



Julkisivuyhdistys r.y.



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Talonrakennustekniikka



JUKO - OHJEISTOKANSIO JULKISIVUKORJAUSHANKKEEN LÄPIVIEMISEKSI

KORJAUSTAPAKUVAUKSET

Betonijulkisivut verhoukorkorjaus levyverhouksella - 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 osajia, 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 / Levyverhouskorjaukset

YHTEENVETO

Tässä luvussa käsitellään betonijulkisivun levyverhouskorjausten suunnitteluohjeita.

Ohjeissa on käsitelty

- suunnittelun lähtökohdat
 - korjauksen valmistelevat työt
 - rankarakenne
 - lisälämmöneristys
 - verhouslevyjen asennus
-

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

ELIKAARIKUSTANNUSLASKENTA-OHJELMA JUKO.xls

Investointikustannukset
Elinkaarikustannusten vertailu

Sisällysluettelo

1	SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT.....	5
1.1	RASITUSTEKIJÄT JA KUORMITUKSET.....	5
1.1.1	<i>Rasitukset.....</i>	5
1.1.2	<i>Kuormitukset.....</i>	5
	Yleistä.....	5
	Omapaino.....	6
	Tuuli.....	6
	Iskukuorma.....	7
1.2	KOSTEUSTEKNISEN TOIMIVUUDEN VARMISTAMINEN.....	8
1.2.1	<i>Yleistä.....</i>	8
1.2.2	<i>Rakenteen tuuletus.....</i>	8
1.2.3	<i>Sadeveden tiiviys.....</i>	8
1.2.4	<i>Vuoto- ja kondenssivesien hallinta.....</i>	9
1.2.5	<i>Lisälämmöneristyksen vaikutus.....</i>	9
1.3	LÄMPÖTEKNISEN TOIMIVUUDEN VARMISTAMINEN.....	9
1.4	PALOMÄÄRÄYKSET.....	10
1.5	TERVEYDELLE JA YMPÄRISTÖLLE VAARALLISET AINEET.....	10
1.5.1	<i>Yleistä.....</i>	10
1.5.2	<i>Asbesti.....</i>	10
1.5.3	<i>Saumaussmassojen PCB- ja lyijy-yhdisteet.....</i>	11
1.5.4	<i>Mikrobit.....</i>	11
2	MATERIAALIEN VARASTOINTI JA KÄSITTELY TYÖMAALLA.....	12
2.1.1	<i>Varastointi.....</i>	12
2.1.2	<i>Käsittely.....</i>	12
3	RANKARAKENNE.....	14
3.1	RANKARAKENTEEN VALINTA.....	14
3.1.1	<i>Yleistä rankarakenteista.....</i>	14
	Rankavaihtoehdot.....	14
	Pysty- ja vaakarakarakenteet.....	14
	Metallien yhteensopivuus.....	15
3.2	PUURANKA.....	15
3.2.1	<i>Yleistä.....</i>	15
3.2.2	<i>Puurangan suojaaminen kosteusrasituksilta.....</i>	15
3.2.3	<i>Kyllästetty puutavara.....</i>	16
3.3	ALUMIINI.....	16
3.4	SINKITTYY TERÄS.....	17
3.5	RANKARAKENTEEN MITOITUS.....	17
3.6	RANKARAKENTEEN KIINNITYS.....	18
3.6.1	<i>Yleistä.....</i>	18
3.6.2	<i>Kiinnitystapa.....</i>	18
3.7	ULKOKUOREN LISÄKIINNITYS.....	19
3.7.1	<i>Lisäkiinnitystarpeesta.....</i>	19
3.7.2	<i>Lisäkiinnityksen toteutus.....</i>	19
3.8	ALUSTAN MITTAPOIKKEAMIEN TASAAMINEN.....	20
3.9	RANKARAKENTEEN JATKOKSET.....	21
4	LISÄLÄMMÖNERISTYS.....	22
4.1	LISÄLÄMMÖNERISTYKSEN TARPEESTA.....	22
4.2	MATERIAALIVALINNAT.....	22

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN TUOTTEISTUS

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Levyverhoukset

4.2.1	<i>Lämmöneriste</i>	22
4.2.2	<i>Tuulensuojapinta</i>	22
4.3	RAKENNEPAKSUUKSET	22
4.4	LÄMMÖNERISTEIDEN KIINNITYS	23
5	VERHOUSLEVYJEN ASENNUS	25
5.1	LEVYJAON MÄÄRITYS	25
5.1.1	<i>Yleistä</i>	25
5.1.2	<i>Levymäiset tuotteet</i>	25
5.1.3	<i>Kasettimaiset tuotteet</i>	26
5.1.4	<i>Laattamaiset tuotteet</i>	26
5.2	KIINNITYS	26
5.2.1	<i>Yleistä</i>	26
5.2.2	<i>Ruuvikiinnitys</i>	27
5.2.3	<i>Niittikiinnitys</i>	28
5.2.4	<i>Konsolit ja muut erikoiskiinnitysosat</i>	29
5.2.5	<i>Liimaus</i>	29
5.3	LIITOS- JA SAUMARATKAISUT	30
5.3.1	<i>Saumavaihtoehdot</i>	30
5.3.2	<i>Nurkkaliitokset</i>	32

1 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

1.1 Rasitustekijät ja kuormitukset

1.1.1 Rasitukset

Ulkoseinässä merkittävimmät säärasitukset ovat

- kosteus
- pakkanen
- lämpötilojen vaihtelu
- UV

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, metalleissa korroosiota sekä vaikuttaa orgaanisiin materiaaleihin haitallisesti, esim. heikentäen liimojen tai saumausmassojen tartuntaominaisuuksia. Kosteusrasitusta aiheuttaa erityisesti viistosade ja vesivuodot rakenteen sisälle.

Pakkanen rasittaa erityisesti huokoisia rakenteita, jotka ovat alttiina kosteusrasituksille. Jäätymisessä vesi laajenee, mikä voi aiheuttaa rakenteen rapautumista. Tiiviissä materiaalissa, esim. metallissa, ei pakkasella ole luonnollisesti rapauttavaa vaikutusta.

Pakkasrasitus on korkeimmillaan rannikolla, jossa rakenteet altistuvat voimakkaalle viistosaderasitukselle, ja jossa jäätymis-sulamissykliin lukumäärä on suuri.

Lämpötilan vaihtelut aiheuttavat rakenteeseen mekaanista rasitusta lämpöliikkeiden muodossa. Muodonmuutoserot syntyvät levyjen väleillä (vierekkäiset levyt laajenevat tai supistuvat) sekä levyjen ja rankarakenteen välillä (levyn ja rankarakenteen erisuuret lämpöliikkeet). Lämpöliikkeet seurauksena syntyvät muodonmuutoserot on otettava huomioon detaljisuunnittelussa mm. levyjen kiinnitysten osalta. Lämpöliikkeet ovat levyverhouksissa yksi merkittävimmistä rasitustekijöistä.

UV-säteily heikentää lähinnä orgaanisten materiaalien ominaisuuksia. Vaikutukset on nähtävissä erityisesti pinnoitteissa, tiivistenaudoissa ja saumausmassoissa värien haalistumisena sekä halkeiluna.

1.1.2 Kuormitukset

Yleistä

Rakenteelle aiheutuu kuormitusta ja muuta mekaanista rasitusta seuraavista lähteistä

- omapaino
- tuuli
- iskukuorma

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN TUOTTEISTUS

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Levyverhoukset

Omapaino

Rakenteen omapaino riippuu levy- ja rankarakenteesta. Rakenteen omaa painoa on tarkasteltava mm. rakenteen kiinnitystä mitoitettaessa sekä vanhan seinärakenteen lisäkiinnitystarvetta harkittaessa.

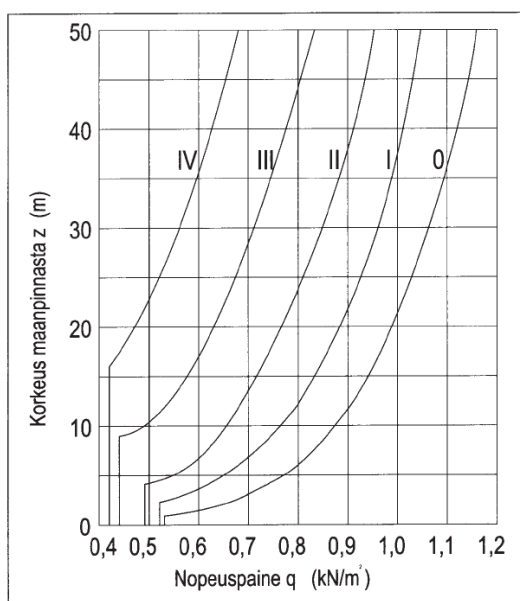
Rakenteen omapainon tarkat lukuarvot on saatavilla tuotevalmistajilta, taulukossa 1 on annettu likimääräisiä rakenteiden omapainoja erilaisille levyvaihtoehdoille.

Taulukko 1 Tyypillisten levyverhousvaihtoehtojen omapainoja

Levyrakenne	Omapaino
kuitusementtilevyt	0,2 – 0,3 kN/m ²
polymeeripohjaiset levyt	0,2 – 0,3 kN/m ²
kalsiumsilikaattilevyt	0,2 – 0,3 kN/m ²
korkeapainelaminaatti	0,2 – 0,3 kN/m ²
sementtilastulevyt	0,2 – 0,3 kN/m ²
metallilevyt	0,1 – 0,2 kN/m ²
metallikasetit	0,1 – 0,2 kN/m ²
tiililaattapintaiset levyt tai kasetit	0,3 – 0,4 kN/m ²
keraamiset laatat ja levyt	0,4 – 0,6 kN/m ²
rankarakenteeseen kiinnitettävät betoni-laatat	0,4 – 0,6 kN/m ²
luonnonkivilevyt	0,4 – 0,6 kN/m ²
rapattavat levyt	0,3 – 0,4 kN/m ²

Tuuli

Tuulikuorman suuruus riippuu rakennuksen korkeudesta, muodosta sekä sen sijainnista. Tuulenpaineen mitoitusarvot määritetään Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaan.



Kuva 1 Tuulen nopeuspaine eri maastoluokissa (Suomen rakentamismääräyskokoelman osa B1 Rakenteiden varmuus ja kuormitukset)

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN TUOTTEISTUS

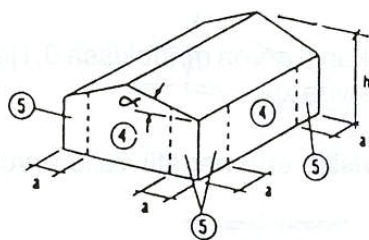
Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Levyverhouskorjaukset

Levyt ja rankarakenne on mitoitettava tuulenpaine. Mitoituksessa varmistetaan, että rankarakenne sekä levyjen paksuus ja kiinnikeväliä ovat sellaiset, ettei tuulenpaine aiheuta rakenteelle vaurioita. Tuotevalmistajilla löytyy yleensä valmiit mitoitustaulukot em. tekijöille tuotekohtaisesti.

Rankarakenteen ja levyjen kiinnitykset on mitoitettava kestämään myös tuulen imu. Tuulen imu on suurinta rakennuksen nurkissa sekä yläreunoissa.

Tuulen imuvaikutukselle saadaan arvot rakennuksen koon ja muodon perusteella kuvan 2 perusteella.



$h \leq 18 \text{ m}$		$h > 18 \text{ m}$
Alue	C_p	C_p
4	-1,0 1,0	-1,0 1,0
5	-1,5 1,0	-2,0 1,0

Kuva 2 Tuulenpaineen muotokertoimet (Lähde : RIL144-2002 Rakenteiden kuormitusohjeet , s. 41 kuva 4.232a seinien painekertoimet C_p)

Iskukuorma

Iskunkestävyyttä on tarkasteltava erityisesti rakennuksen maantasokerroksissa, erilaisten kulkuväylien yhteydessä olevilla sekä leikkipaikkojen viereisillä seinäosilla. Tarkastelussa on syytä erottaa

- iskunkestävyys ilkivaltaa ja vastaavan tyyppisiä kolhuja vastaan (esim. potkut, pallon tai vast. iskemät jne.).
- ajoneuvoliikenteestä yms. aiheutuvat törmäyskuormat.

Levyverhousrakenteen iskunkestävyyttä voidaan parantaa

- tuotteita/materiaaleja vaihtelemalla
 - o valitaan seinien alaosiin kovempaa/lujempaa tuotetta, jos ylempänä on kolhuille herkempää tuotetta
- levyjen paksuutta tai profiilia muuttamalla
 - o paksuutta kasvattamalla voidaan kasvattaa kaikkien levytyyppien iskunkestävyyttä
 - o levyjen profiilimuunnokset tulevat kyseeseen lähinnä metallilevyjen ja -kasettien yhteydessä
- tihentämällä rankarakenteen k-jakoa osassa rakennetta.

Julkisivulevyjen iskunkestävyys yleensä testattu tuotekohtaisesti, ja testauksista saatuja tietoja voidaan käyttää referenssitietona arvioitaessa levyjen soveltuvuutta tiettyyn rakenteeseen. Testausmenetelmät kuitenkin vaihtelevat materiaalikohtaisesti, eikä menetelmät ole suoraan vertailukelpoisia.

Ajoneuvoliikenteen törmäyskuormia ei voida yleensä ottaa vastaan levyverhousrakenteella, vaan tällaisissa kohdissa on tarpeen vaatiessa rakennettava muita suojarakenteita (esim. kaiteet).

1.2 Kosteusteknisen toimivuuden varmistaminen

1.2.1 Yleistä

Levyverhotun julkisivun kosteusteknisen toimivuuden kannalta suunnittelussa ja toteutuksessa tulee kiinnittää huomiota seuraaviin tekijöihin

- rakenteen riittävä tuuletus
- verhoukseen sadevedentiiviys
- vuoto- ja kondenssivesien hallinta

1.2.2 Rakenteen tuuletus

Levyverhoukseen on suunniteltava aina sellaiseksi, että verhoukseen taustalle jää yhtenäinen tuuletusrako.

Tuuletusraon minimileveydeksi on määritelty 20 mm (RIL 107-2000 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet). Käytännössä tuuletusraon suunnitteluleveydeksi korjausrakentamisessa voidaan suositella 30 - 40 mm, jotta tuuletusraon minimimita säilyy myös epätasaisella alustalla.

Tuuletuksen toimivuus on varmistettava erityisesti

- käytettäessä rankaranteessa vaakakoolauksia
 - o vaakakoolaus ei saa tukkia tuuletusrakoa
 - o vaakakoolaus ei saa johtaa vuotovesiä lämmöneristeen sisäpintaan.
- ikkuna- ja oviliitosten kohdalla
- tasattaessa vanhan seinärakenteen epätasaisuuksia
- tuuletusraon palokatkojen kohdalla.

1.2.3 Sadeveden tiiviys

Levyverhouksen kosteusteknisen toimivuuden kannalta on edullista, että rakenne on mahdollisimman tiivis sadeveden kulkeutumista vastaan.

Suunnittelussa ja asennuksessa on kiinnitettävä huomio

- levyjen saumojen tiiviyyteen
- tuuletusvälin mittojen pysyvyyteen
- erilaisiin liitoskohtiin ja niiden pellityksiin
 - o ikkunaliitokset
 - o räystääliitokset
 - 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 saumaratkaisusta riippuen. Käytettäessä peitelistoja tai sauman sisäpuolella olevaa listaa levyjen alle asennetaan tiivistehälsät.

Jos käytetään avosaumoja, tulee suunnittelussa kiinnittää erikseen huomiota verhoukseen taakse päässeen veden poisjohtamiseen. 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 muu-

hun rakenteeseen esim. tuulensuojalevyjen saumakohdista. Avosaumojen yhteydessä tuulensuojapinnan UV-säteilyn kestävyys tulee kiinnittää huomiota.

Liian kapea tuuletusväli voi lisätä epätiiviyiskohtien kautta rakenteen sisälle kulkeutuvaa vesimäärää levyn yli vaikuttavan paine-eron kasvaessa.

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.

Erilaisia sauma- ja liitosratkaisuja on käsitelty tarkemmin kohdassa 5.3.

1.2.4 Vuoto- ja kondenssivesien hallinta

Tuuletusraossa on huomioitava vuoto- ja kondenssivesien hallittu poistuminen rakenteesta.

Vuoto- ja kondenssivesille on järjestettävä poistumistie

- ikkuna- ja oviliitoksien kohdalle
- sokkeliliitoksiin
- kasettimaisten tuotteiden alareunoihin niin, ettei kasettien sisään jää ylimääräistä kosteutta.

Vuoto- ja kondenssivesien hallintaan on annettu periaatteellisia ohjeita kohdassa 5.3.1.

1.2.5 Lisälämmöneristyksen vaikutus

Kun lisälämmöneristys sijoitetaan rakenteen ulkopuolelle, toimii rakenne yleensä myös kosteusteknisessä mielessä. Tuulettuvissa rakenteissa käytetään yleensä mineraalivillieritystä, jotka ovat kosteutta hyvin läpäiseviä materiaaleja, eivätkä ne siksi muodosta ongelmaa kosteusteknisessä mielessä.

Mikäli tuulensuojapintana käytetään tiivistä pintaa tai jos lämmöneristeenä on mineraalivillaa tiiviimpää materiaalia, on laskelmin varmistettava myös kosteusteknisestä toimivuudesta. Laskelmat on suoritettava myös, jos lisäeristys sijoitetaan rakennuksen sisäpuolelle.

1.3 Lämpötekni sen toimivuuden varmistaminen

Vanhan seinän vaurioiden etenemisen pysäyttämiseksi sekä lämpötekni sen toimivuuden parantamiseksi on aina suositeltavaa, että verhoukorkorjaukseen liitetään lisälämmöneristys. Lisälämmöneristyksen paksuudeksi suositellaan vähintään 50 mm.

Lisälämmöneristyksen avulla vanha rakenteen vaurioituminen käytännössä pysähtyy.

Betonijulkisivujen osalta lisälämmöneristys tulee sijoittaa aina rakenteen ulkopuolelle. Sisäpuolelle sijoitettava lämmöneristys alentaa ulkokuoren lämpötilaa entisestään, millä voi olla vaurioita kiihdyttävä vaikutus.

Lämpötekni sen toimivuuden varmistamiseksi on lämmöneristyskerroksen oltava yhtenäinen sekä tiivistä kiinni alustassaan. Käytettäessä useampaa lämmöneristyskerrosta on

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN TUOTTEISTUS

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Levyverhoukset

saumat limitettävä. Alustan epätasaisuudet tasoitetaan esim. käyttämällä kahta eristekerrosta käyttäen alimpana pehmeää villaa, joka painetaan alustaan tiiviisti kiinni.

Verhoukset voidaan toteuttaa myös ilman lisälämmöneristystä, jos rakenteen paksuutta ei haluta syystä tai toisesta kasvattaa enempää kuin mitä rankarakenne ja levyt vaativat minimissään.

1.4 Palomääräykset

Julkisivujen korjaamisessa on otettava huomioon palomääräykset. Rakennuksen luokittelu eri paloluokkiin ja niiden asettamat vaatimukset on esitetty Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa E1.

Taulukossa 2 on esitetty palomääräysten antamat suuntaviivat tuotevalinnoille. Määräykseen sisältyy poikkeuksia, jolloin joissain tapauksissa myös alhaisemman paloluokituksen omaavien materiaalien käyttö on mahdollista. Lopullisen hyväksynnän tietyn rakennustarvikkeen käytöstä antaa paikallinen rakennusvalvontaviranomainen.

Taulukko 2 Suuntaviivat verhoustuotteille asetettavista palovaatimuksista

Rakennuksen paloluokka Käyttötapa	P1	P2	P2	P3
Verhouslevyt	luokan P1 rakennukset yleensä	3 – 4 krs asuin- ja työpaikka- rakennukset sekä hoitolaitokset	muut luokan P2 rakennukset	
Rankarakenne	verhoustuotteet, jotka täyttävät luokan B-s1, d0 vaatimukset metalli puu vähäisissä määrin enintään 8-kerroksisissa rakennuksissa (esim. pysty- tai vaakakoolaus)	verhoustuotteet, jotka täyttävät luokan B-s1, d0 vaatimukset metalli	verhoustuotteet, jotka täyttävät luokan B-s1, d0 vaatimukset metalli	verhoustuotteet, jotka täyttävät luokan D-s2, d2 vaatimukset metalli puu
Tuulensuojapinta Lämmöneriste (ei toimi tuulensuojapintana)	B-s1, d0 ⁽¹⁾ B-s1, d0	B-s1, d0 ⁽¹⁾ D-s2, d2	D-s2, d2 ei vaatimusta	ei vaatimusta ei vaatimusta

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

1.5 Terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet

1.5.1 Yleistä

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

1.5.2 Asbesti

Pinnoitteiden asbesti on otettava huomioon pölyävissä työvaiheissa. Yleissääntönä on, että pölyävät työvaiheet on tehtävä asbestityönä. Verhoukorkorjauksissa pölyävinä työvaiheina voidaan pitää lähinnä ulkokuoren ja rankarakenteen ankkurointiin liittyviä porauksia tai julkisivupinnan pesua.

1.5.3 Saumausmassojen PCB- ja lyijy-yhdisteet

Saumausmassojen sisältämien PCB- ja lyijy-yhdisteiden osalta pääperiaatteena voidaan pitää sitä, että niitä sisältävät saumausmassat poistetaan mahdollisimmat tehokkaasti. Poiston yhteydessä ei kuitenkaan ole tarpeen hioa elementtien reunoja, vaan poisto voidaan tehdä esim. porakoneella. Tavoitteena on, että rakenteeseen ei jää enää merkittäviä määriä ko. yhdisteitä.

1.5.4 Mikrobit

Mikrobien esiintyminen betonisandwich-elementeissä on todettu varsin harvinaiseksi, kuitenkin niiden esiintyminen on mahdollista. Mikrobien esiintymisen vuoksi ei ole aina välttämätöntä ryhtyä purkavaan korjaukseen.

Mikäli todettuja mikrobikasvustoja ei lähdetä poistamaan purkavalla korjauksella, on niiden haitat sisäilmaan minimoitava estämällä ilmavuodot rakenteen läpi ulkoilmasta sisäilmaan. Tämä edellyttää ulkoseinässä olevien epätiiviyiskohtien, kuten erilaisten saumojen, ovi – ja ikkunaliitosten jne. tiivistämistä sekä sisä- että ulkopuolelta sekä hallitun korvausilmareitistön rakentamista esim. raitisilmaventtiilien tai ikkunarakenteeseen rakennettavien tuloilmaventtiilien avulla. Vanhat ulkoilmaventtiilit esim. kylmäkaappien yhteydessä on tukittava ja ilmavuodot niiden kautta sisäilmaan estettävä.

2 MATERIAALIEN VARASTOINTI JA KÄSITTELY TYÖMAALLA

2.1.1 Varastointi

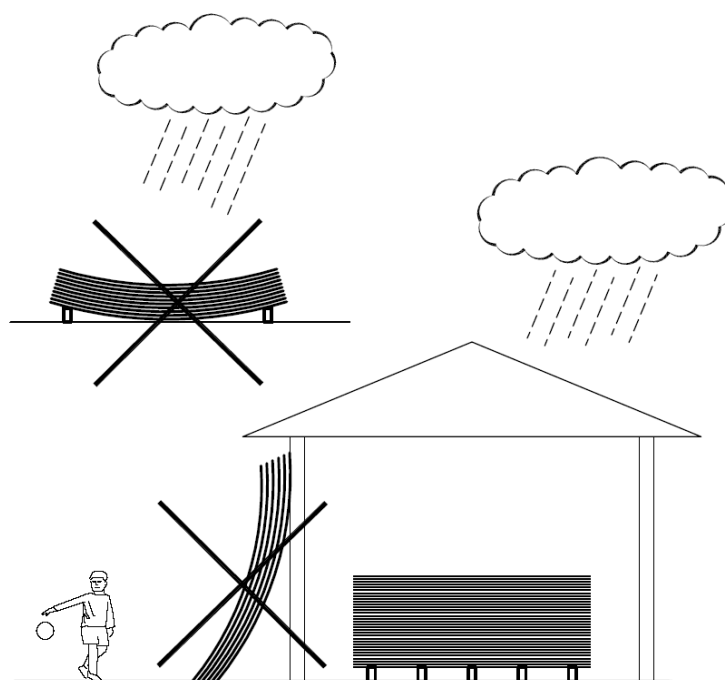
Levyt varastoidaan tehtaalta toimitettavissa nipuissa vaakasuorassa. Nippuja ei saa varastoida päällekkäin niin, että päällimmäinen nippu on tuettu alapuolisen nipun varaan.

Varastointialustan on oltava tasainen niin, ettei niput pääse taipumaan.

Työmaalla verhouslevyt on varastoitava kosteudelta, liialta ja pölyltä suojattuna. Niput peitetään esim. kevytpeitteillä tai väliaikaisilla katoksilla. Materiaalivalmistajien pakkaukset on tarkoitettu suojaamaan levyjä vain kuljetuksen ajan, ne eivät yksistään riittäviä sääsuojia.

Levyniput eivät saa olla suoraan kosketuksissa maahan eikä talviolosuhteissa lumeen.

Ulkoverhouslevyjä ei tule varastoida sisätiloissa ennen asennusta. Varastointiolosuhteiden tulee olla lähellä niitä olosuhteita, joissa levyrakenteet ovat asennettuina. Tällä estetään haitalliset lämpö- ja kosteusliikkeet asennuksen jälkeen.

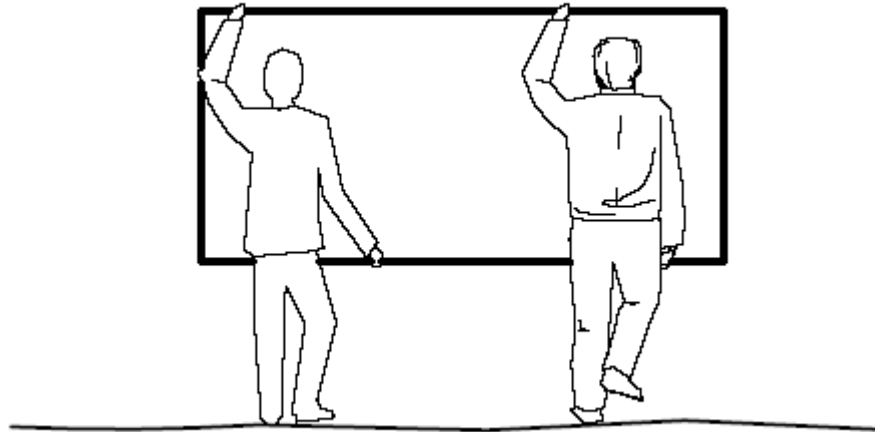


Kuva 3 Levyjen varastointi

2.1.2 Käsittely

Verhouslevyjen käsittelyssä on vältettävä materiaalien kolhiintumista ja likaantumista.

Isokokoisia levyjä kuljetettaessa on varottava levyjen taipumista ja vaurioitumista. Levyt nostetaan pystyasennossa niin, etteivät ne taivu keskiosistaan.



Kuva 4 Levyjen nostaminen

Tiettyjä levytyyppejä voidaan työstää myös työmaaolosuhteissa. Työstössä on noudatettava valmistajan ohjeita. Työstettävyydessä on otettava huomioon pinnoitteen vaurioituminen työstön aikana.

Tyypillisiä työmaalla työstettäviä levytyyppejä ovat kuitusementti-, polymeeribetoni-, kalsiumsilikaatti-, korkeapainelaminaatti- ja sementtilastulevyt, tietyt metallilevyt sekä tietyt laattamaiset tuotteet (esim. luonnonkivet sekä betonilaatat). Metallikasetteja ei voida työstää työmaaolosuhteissa.

3 RANKARAKENNE

3.1 Rankarakenteen valinta

3.1.1 Yleistä rankarakenteista

Rankavaihtoehdot

Rankarakenne voidaan tehdä

- puusta
 - o tavallinen kyllästämätön puutavara
 - o kyllästetty puutavara
- alumiinista tai
- sinkitystä teräksestä

Myös edellisten yhdistelmiä voidaan käyttää yhdistämällä puuta ja sinkittyä terästä. Yhdistelmissä yleensä sisempi ranka on sinkittyä terästä, ja ulompi koolaus puuta.

Puun ja alumiinin yhdistelmä ei ole suositeltava ratkaisu ; alumiini voi syöpyä pitkäaikaisessa kosketuksessa kostean puun kanssa. Myöskään sinkityn teräksen ja alumiinin yhdistäminen ei ole mahdollista.

Eri tuotteisiin soveltuvat rankarakenteet on syytä varmistaa aina tapauskohtaisesti tuotevalmistajalta.

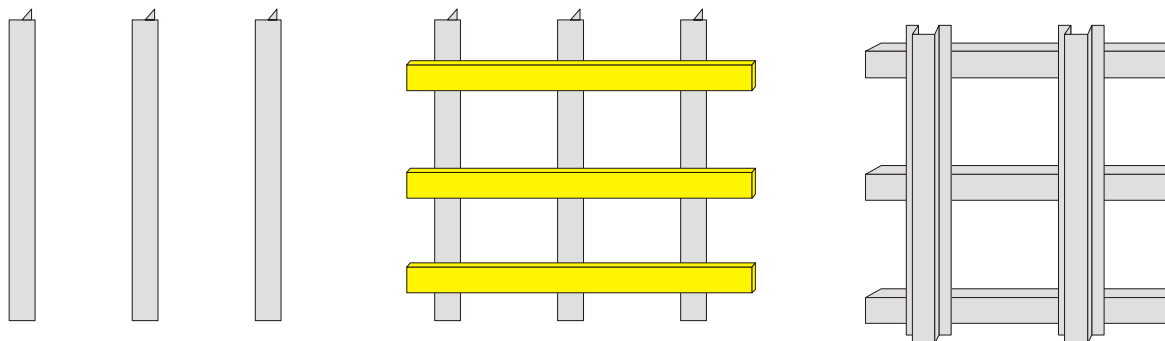
Pysty- ja vaakarakarakenteet

Rankarakenne tehdään yleensä ristiinkoolaamalla. Uloimman koolauksen suunnan määrittää levyjen asennussuunta.

Asennettaessa levyt pystyyn käytetään uloimpana rankana pystyrankaa.

Asennettaessa levyt vaakasuuntaan uloin ranka voidaan asentaa pysty- tai vaakasuunnassa. Vaakasuuntaan asennettaessa rakenteen tuulettuminen on varmistettava.

Kasetti- ja vastaavilla verhousrakenteilla sekä käytettäessä erikoiskiinnikkeitä rankarakenteen suunta riippuu valittavasta tuoteratkaisusta.



Kuva 5 Erilaisia rankavaihtoehtoja

Metallien yhteensopivuus

Rankarakennetta valittaessa on kiinnitettävä huomiota myös eri metallien yhteensopivuuteen. Yhteensopivuutta tulee tarkastella erityisesti metalliverhousten tai metalliosia sisältävien tuotteiden (esim. kasettien) yhteydessä. Taulukkoa 3 voidaan käyttää hyväksi arvioitaessa verhouksrakenteissa tyypillisesti käytettävien metallien yhteensopivuutta.

Taulukko 3 Julkisivuverhouksrakenteissa tyypillisesti käytettävien metallien sähkökemiallinen jännityssarja

Jalot metallit				Epäjalot metallit	
ruostumaton teräs	kupari	messinki	lyijy	teräs	alumiini sinkki

3.2 Puuranka

3.2.1 Yleistä

Puurankaa voidaan käyttää rakenteissa, joissa levyt kiinnitetään ruuveilla rankarakenteeseen. Puuranka soveltuu selkeästi levymäisiin tuotteisiin, esim. kuitusementtilevyjen, polymeeripohjaisten levyjen, kalsiumsilikaattilevyjen, korkeapainelaminaattien, sementtilastulevyjen, metallilevyjen sekä rapattavien levyjen yhteydessä.

Puurangan käyttöä rajoittaa palomääräykset (ks. kohta 1.4) sekä kosteusrasituksen määrä.

Puurankana tulee käyttää lujuuslajiteltua puutavaraa. Minimivaatimuksena voidaan pitää luokan T18 käyttämistä. Rakenne mitoitetaan toimimaan kosteusluokassa 2.

Sisemmän rangan koko määräytyy käytännössä lisälämmöneristyksen paksuuden mukaan. Uloimman rangan k-jako määritetään käytettävän levyrakenteen sekä seinärakenteeseen kohdistuvien rasitusten (tuulenpaine ja iskukuormat) mukaan. Lisäksi alimmaisen levyrivin yhteydessä voidaan käyttää tihennettyä rankajakoa.

Yleisimmin käytetyt rankajaot ovat k300, k400 ja k600. Näistä tiheimmät k-jaot on käytössä, jos levyinä käytetään ohuita tuotteita, tai kun halutaan parantaa ulkopinnan iskunkestävyyttä.

Puuranka kiinnitetään joko ulkokuoreen tai sisäkuoreen. Kiinnitystä on käsitelty tarkemmin jäljempänä luvussa 3.6.

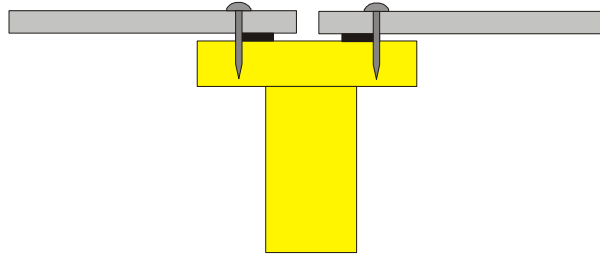
3.2.2 Puurangan suojaaminen kosteusrasituksilta

Käytettäessä puurankaa on otettava erityisesti huomioon puurangan ja levyjen kiinnikkeiden suojaaminen kosteudelta. Erityinen huomio on kiinnitettävä levyjen saumojen ja kiinnityskohtien sadevedentiiviyyteen. Ruuvien reikien kastuessa niiden kuivuminen kestää kauan. Vaarana on kiinnityksen heikkeneminen puun lahovaurioiden seurauksena.

Puurangan yhteydessä ei tule käyttää avosaamaa.

Verhoukslevyt eivät saa olla suoraan kosketuksissa puurankaan siten, että levyn ja puun väliin syntyy sellainen rako, joka kuljettaa kosteutta kapillaarisesti ja jonka kuivuminen kestää huomattavan kauan.

On suositeltavaa, että levyn ja puurangan väliin asennetaan tiivistenauha tai sellainen pelttilista, joka estää em. haitallisen kosteutta kuljettavan raon syntymisen ja joka toisaalta parantaa liitoskohdan sadevedentiivyyttä. Tiivistettä tulee käyttää aina kyllästetyn puutavaran yhteydessä.



Kuva 6 Tiivisteet puun ja julkisivulevyn liitoskohdassa

3.2.3 Kyllästetty puutavara

Kyllästetyn puutavaran kosteudenkesto tavalliseen sahatavaraan on oleellisesti parempi.

Kyllästetyn puutavaran käyttämisessä on otettava huomioon viranomaispäätökset arseeniyhdisteillä kyllästetyn puutavaran käytön rajoittamisesta. Rankarakenteessa tulee käyttää luokan AB kyllästettyä puutavaraa.

Työmaalla tulee välttää kyllästetyn puutavaran käsittelyä. Kyllästetyn puutavaran työstämisessä sekä purkamisessa syntyvät jätteet ovat ongelmajätettä.

Kyllästettyä puutavaraa käytettäessä on kiinnikkeiden valintaan kiinnitettävä erityistä huomiota.

Kyllästetyn puutavaran yhteensopivuus verhouksmateriaalin kanssa on selvitettävä erikseen. Kyllästetyn puutavaran ja levyrakenteen välissä on käytettävä ehdottomasti tiivisteitä. Puun kyllästysuolat voivat aiheuttaa levyrakenteen värjäytymistä. Lisäksi kuparikyllästeet voivat reagoida kemiallisesti tiettyjen metallien kanssa.

3.3 Alumiini

Alumiinirangat ovat erikoisvalmisteisia osia, eikä niiden suunnitteluun ole annettavissa yleisiä ohjeita. Käytännössä profiilimuodon valinta tehdään tuotevalmistajan toimesta.

Alumiiniprofiilia valittaessa kiinnitetään huomio sen

- jäykkyyteen
- rakenteen lämpöliikkeisiin
- ulkonäköön, jos profiili jää näkyviin
- liittyviin asennustarvikkeisiin
 - o mm. mittapoikkeamien tasaamismahdollisuus

Alumiiniprofiiliin on oltava riittävän jäykkää, jotta se kestää sille tulevat taivutus- ja vääntörasitukset. Jäykkyyttä on tarkastettava erityisesti vaakarakenteissa, esim. käytettäessä Z-profiilia.

Suunnitelmissa tulee ottaa huomioon alumiinin suuret lämpöliikkeet, jotka ovat tyypillisesti muita rakennusmateriaaleja selkeästi suuremmat. Lämpöliikkeitä on tarkastettava erityisesti rankarakenteen jatkoskohdissa sekä levyjen kiinnitystavassa.

Alumiiniprofiili voidaan pinnoittaa. Pinnoittaminen tehdään tehdasmaalauksena pulverimaaleilla. Pinnoittamista suositellaan käytettäväksi ainakin voimakkaasti rasi-tetuilla alueilla (esim. rannikkoalueet tai alueet, joilla ilman saasteita on runsaasti) ja kun alumiiniprofiili jää näkyviin (esim. avosaumat).

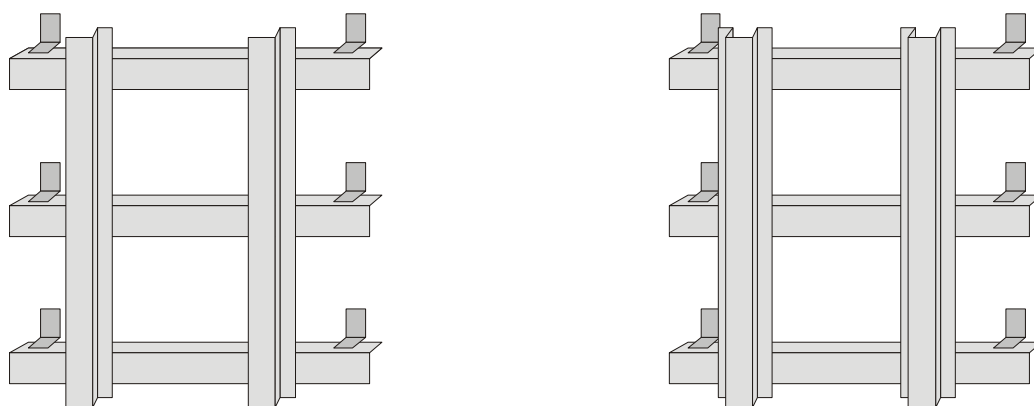
3.4 Sinkitty teräs

Sinkityt teräsrankat valmistetaan yleensä kylmämuovaamalla sinkitystä teräksestä.

Kylmämuovatuissa profiileissa sinkityksen (minimi)paksuutena käytetään 20 µm. Sinkityskerroksen paksuutta ei ole yleensä mahdollisuuksia kasvattaa sinkitysprosessista johtuen.

Sisempänä profiilina käytetään yleensä L- tai Z-profiilia, jolloin lämmöneristys saadaan helposti yhtenäiseksi. Profiilit kiinnitetään kulmateräksillä (säätökiinnikkeet) rakennuksen runkoon.

Uloimpana profiilina voidaan käyttää hattuprofiilia, johon muotoon levyjen kiinnitys on yksinkertaista. Uloimpana profiilina voidaan käyttää myös Z-profiilia, jos varmistutaan rakenteen riittävästä jäykkyydestä. Z-profiili soveltuu käytettäväksi erityisesti pystyrankaan.



Kuva 7 Periaatekuvat sinkitystä teräksestä tehdyistä rankarakenteista, uloimpana profiilina pystyyn asennettu Z- tai hattu-profiili.

Rakenteissa, joiden kiinnityksessä käytetään erikoisosia, esim. erilaiset konsolit ja vast., on rankarakenne yleensä tuotetoimittajan vakiomallia, eikä se vaadi erikseen mitoittamista.

Teräsprofiilin paksuus määräytyy rasitusten perusteella. Jos teräsprofiiliksi valitaan jokin yleisprofiili (ei tietyn järjestelmätoimittajan kuuluva osa), on se mitoittettava taivutusta ja vääntöä vastaan.

3.5 Rankarakenteen mitoitus

Rankarakenne mitoitetetaan kestävänsä sille tulevat kuormitukset, joita ovat

- verhoukorkorjauksen omapaino
- tuulenpaine- ja imu
- ulkopuoliset törmäyskuormat

Alumiini- tai teräsprofiilin valinnassa on syytä ottaa huomioon myös rakenteen jäykkyyteen, varsinkin käytettäessä vaakarakenteissa ohuita profiileita. Rakenteelle on suunniteltava tarpeen vaatiessa taipumavara erilaisiin liitoskohtiin.

Verhousrakenteen omapaino aiheuttaa rankarakenteeseen vääntöä sekä taivutusta.

Tuulenpaine aiheuttaa rakenteeseen seinäpintaa vasten kohtisuoraa taivutusta, joka on huomioitava rankarakenteen profiilia määritettäessä sekä levyjen kiinnikkeiden määrissä ja sijoituksessa.

Tuulen aikaansaama imu on otettava huomioon rankarakenteen ankkuroinnissa.

Rankarakenne pyritään kiinnittämään ensisijaisesti vanhojen betonielementtien ulkokuoreen. Mikäli ulkokuori on liian heikkoa (alusta vaurioitunut, lujuus alunperin liian heikko, rakennepaksuudet eivät riitä luotettavaan ankkurointikestävyyteen), on kiinnitys tehtävä osin tai kokonaan sisäkuoreen.

3.6 Rankarakenteen kiinnitys

3.6.1 Yleistä

Rankarakenteen kiinnitystavan ja vanhan seinärakenteen lisäkiinnitystarpeen tarkastelussa on otettava huomioon

- ulkokuoren vauriotilanne
 - o vaikuttaa erityisesti ankkurointimahdollisuuksiin
- vanha rakenne
 - o ulkokuoren kiinnitystapa
 - lisäkuormitusmahdollisuus
 - o ulko- ja sisäkuorten paksuudet
 - kiinnikkeiden ankkurointipituudet
 - o ulkokuoren toteutustapa
 - erit. kerrokselliset rakenteet (erilaiset laattapinnat sekä pesubetoni)
- uusi rakenne
 - o kuormitus

Yleensä ulkokuoren heikentynyt lujuus estää ulkokuoreen tehtävät kiinnitykset.

3.6.2 Kiinnitystapa

Rankarakenne kiinnitetään alustaan mekaanisin kiinnikkein, joko kiila-, lyönti- tai kemiallisin ankkurein.

Ensisijaisesti tulee pyrkiä siihen, että rakenne kiinnitetään vanhaan ulkokuoreen.

Mikäli ulkokuoren lujuus on heikentynyt tai jos vaadittua ankkurointikapasitettia ei saavuteta, kiinnitetään rankarakenne ulkokuoren läpi sisäkuoreen. Kiinnitys tapahtuu samalla periaatteella kuin ulkokuoren lisäkiinnitys. Rankarakenteen kiinnitystä sisäkuoreen voidaan hyödyntää ulkoseinän lisäkiinnityksestä mitoitettaessa.

Kiinnikkeet mitoitetaan verhousrakenteesta sekä tuulesta aiheutuville kuormille (ankkurointi ja leikkaus).

Kiinnikkeiden määrä ja mitoitusarvot määritetään samalla periaatteella kuin lisäkiinnikkeiden kapasiteetti (kohdekohtaiset vetokokeet).

3.7 Ulkokuoren lisäkiinnitys

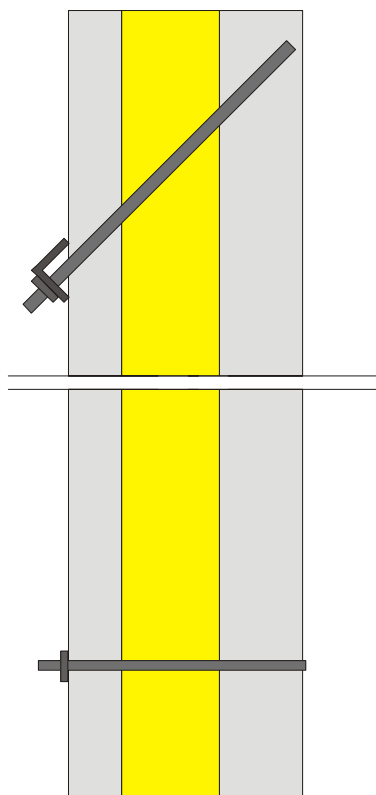
3.7.1 Lisäkiinnitystarpeesta

Betonisandwich-rakenteissa yleisimmin käytettyä ulkokuoren ruostumattomasta teräksestä tehtyä ansaskiinnitystä voidaan pitää erittäin varmana kiinnitystapana. Poikkeuksen muodostavat erittäin pitkälle edennyt betonin pakkasrapautuminen tai sellaisten kerroksellisten ulkokuorien vaurioituminen, joissa vaurioituminen voi aiheuttaa ulkokuoren ulko-osien irtaamisen (esim. pesubetonipintaisen ulkokuoren korroosiovauriot pesu- ja taustabetonin rajapinnassa).

Jos ulkokuoren kiinnitys on tehty pistemäisesti ruostuvasta teräksestä (esim. tavallinen harjateräs tai pyörötanko, teräskiskot), on lisäkiinnitys yleensä tarpeellinen. Korroosio saattaa huonoissa olosuhteissa edetä myös verhouksen jälkeen, joten näissä tapauksissa lisäkiinnitystä voidaan pitää aina suositeltavana vaihtoehtona.

3.7.2 Lisäkiinnityksen toteutus

Betonisten ulkokuorien lisäkiinnitys tehdään ulkokuoren läpi sisäkuoreen. Kiinnikkeinä käytetään kiila-, lyönti- tai kemiallisia ankkureita, jotka asennetaan kuvan 8 periaatteen mukaisesti (ankkurit ylös 45° kulmaan, alas kohtisuoraan). Vinoon asennettavan ankkurin asennuksessa voidaan käyttää apuna kulmarautaa.



Kuva 8 Periaatekuva vanhan ulkokuoren lisäkiinnityksestä

Kiinnikkeet mitoitetaan koko ulkokuoren ja lisäverhouksen painolle (vetolujuus ja leikkauslujuus).

Kiinnikkeet asennetaan siten, että niiden käyttöohjeiden mukainen asennussyvyys täyttyy. Huomattavaa on, että varsinkin kantamattomissa seinissä sisäkuoren paksuus voi olla pieni, jolloin ankkurointipituudet on määritettävä vanhan ulkoseinän sisäkuoren paksuuden mukaisesti.

Asennuksessa on otettava huomioon sisäkuoren paksuuden vaihtelu, joka voi olla jopa useita senttimetrejä.

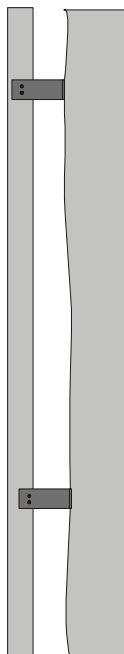
Kiinnikkeiden todellinen vetolujuus (ankkurointikapasiteetti) selvitetään aina kohdekohtaisesti suoritettavilla vetokokeilla. Kiinnikkeiden määrä lasketaan vetokokeiden perusteella saatavien ankkurointikapasiteetin mitoitusarvojen perusteella.

Käytettävillä kiinnikkeillä tulee olla voimassa oleva tuotehyväksyntä (esim. BY:n varmennettu käyttöseloste). Lisäkiinnikkeinä tulee käyttää ruostumattomasta (AISI 304) tai haponkestävästä (AISI 316) teräksestä valmistettuja tuotteita.

3.8 Alustan mittapoikkeamien tasaaminen

Vanhan ulkoseinäpinnan epätasaisuudet on tasattava ennen verhourakenteen asennusta. Epätasaisuudet näkyvät valmiissa pinnassa varjostumina ja saumojen hammastuksina. Mitä sileämpi ja kiiltävämpi on tuleva pinta, sitä herkemmin alustan epätasaisuudet erottuvat valmiissa pinnassa.

Alustan mittapoikkeamat tasataan rankarakennejärjestelmään liittyvillä säätökiinnikkeillä. Säätökiinnikkeet on valittava niin, että niiden liikevaroilla saadaan alustan epätasaisuudet tasattua. Rankarakenteen asennuksessa on käytettävä linjalankaa tai vastaavaa menetelmää, jolla julkisivupinnan kohtisuoruus voidaan varmistaa.



Kuva 9 Säätökiinnikkeen periaate

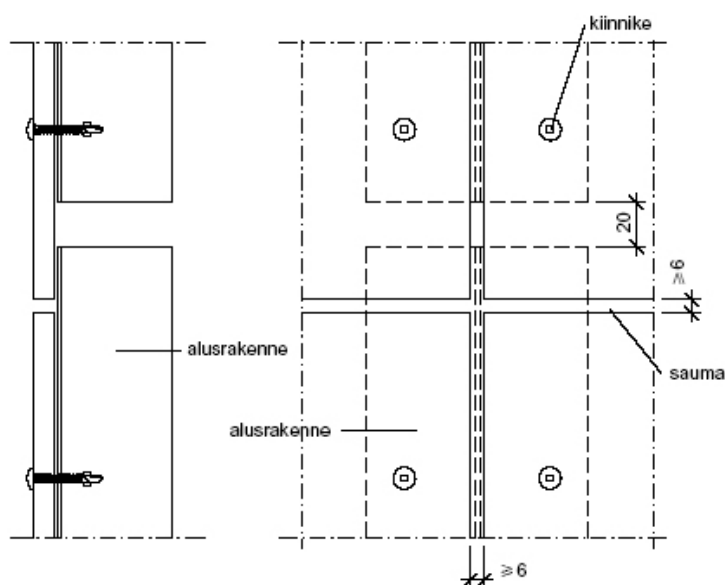
Puurangan osalta mittapoikkeamat tasataan sisimmän rangan asennuksessa esim. käytämällä kulmateräksiä.

Mittapoikkeamien tasaamisessa on huolehdittava myös tuuletusraon minimimitan säilymisestä (ks. luku 1.2.2 Rakenteen tuuletus).

Alustan tasaisuusvaatimukset määritetään tarvittaessa tapauskohtaisesti. Uudisrakentamisen tasaisuusvaatimuksia ei voida yleensä soveltaa sellaisenaan.

3.9 Rankarakenteen jatkokset

Levyjen asennuksessa on otettava huomioon rankarakenteen jatkokset. Levyjä ei voida kiinnittää jatkoskohdan yli, vaan verhouksrakenteessa on oltava sauma rankarakenteen jatkoksien kohdalla (ks. kuva 10).



Kuva 10 Levyjen kiinnitys rankarakenteen jatkoskohdassa.

Levyverhoukset eivät vaadi yleensä varsinaisia liikuntasauvoja. Poikkeuksen muodostavat rapatut levyt sekä tiililaattapintaiset levyt. Liikuntasauva on kuitenkin aina tehtävä rakenteellisten liikuntasauvojen kohdalle.

4 LISÄLÄMMÖNERISTYS

4.1 Lisälämmöneristuksen tarpeesta

Levyverhoukorkorjaukseen suositellaan aina liitettäväksi lisälämmöneristystä.

Levyverhoukorkorjaus voidaan tehdä myös ilman lisälämmöneristystä erityisesti silloin, kun ulkoseinän paksuutta ei voida kasvattaa, esim. rakennusoikeudellisista tai arkkitehtoonisista syistä. Verhoukorkorjauksessa rakenteen paksuus kasvaa aina kuitenkin jonkin verran, sillä verhoukorkorjaus vaatii toimiakseen tuuletusvälin.

Myös ilman lisälämmöneristystä tehtävä levyverhoukorkorjaus parantaa ulkoseinän lämmöneristävyyttä jonkin verran. Samoin vaurioiden eteneminen hidastuu, kun ulkoseinän kosteusrasitus pienenee. Varsinainen lisälämmöneristys on kuitenkin toimivuudeltaan varmempi vaihtoehto kuin ilman lisälämmöneristystä tehtävä korjaus.

4.2 Materiaalivalinnat

4.2.1 Lämmöneriste

Tuuletetuissa levyverhoilluissa julkisivuissa käytetään lämmöneristeenä mineraalivillaa. Lämmöneriste voi olla ns. pehmeää villaa, kovaa villaa tai pehmeän ja kovan villan yhdistelmä ja siinä voi olla erillinen tuulensuojapinta.

Jos alusta on epätasainen, on ns. kovaa villaa vaikea saada asennettua tiiviisti kiinni alustaan. Käyttämällä pehmeän ja kovan villan yhdistelmää saadaan pehmeä villa painettua tiiviisti alustaan kovan villan läpi asennettavien kiinnikkeiden avulla.

Käytettävän eristeen ja sen pintakerrosten (mahd. tuulensuojapinta) on täytettävä palomääräykset.

4.2.2 Tuulensuojapinta

Tuulensuojana voidaan käyttää tuulensuojapintaista villaa tai erillistä tuulensuojapintaa. Tuulensuojapintana voi olla levymäinen tai rullamainen tuote.

Tuulensuojapinnan tulee täyttää palomääräykset.

Tuulensuojapinnan suositeltavana ilmanläpäisykertoimena voidaan pitää rakentamismääräyskokoelman mukaisesti $10 \times 10^{-6} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{s} \times \text{Pa})$.

Tuulensuojan tulee olla vesihöyryä läpäisevä. Tarvittaessa tuulensuojapinnan vaikutus rakenteen kosteustekniseen toimivuuteen on tarkistettava laskelmin (ks. luku 1.2 Kosteusteknisen toimivuuden varmistaminen).

4.3 Rakennepaksuudet

Lämmöneristekerroksen paksuutta kasvattamalla saadaan parannettua seinärakenteen U-arvoa (ks. taulukko 2). Yleensä lisälämmöneristeen paksuus on luokkaa 50 – 70 mm.

Taulukko 4 Esimerkkejä ulkoseinärakenteen U-arvosta lisälämmöneristyksen jälkeen. Laskelmat on laadittu rakenteille, joissa vanhan betonisandwich-rakenteen sisäkuoren paksuudeksi on oletettu 80 mm ja ulkokuoren 60 mm. Vanhojen lämmöneristeiden lämmönjohtavuuden arvona on laskelmissa käytetty 0,04 W/m²K.

Vanha rakenne		Uusi rakenne		
Lämmöneristyksen paksuus [mm]	U-arvo [W/m ² K]	Lisälämmöneristyksen paksuus [mm]	U-arvo [W/m ² K]	U-arvon kasvu
80	0,44	50	0,27	39 %
		70	0,24	45 %
100	0,36	50	0,24	33 %
		70	0,21	42 %
140	0,26	50	0,19	27 %
		70	0,17	35 %

Taulukossa 2 esitetyt lukemat koskevat umpinaista seinää. 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.

4.4 Lämmöneristeiden kiinnitys

Lämmöneristeet ja tuulensuojapinnat on kiinnitettävä mekaanisin kiinnikkein alustaan. Kiinnityksessä on otettava huomioon, että lämmöneristelevyt pysyvät alustassaan kiinni eivätkä pääse kaareutumaan.

Lämpöteknisen toimivuuden kannalta on tärkeää, että lämmöneristeet asennetaan tiiviisti alustaan niin, ettei lämmöneristeiden ja alustan väliin jää suuria yhtenäisiä ilmapälejä. Lämpöteknisesti toimivin vaihtoehto saadaan kovan ja pehmeän villan yhdistelmällä, jossa pehmeä villa painetaan alustaan kovan villan läpi asennettavin kiinnikkein.

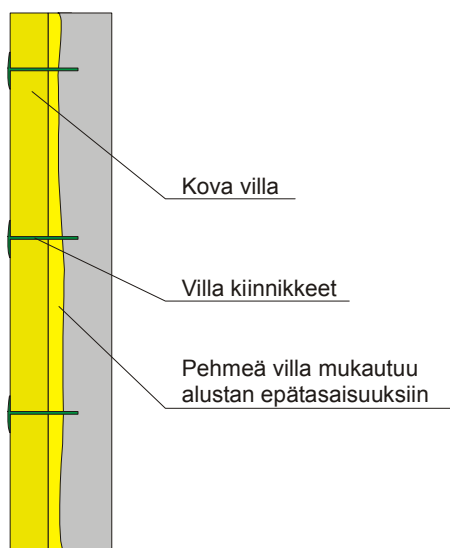
Suunnitelmissa määritetään käytettävät kiinniketyypit sekä niiden määrä seinäneliötä kohden. Yleensä kiinnityksessä riittää 3 - 4 kpl/m².

Mikäli lämmöneristeitä on useammassa kerroksessa, on kerrosten saumat limitettävä. Tällä pienennetään lämpövuotoja.

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN TUOTTEISTUS

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Levyverhouskorjaukset



Kuva 11 Alustan epätasaisuuksien tasaaminen kovan ja pehmeän villan yhdistemällä

5 VERHOUSLEVYJEN ASENNUS

5.1 Levyjaon määrittäminen

5.1.1 Yleistä

Suunnitelmissa määritetään levyjako.

Levyjaon määrittelee arkkitehti. Levyjako määritetään julkisivun koon, aukkojen sekä halutun ulkonäön, esim. saumajaon ja -detaljien perusteella.

Rakennuksen nurkissa sekä ovi- ja ikkunaliittymissä voidaan käyttää joko kulmalistoja tai erillisiä sovitekappaleita, joiden avulla valmistajien vakiokokoiset tuotteet saadaan sopimaan julkisivupintaan.

5.1.2 Levymäiset tuotteet

Kuitusementti-, komposiitti-, korkeapainelaminaatti-, kalsiumsilikaatti- sekä sementtilastulevyt on mahdollista asentaa joko pysty- tai vaakasuoraan.

Levyjen leveys riippuu valittavasta tuotteesta, joilla on yleensä jokin vakioleveys. Tuotekohtaiset leveydet on varmistettava tuotetoimittajalta. Yleensä leveys on luokkaa 1190 – 1200 mm. Levyjä on mahdollista saada myös kapeampina soiroina erikoistilauksesta.

Levyjen korkeudelle on valmistajakohtaisia vakiokokoja. Lähes poikkeuksetta on myös mahdollista saada määrämittaan sahattuja levyjä tilauksesta. Levyjen maksimikorkeus on yleensä n. 3 – 3,5 m.

Yleensä ei ole suositeltavaa käyttää yli kerroksen korkuisia levyjä asennusteknisistä syistä eikä myöskään levyrakenteeseen syntyvien suurien lämpö- ja kosteusliikkeiden takia.

Levyjen saumoja voidaan korostaa tai häivyttää halutusta ulkonäkövaikutuksesta riippuen. Levyjä ei voida kuitenkaan asentaa suoraan puskusaumoiksi, vaan saumojen häivyttämiseen tulee käyttää erilaisia peite- tai värilistoja sekä muiden saumojen korostamista. Saumadetalleja on käsitelty enemmän luvussa 5.3.1 Saumavaihtoehdot.

Metallilevyt voidaan asentaa pysty- tai vaakasuoraan halutusta ulkonäkövaikutuksesta riippuen.

Ulkonäköön vaikuttaa levyjen profiilit (esim. ura- tai aaltoprofiilit) ja niiden syvyys, asennussuunta sekä luonnollisesti pinnoitustapa sekä käytettävä perusmetalli. Levyillä voidaan saada aikaan yhtenäinen julkisivu, jossa voi olla esim. pysty- tai vaakasuuntainen profiili.

Levyjen saumat tehdään levytyypistä riippuen yleensä levyjen pystysuunnassa limittämällä sekä poikittaissuunnassa erilaisilla listoilla. Listoja voidaan käyttää myös ulkonäön muunteluun.

Levyt valmistetaan yleensä kohdekohtaisilla mitoilla. Levyjen maksimimita vaihtelee 3000 - 6000 mm:iin, maksimitat on syytä aina tarkistaa tuotevalmistajalta. Leveys riippuu niin ikään tuotteesta, leveydet vaihtelevat 600 – 1200 mm.

5.1.3 Kasettimaiset tuotteet

Metallikasetit. Metallikasetit valmistetaan yleensä kohdekohtaisilla mitoilla, jolloin julkisivupinnasta saadaan saumajaon kannalta tasainen pinta. Kasettikoko määritetään julkisivupinnan, sen aukkojen sekä halutun saumamuodon ja -jaon perusteella.

Kasettijaon määrittämisessä on otettava huomioon saumoilta haluttu ulkonäkövaikutus. Kaseteilla voidaan saada aikaa selkeästi perinteinen kasettimainen ulkonäkö, tai saumat voidaan tehdä puskusaumoina, jolloin saadaan aikaan nauhamaista ulkoseinää.

Eri kasettityypeillä on valmistajakohtaisesti määritetyt suositeltavat ainevahvuus- ja kokoalueet, joita on syytä noudattaa.

Suunnittelija määrittää kasettijaon yhteistyössä tuotetoimittajan kanssa, esim. valmiilla tilauskaavakkeilla.

Tiililaattapintaiset levyt. Tiililaattapintaisilla levyillä on vakiokoot, joiden lisäksi käytetään aukkojen reunoissa sekä rakennukset nurkissa sovitelevyjä.

Tiililaattapintaisilla levyillä haluttuun ulkonäköön vaikuttaa haluttu saumaratkaisu. Saumat voidaan tehdä muurauksen tapaan joko 1/3 kiven limityksellä tai ns. votsisaumalla (ei limitystä lainkaan). Tiililaattapintaisilla levyillä pyritään yleensä tiilijulkisivun ulkonäköön, jolloin käytetään 1/3 kiven limitystä.

5.1.4 Laattamaiset tuotteet

Luonnonkivilaatat, keraamiset laatat, betonilaatat. Laattamaisilla tuotteilla on yleensä vakiokoot, joita tulee käyttää mahdollisimman paljon. Saumajako sovitetaan julkisivupinnan kokoon ja aukkoihin tehtaalla sahattavilla laatoilla.

5.2 Kiinnitys

5.2.1 Yleistä

Levyjen kiinnitystapa riippuu valitusta tuotteesta ja rankarakenteesta. Mahdollisia kiinnitystapoja ovat

- ruuvikiinnitys
- niittikiinnitys
- kiinnitys rankarakenteessa olevien konsolien tai muiden erikoiskiinnitysosien vaaraan
- liimaus

Taulukossa 4 on käsitelty eri kiinnitystapojen soveltuvuutta erilaisiin levyverhoukorkorjauksiin.

Taulukko 5 Verhoulevyjen kiinnitystapoja

	ruuvit	niitit	konsolit, erikoisosat	liimaus
kuitusementtilevyt	x	x		x
komposiittilevyt	x	x		x
kalsiumsilikaattilevyt	x	x		x
metallilevyt	x		x	x
metallikasetit	x		x	
tiililaattapintaiset levyt			x	
keraamiset laatat ja levyt			x	x
betonilaatat			x	
luonnonkivilevyt			x	
rapattavat levyt	x			x

5.2.2 Ruuvikiinnitys

Ruuvikiinnitys on yleisin levyverhouksissa käytetty kiinnitystapa. Se soveltuu käytettäväksi kaikissa muissa ratkaisuissa paitsi tuotteissa, jossa kiinnitys tehdään ripustamalla tuote erilaisten konsolien tai erikoisosien varaan.

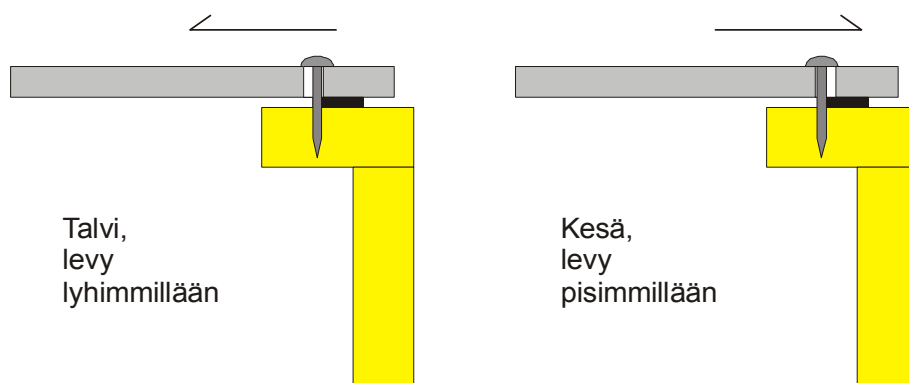
Ruuveina tulee käyttää ruostumattomasta (AISI 304) tai haponkestävästä (AISI 316) teräksestä valmistettuja ruuveja riippumatta verhoustyypistä. Poikkeuksen muodostaa tietyt erikoismetalliseokset, esim. säänkestävät teräkset (kauppanimi COR-TEN), jolloin on suositeltavaa käyttää vain haponkestäviä teräksiä.

Julkisivulevyjen kiinnitykseen käytettävillä ruuveilla tulee olla varmennettu käyttöseloste tai muu hyväksytyt tarkastuslaitoksen tekemä selvitys niittien ominaisuuksista.

Ruuvit voidaan jättää näkyviin, piilottaa käyttämällä pinnoitettuja ruuveja, piilottaa piilokiinnityksellä tai kiinnikkeiden ulkonäköä voidaan korostaa (ns. desing-ruuvit).

Ruuvauksessa on otettava huomioon rankarakenteen ja levyn erisuuruiset lämpö- ja kosteusliikkeet käyttämällä levyrakenteessa suurempaa porausreikää kuin ruuvin halkaisija. Tämä voidaan toteuttaa

- tekemällä levyyn rei'itys valmiiksi tehtaalla
- poraamalla reiät työmaalla käyttäen levyn kohdalla suurempaa poranterää
- käyttämällä ruuveja, joissa olevat siivekkeet tekevät levyyn suuremman reiän kuin rankarakenteeseen.



Kuva 12 Julkisivulevyn liikkeet suhteessa rankarakenteeseen

Valmistajan tulee ilmoittaa levyjen tarvitsema liikevara suhteessa ruuvien kokoon erilaisilla rankarakenteilla. Liikevara on tarkistettava tuotekohtaisesti. Reikien kokojen mitoituksessa on otettava huomioon

- levytyyppi
- levyjen mitat
- rangan materiaalit
- kiinnikkeiden koko (kuormitus)

Edelleen lämpöliikkeistä johtuen kiinnikkeiden tulee sallia liikkeiden tapahtuminen. Tämän vuoksi ruuvien tulee olla tasakantaisia. Ruuvit eivät myöskään saa olla senkkautuvia eikä niitä saa kiristää liian tiukalle.

5.2.3 Niittikiinnitys

Niittikiinnityksiä voidaan käyttää alumiinirangan yhteydessä sekä yleisemmin listojen ja peitepeltien kiinnityksessä.

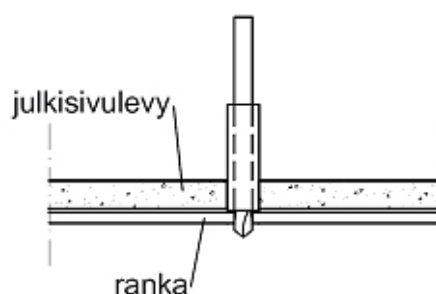
Niiteinä käytetään karaniittejä (vetoniittejä). Alumiinirankaan kiinnitettäessä käytetään alumiinisia niittejä.

Julkisivulevyjen kiinnitykseen käytettävillä niiteillä tulee olla varmennettu käyttöseloste tai muu hyväksytyt tarkastuslaitoksen tekemä selvitys niittien ominaisuuksista.

Kiinnitettäessä levyt rankarakenteeseen niittikiinnityksellä on levyille jätettävä ruuvikiinnityksen tapaan riittävä liikevara. Kiinnitysreiät tehdään siten, että levyyn porataan hieman rankarakenteen reikää suurempi reikä.

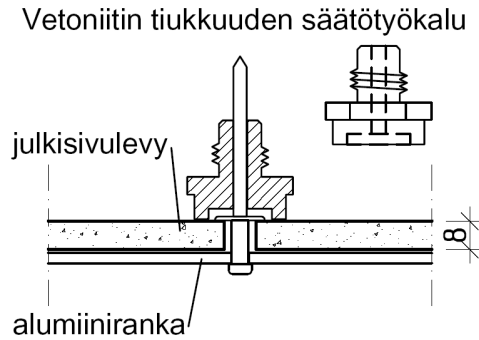
Liikevara määritetään kuten ruuvikiinnitysten yhteydessä. Valmistajan tulee ilmoittaa levyjen vaatima liikevara suhteessa niittien kokoon eri rankarakenteilla. Liikevarat on tarkistettava tuotekohtaisesti.

Porattaessa reikää rankarakenteeseen, on poranterässä käytettävä apuholkkiä, joka keskittää rankaan tulevan reiän keskelle levyssä olevaa reikää.



Kuva 13 Porauksessa käytettävä apuholkki.

Niittejä ei saa kiristää liian tiukalle. Tätä tarkoitusta varten on kiinnityksessä käytettävä aputyökälyä, joka estää kiinnityksen liian tiukalle.



Kuva 14 Aputyökalu, joka estää vetoniitin kiinnittämisen liian tiukalle

5.2.4 Konsolit ja muut erikoiskiinnitysosat

Levyverhoustuotteiden kiinnitykseen voidaan käyttää myös erilaisia konsoleita tai muita erikoiskiinnitysosia, joihin verhoustuotteet kiinnitetään.

Konsolit ja muut erikoiskiinnitysosat ovat aina tiettyyn tuotteeseen liittyvä kiinnitysmenetelmä, eikä niistä ole annettavissa yleisiä suunnitteluohjeita.

Käytettäessä erikoiskiinnitysosia on varmistuttava

- rakenteiden liikevarasta
 - o lämpö- ja kosteusliikkeiden on päästävä tapahtumaan vapaasti ilman haitallisia jännityksiä
- kiinnikkeiden riittävästä lujuudesta
 - o tuulikuormat
 - o rakenteen omapaino
- kiinnikkeiden pitkäaikaiskestävyydestä
 - o metalliosien korroosio
 - o orgaanisten osien (esim. äänen vaimentamiseen käytetyt nauhat ja tiivisteet yms.) kestävyys
- kiinnikkeiden ulkonäöstä
 - o näkyviin jäävillä kiinnikkeillä on merkittävä osuus ulkoseinän ulkonäköön

Suunnittelijan tulee selvittää em. tekijät tuotteen valmistajalta, joka vastaa tuotteiden ominaisuuksista ja siitä, että kiinnitysosat soveltuvat käytettäväksi kyseisessä kohteessa.

5.2.5 Liimaus

Julkisivulevyjä voidaan kiinnittää myös liimaamalla riippuen käytettävästä tuotteesta. Liimausta käytetään alumiini- tai teräsranan yhteydessä. Liimauskiinnityksestä ei ole Suomen olosuhteissa pitkäaikaisia kokemuksia.

Liimaus voidaan tehdä vain julkisivulevyjen liimaukseen kehitetyillä erikoisjärjestelmillä ja niihin kuuluvilla tuotteilla.

Kiinnitysjärjestelmä koostuu yleensä seuraavista tuotteista

- rankaprofiilin ja kiinnityslevyjen puhdistusaineet
- pohjusteaineet rankaprofiilille ja levyille
- asennusteippi
- varsinainen kiinnitysliima

Liimauksessa työvaiheet ovat karkeasti

- liimattavien pintojen puhdistus
- liimattavien pintojen esikäsitteily pohjusteaineella
- asennusteipin kiinnittäminen
- kiinnitysliiman pursottaminen
- kiinnitysliiman muotoileminen
- levyjen asennus paikoilleen

Asennusteippi toimii liimauksessa asennuksen aikaisena tukena siihen saakka, kunnes kiinnitysliima on kovettunut. Asennuksessa on otettava huomioon valmistajan käyttölämpötilasuositukset.

Kiinnitysliimat ovat erikoisvalmisteisia liimoja, joita on ainakin polyuretaanipohjaisia sekä ns. hybridimassoja. Käytettävien liimojen ominaisuuksien tulee olla testattuja hyväksytyssä tutkimuslaitoksessa.

5.3 Liitos- ja saumaratkaisut

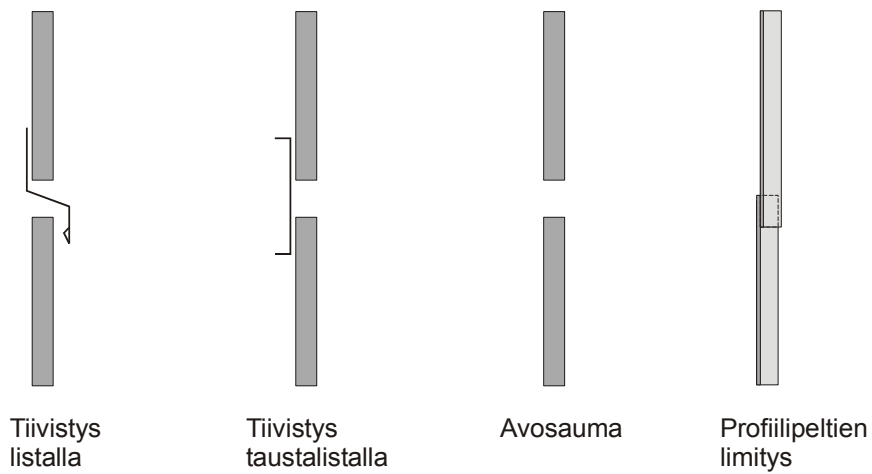
5.3.1 Saumavaihtoehdot

Saumojen toteutustapa riippuu käytettävästä tuotteesta. Suunnittelussa tulee kiinnittää huomio

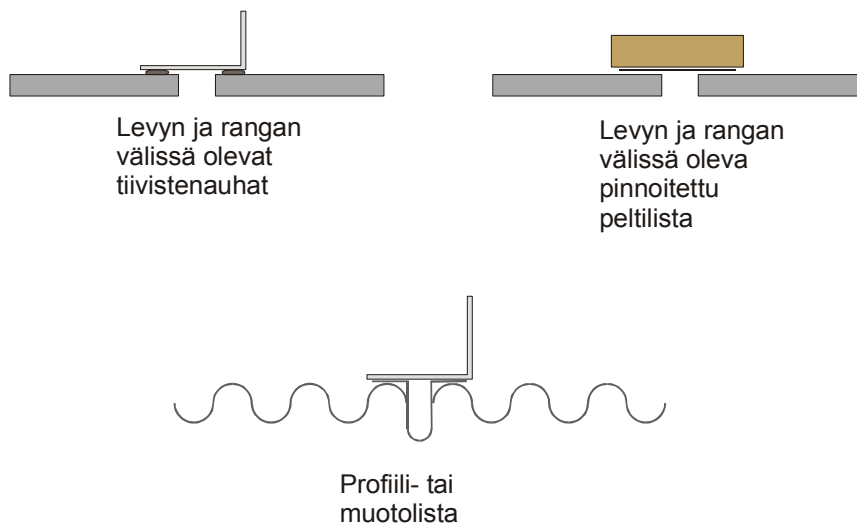
- kosteustekniseen toimivuuteen
 - o sadeveden tiivyyteen
 - o rakenteen tuulettumiseen
- lämpö- ja kosteusliikkeisiin
 - o muodonmuutosten salliminen
- ulkonäköön
 - o saumojen korostaminen tai häivyttäminen
 - o seinän ulkonäön muuntelu
 - nauhamaisuus, ruutumaisuus, kasettijulkisivu jne.
 - o saumojen väritys

Seuraavassa on kuvattu periaatteellisia saumaratkaisuja erilaisilla levytyypeillä.

Vaakasaumat

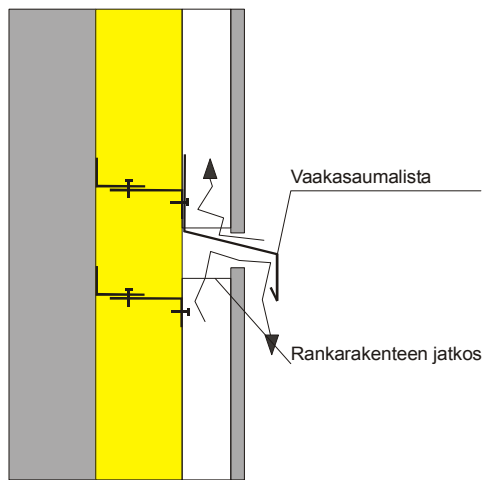


Pystysaummat



Kuva 15 Saumaratkaisuja levymäisillä tuotteilla

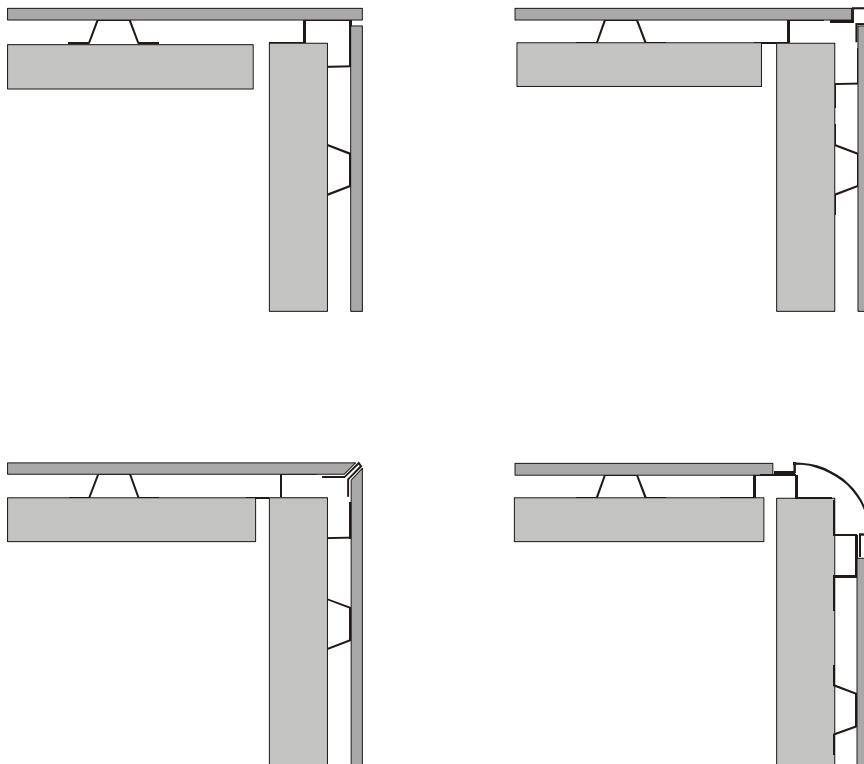
Vaakasaumohin on mahdollista sijoittaa myös palokatkoja.



Kuva 16 Vaakasauman palokatko

5.3.2 Nurkkaliitokset

Levyjulkisivujen nurkkaliitokset voidaan tehdä joko valmiilla tuotekohtaisilla sovitepaloilla tai erilaisilla listoilla.



Kuva 17 Erilaisia ulkonurkkaliitoksia