- rasi­tustason hallintaan ja pienentämiseen
 - o erityisesti kosteusrasitusten osalta
- työsuorituksen huolellisuuteen ja valvontaan
- järjestelmälliseen kunnossapitoon ja sen ohjeistukseen.

Valittaessa korjauksessa käytettäviä materiaaleja ja tuotteita tulee käyttää vain sellaisia tuotteita, joiden osalta valmistaja pystyy antamaan luotettavan selvityksen niiden pitkäaikaiskestävyydestä.

Rasitustason alentaminen on pitkäikäisten rakenteiden perusta. Yleisen kosteustekni­sen toimivuuden varmistamisen lisäksi voidaan kosteusrasitustasoa alentaa mm. räystäsratkaisuilla ja pinnoitetyypin valinnalla.

Rasitustason pitäminen alhaisena edellyttää järjestelmällistä kunnossapitoa ja riittävän aikaisessa vaiheessa tehtyjä vikojen ja vaurioiden korjaamista.

1.5 Palomääräysten huomioon ottaminen

Julkisivujen korjauksessa on otettava huomioon palomääräykset. Palomääräykset vaikuttavat lämmöneri­ty­ ja tuulensuojatuotteiden sekä verho­usrakenteen valintaan.

Rakennuksen luokittelu eri paloluokkiin ja niiden asettamat vaatimukset selviää Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta E1.

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

Taulukko 1 Suuntaviivat verhoustuotteille asetettavista palovaatimuksista

| Rakennuksen paloluokka | P1 | P2 | P2 | P3 |
|--|---|--|----------------------------|----------------|
| Käyttötapa | luokan P1 rakennukset yleensä | 3 – 4 krs asuin- ja työpaikkarakennukset sekä hoitolaitokset | muut luokan P2 rakennukset | |
| Julkisivuverhous | | | | |
| Verhoustuotteet | B-s1, d0 | B-s1, d0 | B-s1, d0 | D-s2, d2 |
| Levyverhouksen rankarakenne | metalli puu vähäisissä määrin enintään 8-kerroksisissa rakennuksissa (esim. pysty- tai vaakakoolaus) | metalli | metalli | metalli puu |
| Tuulensuojapinta | B-s1, d0 ⁽¹⁾ | B-s1, d0 ⁽¹⁾ | D-s2, d2 | ei vaatimusta |
| Lämmöneriste (ei toimi tuulensuojapintana) | B-s1, d0 | D-s2, d2 | ei vaatimusta | ei vaatimusta |

⁽¹⁾ Luokan D-s2, d2 rakennustarvikkeiden käyttäminen sallittu tietyin edellytyksin, ks. RakMK E1, luku 8.3 Ulkoseinät

1.6 Vaarallisten aineiden poistaminen

Tyypillisimmät betonijulkisivuissa olevat terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet ovat pinnoitteiden asbesti saumausmassojen PCB- ja lyijy-yhdisteet. Lisäksi lämmöneristeissä saattaa harvinaisissa tapauksissa esiintyä mikrobikasvustoa.

1.6.1 Asbesti

Pinnoitteiden asbesti on otettava huomioon pölyävissä työvaiheissa. Yleissääntönä on, että pölyävät työvaiheet on tehtävä asbestityönä. Betonijäte, jossa on asbestia sisältävää pinnoitetta, ei sovellu kierrätykseen.

1.6.2 Saumausmassojen PCB- ja lyijy-yhdisteet

Saumausmassojen sisältämien PCB- ja lyijy-yhdisteiden osalta pääperiaatteena voidaan pitää sitä, että niitä sisältävät saumausmassat poistetaan mahdollisimmat tehokkaasti. Saumausmassoja sisältävää betonijätettä ei yleensä oteta vastaan betonin kierrätysasemilla.

1.6.3 Mikrobit

Mikrobien esiintyminen betonisandwich-elementeissä on todettu varsin harvinaiseksi, kuitenkin niiden esiintyminen on mahdollista. Ulkokuorien purkamisen yhteydessä poistetaan myös lämmöneristeet, jolloin mikrobiongelmaa ei ole enää uudessa rakenteessa.

2 ULKOKUORIEN PURKAMINEN

2.1 Purkumenetelmät

2.1.1 Yleistä

Purkamisen suunnittelua varten on selvitettävä ulkoseinien rakenne, käytetyt materiaalit ominaisuuksineen sekä luonnollisesti rakenteen vauriotilanne. Rakenteen pitkälle edennyt vaurioituminen helpottaa yleensä purkutyötä.

Ulkokuoret puretaan yleensä piikkaamalla tai murskaamalla paikanpäällä, kun kannatusrakenteina on käytetty ansasteräksiä tai vastaavia kannatusrakenteita. Jos kyseessä on kuorielementit, joiden kiinnitys on tehty pistemäisesti rakenteen yläreunoista, voi kokonaisuena purkaminenkin tulla kyseeseen.

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

2.1.2 Piikkaus

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

Käsivarainen piikkaus soveltuu pieniin purkutöihin tai kun purkualue on vaikeasti saavutettavissa.

Piikkaus soveltuu käytettäväksi myös silloin, kun betonisisäkuori on ohut ja sen kuormituksen kestävyys on heikko.

2.1.3 Murskaus

Murskauksessa betoniulkokuori rikotaan taivuttamalla betonista palasia irti voimakkailla hydraulisilla tarraimilla. Vaihtoehtoisesti betoni murskataan puristamalla tarraimen leukojen väliin. Tarraimet on kiinnitetty yleensä pitkäpuomiseen kaivinkoneeseen tai erillisellä lavalla olevaan kauko-ohjattuun purkukoneeseen.

Jos betonia murretaan taivuttamalla, on jäljelle jäävä sisäkuoren oltava riittävän luja otta-
maan vastaan taivutuksesta syntyvät rasitukset. Ohut betoninen sisäkuori ei välttämättä kestä betonin taivutuksesta syntyviä rasituksia.

2.1.4 Kokonaisuena purkaminen

Ulkokuorien kannatusrakenteesta riippuen rakenne voidaan purkaa myös kokonaisuena. Kokonaan purkaminen onnistuu lähinnä sellaisten kuori- tai sandwich-elementtien yhteydessä, joissa ulkokuoret on ripustettu pistemäisesti elementtien yläreunoista.

2.1.5 Muut purkumenetelmät

Nostotyynymenetelmä

Nostotyynymenetelmä on ulkokuorien purkamiseen kehitetty erikoismenetelmä, jossa betoninen ulkokuori puretaan pienissä osissa ulkokuoren ja sisäkuoren väliin asennettavien pienien nostotyynyjen avulla.

2.1.6 Purkamisen erityiskysymyksiä

Ikkunat

Ikkunoita ei ole aivan välttämätöntä uusia ulkokuoren purkamisen yhteydessä. Tämä edellyttää, että ikkunarakenteet suojataan huolellisesti ennen purkutyötä ja että ikkunoiden puiset tukirakenteita vahvistetaan ennen ulkokuoren purkamista. Ikkunan puurakenteet voidaan tukea sisäkuoreen esim. kulmateräksillä.

Purkuajankohta

Ulkokuoria ei voida käytännössä purkaa talvella, sillä purkamisen yhteydessä lämmöneristeet joudutaan yleensä uusimaan.

2.2 Purkusuunnitelman laatiminen

2.2.1 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. 1128S Purkusuunnitelman laadintaohje, 5001 Purkusuunnitelma. Toimenpiteet sekä 5002 Purkutyösuunnitelma).

2.2.2 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)
- purkutapaselostus

- purkujärjestys
- väliaikainen tuentatarve (esim. ulkoseinän jäykistys)
- ohjeet purkumenetelmän valinnasta
- purkupiirustukset
 - piirustukset purettavista rakenteista
 - tuentapiirustukset tarvittaessa

2.2.3 Urakoitsijan laatimat suunnitelmat

Purkutyösuunnitelma

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

Purkusuunnitelman sisältö riippuu kohteesta ja purkutyön laajuudesta. Purkusuunnitelma voi olla sisältää esim. seuraavia tietoja

- työmaan yleistiedot
- tiedot purettavista rakenteista
- työmenetelmät sekä koneet ja laitteet
- purkaminen ja purkujätteen siirrot
- purkujätteen lajittelu ja hyötykäyttö
- pölyn torjunta
- aikataulut ja purkujärjestys
- rakenteiden kantavuus sekä tarvittavat tuennat, sidonnat ja vahvistamiset
- putoamissuojausten järjestäminen
- yleiset suojaustoimenpiteet
- työnopastus ja perehdyttäminen

2.3 Purkujätteen käsittely

2.3.1 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.

Betonijätteet toimitetaan yleensä murskattavaksi betonijätteen käsittelyyn erikoistuneeseen laitokseen. Ennen toimittamista betonijätteestä tulee erotella lämmöneristeet. Murskattavaksi toimitettava betonijäte ei saa sisältää saumausmassoja tai asbestipitoista pinoitetta.

2.3.2 Ongelma- ja erityisjätteet

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

Betoniulkoseinissä tyypillisimmin esiintyvät ongelma- tai erityisjätteet ovat pinnoitteiden asbesti sekä saumausmassojen PCB- ja lyijy-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.

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.

3 UUSI LÄMMÖNERISTYS

3.1 Materiaalivalinta

3.1.1 Lämmöneriste

Lämmöneristeen valinta riippuu käytettävästä verhousjärjestelmästä. Jos uusi julkisivuverhous on ns. tuulettuva rakenne, käytetään lämmöneristeenä yleensä mineraalivillaa. Mineraalivilla voi olla ns. pehmeää tai kovaa villaa tai niiden yhdistelmää sekä siinä voi olla erillinen tuulensuojapinta.

Eristerappausjärjestelmien yhteydessä voidaan käyttää rappausjärjestelmästä riippuen jäykkää mineraalivillaa tai EPS-eristettä. Ohutrappausjärjestelmien soveltuvuus epätasaiselle alustalle on selvitettävä erikseen (ks. lämmöneristeen kiinnitys).

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

3.1.2 Tuulensuojapinta

Tuulettuvissa julkisivuverhousjärjestelmissä tulee olla lämmöneristeen ulkopinnassa riittävä tuulensuojapinta. Tuulensuojan ilmanläpäisykerroin tulisi olla enintään $10 \times 10^{-6} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{s} \times \text{Pa})$.

Tuulensuojana voidaan käyttää tuulensuojapintaista villaa tai erillistä tuulensuojamateriaalia. Erillinen tuulensuoja voi olla levymainen tai rullamainen tuote.

3.2 Rakennepaksuudet

Uusittaessa lämmöneristys voidaan lämmöneristyskerroksen paksuutta kasvattaa varsin vapaasti. Lämmöneristekerroksen paksuutta rajoittavat lähinnä ulkoseinän liittymät, mm. ikkuna- ja räystäслиittymät.

Taulukko 2 Esimerkkejä ulkoseinärakenteen U-arvon muuttumisesta lämmöneristyskerroksen paksuuden kasvamisen seurauksena. Laskelmat on laadittu rakenteille, joissa vanhan betonisandwich-rakenteen sisäkuoren paksuudeksi on oletettu 80 mm ja ulkokuoren 60 mm. Lämmöneristeiden lämmönjohtavuuden arvona on laskelmissa käytetty vanhan eristeen osalla 0,04 W/m²K, ja uuden 0,038 W/m²K. Uutena seinärakenteena on laskelmissa käytetty kolmikerrosrappausta.

| Vanha rakenne | | Uusi rakenne | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|---------------|
| Lämmöneristyskerroksen paksuus [mm] | U-arvo [W/m ² K] | Uuden lämmöneristyskerroksen paksuus [mm] | U-arvo [W/m ² K] | U-arvon kasvu |
| 80 | 0,44 | 140 | 0,25 | 43 % |
| | | 180 | 0,20 | 55 % |
| 100 | 0,36 | 140 | 0,25 | 31 % |
| | | 180 | 0,20 | 44 % |

Taulukossa 2 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 %.

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

3.3 Lämmöneristeiden kiinnitys alustaan

3.3.1 Yleistä

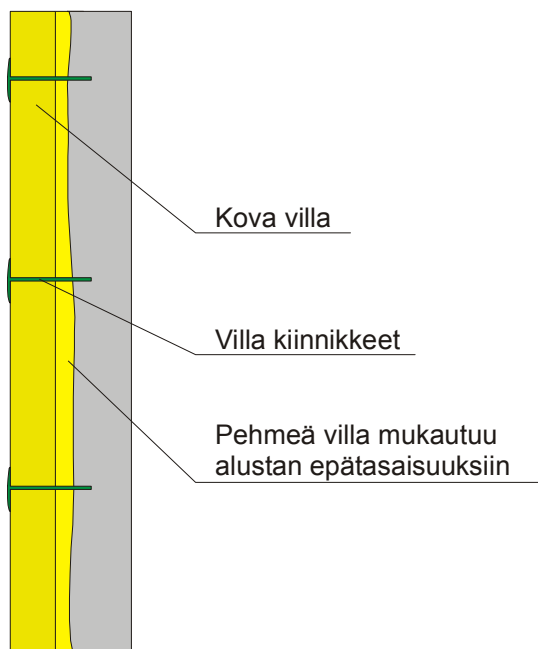
Lämmöneristeiden kiinnityksessä sovelletaan lisälämmöneristys-verhouskorjausten yhteydessä annettuja korjaustapakohtaisia suunnitteluohjeita.

3.3.2 Tuulettuvat rakenteet

Lämmöneristeet ja mahdollinen tuulensuojapinta on kiinnitettävä mekaanisin kiinnikkein alustaan. Kiinnikkeinä käytetään lämmöneristeiden kiinnittämiseen tarkoitettuja erikoiskiinnikkeitä. Suunnitelmissa määritetään käytettävät kiinnikkeet sekä niiden määrä seinäneliötä kohden.

Sisäkuoren ulkopinta on lähes poikkeuksetta varsin epätasainen, jolloin jäykät eristelevyt vaikea saada asennettua tiiviisti kiinni alustaan. Lämpöteknisen toimivuuden kannalta on tärkeää, että lämmöneristeet asennetaan tiiviisti alustaan niin, ettei lämmöneristeen ja alustan väliin jää suuria yhtenäisiä ilmapälejä. Lämpöteknisesti toimivin vaihtoehto saadaan kovan ja pehmeän eristeen yhdistelmällä, jossa pehmeä eriste painetaan alustaan kovan villan läpi asennettavin kiinnikkein.

Lämmöneristys on suositeltavaa tehdä vähintään kahdessa kerroksessa siten, että kerrosten saumat limitetään lämpövuotojen minimoimiseksi.



Kuva 1 Esimerkki alustan epätasaisuuksien tasaaminen kovan ja pehmeän villan yhdistelmällä

Kiinnityksessä on huomioitava, että lämmöneristelevyt pysyvät alustassaan kiinni eivätkä pääse kaareutumaan. Kiinnikkeet asennetaan niin, ettei niitä pitkin kulkeudu vuotovesiä lämmöneristeeseen.

3.3.3 Eristerappausjärjestelmät

Eristerappausjärjestelmissä rappaus tehdään suoraan lämmöneristeen pinnalle, jolloin rappauskerros liikkuu suoraan lämmöneristeissä tapahtuvien liikkeiden mukaisesti. Eristerappauksissa lämmöneristeiden tulee olla liikkumattomia niin, ettei niissä tapahtuvat liikkeet, esim. painumat aiheuta rappauskerrokseen halkeilua.

Eristerappausten kiinnitys alustaan riippuu käytettävästä järjestelmästä; ohutrappauksessa lämmöneristeet kiinnitetään alustaan liimaamalla (sekä usein lisäksi mekaanisesti) sekä kolmikerrosrappauksessa kiinnityshelojen avulla.

Lämmöneristyksen suunnittelussa tulee varmistaa erikseen lämmöneristekerroksen

- yhtenäisyys
- tasaisuus
- riittävä luja kiinnitys alustaan
- liikkumattomuus
 - o painumat
 - o tason suuntainen liike.

Eristerappausten suunnittelua ja lämmöneristeiden kiinnitystä on tarkasteltu tarkemmin luvussa 4.

4 VERHOUSRAKENTEEN SUUNNITTELU

4.1 Yleistä

Tässä luvussa käsitellään uuden verhousrakenteen suunnittelua sellaisissa tapauksissa, joissa vanha ulkokuori puretaan pois.

Uusi verhousrakenne voi olla

- eristerappaus
 - o ohutrappaus (tietyin varauksin)
 - o kolmikerrosrappaus
- levyverhous
- kuorimuuuri
- uudet betoniset kuorielementit

Kunkin verhousrakenteen osalta on annettu tarkemmat suunnitteluohjeet ns. verhouskorjausten osalta, eli korjauksessa, jossa vanha ulkokuori jätetään paikoilleen. Kunkin verhousrakenteen osalta sovelletaan yleisesti näitä suunnitteluohjeita, tässä yhteydessä on käsitelty niitä erikoiskysymyksiä, joita syntyy kun ulkokuori puretaan.

4.2 Korjaustavoille yhteiset erikoistilanteet

4.2.1 Sisäkuoren paksuuden vaihtelu

Useimpiin korjaustapoihin liittyvä ongelma on sisäkuoren paksuuden vaihtelu. Sisäkuoren paksuus vaihtelee tyypillisesti useita senttimetrejä varsinkin rakenteissa, joissa betonielementti on valettu ulkopinta alaspäin. Sisäkuoren paksuuden vaihtelu voi johtua mm. eristeiden kokoonpuristumisesta tai liian jäykän betonimassan käyttämisessä valussa, josta on ollut seurauksena valuun jääneitä tyhjätiloja.

Ohut sisäkuoren paksuus on ongelma erityisesti kantamattomien ulkoseinäelementtien osalla (esim. ruutuelementit), joissa suunnittelupaksuus on ollut tyypillisesti n. 70 – 80 mm. Todellinen paksuus voi vaihdella välillä 10 – 100 mm.

Sisäkuoren paksuuden vaihtelu aiheuttaa ongelmia erilaisten kiinnikkeiden suhteen. Jos kiinnityksiä varten tehtävä poraus ulottuu sisäkuoren läpi huoneistojen seinäpintoihin asti, on seurauksena vähintään ylimääräistä tasoitus- ja pinnoitustyötä. Kustannukset voivat nousta tästäkin huomattavasti, jos poraus rikkoo vesijohtoja tai huoneistoissa olevaa arvokasta sisustusta.

4.2.2 Sokkeliliittymät

Kun ulkokuori puretaan, on huolehdittava, että taakse päässeet vuotovedet eivät kulkeudu sokkelirakenteisiin, vaan ne johdetaan rakenteesta pois verhousrakenteen sokkeliliittymän kohdalla. Sokkelin ja lämmöneristeen sekä ulkoverhouksen väliin on asennettava joko bitumikermikaista tai pellitys.

4.3 Eristerappaus

4.3.1 Ohutrappaus

Yleistä

Ohutrappauksessa on purkavissa korjauksissa tarkastettava lisälämmöneristys-verhouskorjaukseen verrattuna seuraavia osatekijöitä erityisen huolellisesti :

- alustan epätasaisuus ja niiden tasaaminen
- eristekiinnikkeiden ankkurointisyvyys kantamattomien seinäelementtien yhteydessä.

Muilta osin ohutrappauksen suunnittelussa sovelletaan verhoukorkorjauksen ohjeita.

Alustan epätasaisuus

Ohutrappausjärjestelmien soveltuvuus purkavien korjausten yhteyteen on arvioitava aina tapauskohtaisesti erikseen. Suurimpana ongelmana voidaan pitää epätasaiselle alustalle kiinnittämistä; sisäkuori on aina varsin epätasainen ja sitä on yleensä tasoitettava. Huomattavaa on, että sisäkuoren suoruutta on käytännössä mahdotonta määrittää ennen ulkokuoren purkamista.

Ohutrappausjärjestelmissä lämmöneristeet tulee kiinnittää alustaan liimaamalla. Lisäksi lämmöneristeet tulee asentaa niin, että niiden avulla saadaan ohutrappaukselle riittävän tasainen pinta. Sekä liimauskiinnitys että lämmöneristeiden ulkopinnan tasaisuusvaatimus edellyttää, että kiinnitysalustan on oltava riittävän tasainen. Rappauskerroksella tai lämmöneristeellä ei voida enää tasata alustan epätasaisuuksia, vaan tasoitus on tehtävä ennen lämmöneristeiden asennusta.

Vanhan sisäkuoren ulkopinta on tasoitettava riittävän lujalla tasoituslaastilla. Ennen tasoitusta on alustassa olevat vanhat kiinnitysteräket, esim. ansasteräket poistettava, jotta tasoitus voidaan tehdä. Lisäksi vanha seinäpinta on puhdistettava huolellisesti vanhoista lämmöneristeistä, jotta rappausjärjestelmään kuuluvien uusien lämmöneristeiden liima-kiinnityksestä saadaan riittävän luja. Ohutrappauksissa mittapoikkeamien tasoitukseen ei voida käyttää pehmeitä villoja (vrt. kolmikerrosrappaus tai tuulettuvat rakenteet).

4.3.2 Kolmikerrosrappaus

Yleistä

Kolmikerrosrappauksessa purkamisen yhteydessä on lisälämmöneristys-verhouskorjaukseen verrattuna tarkastettava seuraavia osatekijöitä erityisen huolellisesti :

- alustan epätasaisuus
- kiinnityshelojen ja mahdollisten villakiinnikkeiden ankkurointisyvyys kantamattomien seinäelementtien yhteydessä.

Muilta osin kolmikerrosrappauksen suunnittelussa sovelletaan verhoukorkorjauksen ohjeita.

Alustan epätasaisuus

Kolmikerrosrappaus soveltuu huomattavasti epätasaisimille alustoille kuin ohutrappaus. Kolmikerrosrappauksessa myös rappauskerroksilla voidaan tasata alustan mittapoikkeamia.

Kolmikerrosrappausta suunniteltaessa tulee huomioida, että lämmöneristyskerros on purkavissa korjauksissa huomattavasti paksumpi kuin lisälämmöneristyskorjauksissa. Lämmöneristeenä tulee käyttää rappausjärjestelmään kuuluvia tuotteita (jäykät mineraalivillat). Pehmeän ja kovan villan yhdistelmää ei voida käyttää (pl. alustan mittapoikkeamien tasaaminen).

Jos alusta hyvin epätasainen, voidaan mittapoikkeamia tasata käyttämällä kovan villan alapuolella paikoitellen pehmeää villaa tasaamaan suurimmat painumat. Tällöin on kuitenkin varmistettava, ettei pehmeän villan painuessa kasaan koko rappauseros pääse painumaan.

Pehmeä villa tulee painaa alustaan tiiviisti kiinni. Rappausjärjestelmän kiinnityshelat eivät tähän tarkoitukseen välttämättä sovellu, vaan kiinnitykseen voidaan käyttää lisäksi erillisiä villakiinnikkeitä, joilla painetaan pehmeä villa alustaan kiinni riittävän tiiviisti. Kiinnitysheloen kanssa varmistetaan rappausten (ja rappausverkon) kiinnipysyvyys.

Kiinnikkeiden ankkurointipituudet

Kolmikerrosrappauksessa ei mekaanisten kiinnikkeiden lisäksi käytetä muuta kiinnitystapaa, joten kiinnikkeiden riittävän ankkuroitumisen vuoksi tulee myös ankkurointisyvyyden olla riittävä. Jos epäillään, että kiinnikkeiden ankkurointisyvyydestä ei saada riittävä tai jos vanha sisäkuori on hyvin epätasainen, on syytä lisätä kiinnikkeiden määrää niin, että tarvittava porausvyvyys on pienempi. Lisäksi väliseinien ja pohjien kohdilla kiinnikkeiden määrää voidaan lisätä.

4.4 Levyverhoukset

4.4.1 Yleistä

Levyverhouskorjauksissa uuden rakenteen suunnittelussa tulee purkavissa korjauksissa kiinnittää erityishuomio seuraaviin tekijöihin

- alustan mittapoikkeamien tasaamiseen
- rankarakenteen riittävän jäykkyyden varmistaminen
- rankarakenteen ankkurointi ohueen sisäkuoreen
- levysaumojen sadeveden tiiviyteen.

Muilta osin rakenteen suunnittelussa sovelletaan verhouskorjausten yhteydessä annettuja ohjeita sekä luvun 4 alussa annettuja ohjeita.

Alustan mittapoikkeamien tasaaminen

Vanhan ulkoseinäpinnan epätasaisuudet on tasattava ennen verhousrakenteen asennusta. Epätasaisuudet näkyvät valmiissa pinnassa varjostumina ja saumojen hammastuksina. Mitä sileämpi ja kiiltävämpi on tuleva pinta, sitä herkemmin alustan epätasaisuudet erottuvat valmiissa pinnassa. Levyverhousrakenteessa alustan mittapoikkeamat tasataan säätökiinnikkeillä, lisäksi voidaan käyttää korotuspaloja (ns. korkolaput).

Alustan mittapoikkeamien ollessa merkittäviä, on varmistettava, että säätökiinnikkeiden säätövara on riittävä ja että asennusryhmällä on käytettävissä korotuspaloja. Rankarakenteen asennuksessa on käytettävä linjalankaa tai vastaavaa menetelmää, jolla julkisivupinnan kohtisuoruus voidaan varmistaa.

Rankarakenteen riittävän jäykkyyden varmistaminen

Uusittaessa sekä ulkokuori että lämmöneristeet lämmöneristyskerroksen paksuus kasvaa huomattavasti. Rankarakenteen ja siihen liittyvien säätökiinnikkeiden on oltava riittävän jäykkiä, jotta ne kestävät taivutus- ja vääntörasitukset. Jäykkyyttä on tarkastettava erityisesti vaakarankarakenteissa.

Levysaumojen sadeveden tiiviys

Levyverhouksen kosteusteknisen toimivuuden kannalta on edullista, että rakenne on mahdollisimman tiivis sadeveden kulkeutumista vastaan. Kun ulkokuori puretaan, on rakenteessa vain yksi lämmöneristyskerros, jonka kastuessa vuotovedet kulkeutuvat suoraan sisäkuoreen (vrt. lisälämmöneristyskorjaus, jossa lisälämmöneristeen takana on tiivis betonikuori varsinaisen lämmöneristeen ulkopuolella).

Levyverhouksen suunnittelussa ja asennuksessa on kiinnitettävä huomio

- levyjen saumojen tiiviyteen
- tuuletusvälin mittojen pysyvyyteen
- erilaisiin liitoskohtiin ja niiden pellityksiin
 - o ikkunaliitokset
 - o räystäслиitokset
 - o liitokset muihin rakenteisiin (esim. parvekkeet) ja ulkopintatyyppeihin
 - o sokkeliliitokset
 - o ulko- ja sisänurkat
 - o ulkoseinän varusteet (esim. syöksytorvet).

Levyjen saumat on suositeltavaa tiivistää käytettävästä verhousratkaisusta riippuen.

Varsinaisten avosaumojen käyttöön tulee purkavan korjauksen yhteydessä suhtautua varauksella, jos avosaumojen yhteydessä ei käytetä vedenpääsyä vähentäviä ponttisaumoja (ponttisaumat esim. keraamisten laattojen yhteydessä). Avosaumojen yhteydessä tulee suunnittelussa kiinnittää erikseen huomiota verhouslevyjen taakse päässeeseen veden poistamiseen ja tuulensuojapinnan tiiviyteen. Erilaiset liittyvät ikkunoiden ja ovien päällä tulee muotoilla niin, ettei vesi turmele alapuolisia rakenteita. Tuulensuojapinnan tulisi tällaisessa tapauksessa olla sellainen, ettei vesi imeydy sen läpi lämmöneristeisiin ja muihin rakenteeseen esim. tuulensuojalevyjen saumakohdista. Avosaumojen yhteydessä tuulensuojapinnan UV-säteilyn kestävyys tulee kiinnittää huomiota.

Erilaisilla liitoskohdilla on merkittävä vaikutus vesivuotojen ehkäisemiseksi. Epäonnistuneista liitoskohdista voi kulkeutua rakenteen sisälle merkittäviäkin määriä vettä. Liitoskohdissa on otettava huomioon rakenteen tuulettuminen ja mahdollisten vuotovesien poistuminen.

4.5 Julkisivumuuraus

4.5.1 Yleistä

Julkisivumuurausten suunnittelussa tulee purkavissa korjauksissa kiinnittää erityishuomio seuraaviin tekijöihin

- muuraussiteiden kiinnitys (ankkurointipituudet) kantamattomissa elementeissä
- kuorimuurin perustus kellarillisissa taloissa

Muilta osin rakenteen suunnittelussa sovelletaan verhoukorkorjausten yhteydessä annettuja ohjeita sekä luvun 4 alussa annettuja ohjeita.

4.5.2 Muuraussiteiden kiinnitys

Kuorimuuri sidotaan muuraussiteillä rakennuksen runkoon tuulikuormia vastaan. Muuraussiteiden avulla kiinnitetään myös lämmöneristeet.

Muuraussiteet kiinnitetään mekaanisilla kiinnikkeillä vanhaan ulkokuoreen. Kiinnikkeinä käytetään tyypillisesti nailontulppaa. Muuraussiteiden tulee kestää kuorimuurin kosteus- ja lämpöliikkeet. Erityisen korkeissa kuorimuureissa sekä käytettäessä erityisen lyhyitä muuraussiteitä tulee käyttää erikseen pystysuuntaisen liikkeen sallivia muuraussiteitä.

Kiinnikkeinä käytetään ruostumattomasta teräksestä valmistettuja muuraussiteitä, jotka voivat olla joko tehdasvalmisteisia tai työmaalla taivutettavia 4 mm teräslankoja. Muuraussiteitä sijoitetaan riittävästi niin, että ne sitovat kuorimuurin rakennuksen runkoon tuulikuormia vastaan. Yleensä tiiliteitä tarvitaan 4 kpl/m². Tavallisen 4 mm ruostumattoman teräslangasta valmistetun muuraussiteen vetokestävyudeksi voidaan olettaa 0,8 kN ja puristuskestävyudeksi 0,4 kN.

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.

Jos sisäkuoren paksuus on niin ohut, ettei kiinnikkeille saada riittävää ankkurointilujuutta, voidaan osa seinärakenteesta suunnitella raudoitettuna niin, että rakenne kestää sivuttaiskuormituksen ilman tiiliteitä. Rakenne on suunniteltava tällöin riittävän jäykäksi halkeilun rajoittamiseksi.

4.5.3 Kuorimuurin kannatus

Kuorimuuri vaatii aina oman kannatusrakenteensa. Kannatus voidaan tehdä joko koko kuorimuurille yhdestä kohtaa (sokkelitasossa oleva varsinainen perustus) tai esim. kerroksittain erilaisilla konsolirakenteilla. Rakennuksen eri osissa voidaan käyttää erilaisia kannatustapoja.

Kuorimuurin kannatus voidaan tehdä ainakin

- piiloperustuksena
- valettuna konsoliperustuksena
- ulokkeena toimivana L-teräksenä
- esijännitettyinä tiilipalkkina, jossa on konsolit

Sokkelin korkeudeksi suositellaan vähintään 500 mm, jonka saavuttaminen korjauskohdeksa voi muodostua ongelmalliseksi. Konsoliperustus sekä ulokkeena toimiva L-teräs soveltuvat käytettäväksi rakenteiden kerroksittaiseen kannatukseen.

Purettaessa ulkokuori tulee kuorimuurin perustamistapaa tarkastella erityisesti silloin, kun kyseessä on kellarillinen rakennus ja joissa on käytetty ns. sokkelihalkaisua, jota ei pureta ulkokuoren purun yhteydessä. Sokkelin uloin osa ei välttämättä kestä uuden kuorimuurin

painoa, vaan kuorimuurin kannatusta varten rakenteeseen on tarvittaessa suunniteltava erillinen uusi kannatusrakenne.

4.6 Kuorielementit

4.6.1 Itsekantavat kuorielementit

Yleistä

Itsekantavien kuorielementtien suunnittelussa tulee purkavissa korjauksissa kiinnittää erityishuomio seuraaviin tekijöihin

- elementtien vaakasidontojen kiinnitys (ankkurointipituudet) kantamattomissa elementeissä
- itsekantavien kuorielementtien perustus kellarillisissa taloissa

Muilta osin rakenteen suunnittelussa sovelletaan verhoukorkorjausten yhteydessä annettuja ohjeita sekä luvun 4 alussa annettuja ohjeita.

Itsekantavien kuorielementtien vaakasidonta

Itsekantavien kuorielementtien vaakasidonta tehdään rakennuksen runkoon kuorielementtijärjestelmään kuuluvilla erikoiskiinnikkeillä.

Jos kuorielementit ovat ns. kerroksen korkuisia, on kiinnikkeet yksinkertaista sijoittaa aina välipohjien kohdille.

Itsekantavat kuorielementit mahdollistavat kuitenkin julkisivun ulkonäön muuntelun mm. kerroskorkeudesta poikkeavien elementtien käyttämisen avulla. Tällöin tulee kiinnikkeiden riittävä ankkurointikapasiteetti varmistaa aina erikseen, jos kiinnityksiä ei voida tehdä välipohjien kohdille.

4.6.2 Ripustettavat elementit

Ripustettavien kuorielementtien osalta tulee varmistaa aina ripustusosien kiinnitysvarmuus. Kantamattomien seinien osalla ripustus suositellaan tehtäväksi ainoastaan välipohjien tai –seinien kohdilta, joissa saavutetaan varmuudella riittävä ankkurointikapasiteetti. Kantavien seinien kohdilla kiinnitys voidaan tehdä myös muualle sisäkuoreen.