



TEKNIikka JA LIIKENNE

Rakennustekniikka

Rakennustuotantotekniikka

INSINÖÖRITYÖ

PELTI-VILLA-PELTI-ELEMENTTIEN ONGELMAT JA NIIDEN ENNALTAEHKÄISY

**Työn tekijä: Jari-Pekka Willman
Työn ohjaaja: Risto Lindroos**

Työ hyväksytty: ____ . ____ . 2010

**Timo Riikonen
lehtori**

ALKULAUSE

Tämä insinööriö tehtiin YIT Rakennus Oy TTP yksikölle. Haluan kiittää työpäällikkö Risto Lindroosia mielenkiintoisen aiheen ehdottamisesta ja erittäin kannustavasta asenteesta työharjoittelun ja opinnäytetyön aikana. Työmaalta työharjoittelun aikana kerätty empiirinen tutkinta oli opinnäytetyön kannalta palkitsevaa. Haluan myös kiittää vuositakuukorjauksista vastaavaa Timo Pihlmania, jonka valokuvista ja esimerkkikohteista sain todella paljon materiaalia opinnäytetyön laadintaan.

Kiitän erityisesti avovaimoani Sallaa opiskeluaikana annetusta tuesta. Haluan myös kiittää kurssikavereita hyvästä yhteishengestä ja tsemppaamisesta koko opiskeluajan.

Helsingissä 23.4.2010



Jari-Pekka Willman

TIIVISTELMÄ

Työn tekijä: Jari-Pekka Willman	
Työn nimi: Pelti-villa-pelti-elementtien ongelmat ja niiden ennaltaehkäisy	
Päivämäärä: 23.4.2010	Sivumäärä: 42 s. + 3 liitettä
Koulutusohjelma: Rakennustekniikka	Suuntautumisvaihtoehto: Rakennustuotantotekniikka
Työn ohjaaja: Lehtori Timo Riikonen	
Työn ohjaaja: Työpäällikkö Risto Lindroos	
<p>Rakentaminen on nykyään pääsääntöisesti valmistuotteiden käyttöön perustuvaa. Valmistuotteet ovat standardien mukaan testattuja ja niille on tarjolla valmiita valmistajien laatimia suunnitelmia sekä detaljeja. Valmisosien käyttäminen on myös kustannustehokasta ja aikataulullisesti nopeata.</p> <p>Hallimaisten rakennelmien julkisivuissa käytetään usein kevyitä elementtejä, jolloin pelti-villa-pelti-elementit ovat varteenotettava vaihtoehto. Pelti-villa-pelti-elementit koostuvat kivivillaeristelmelleistä, jonka pintaan on liimattu teräsohutlevyt tai muu käyttötarkoitukseen sopiva pintamateriaali molemmiin puolin. Elementit asennetaan runkorakenteeseen tarkoitukseen sopivilla kiinnikkeillä ja toisiinsa ponteistaan.</p> <p>Elementteihin liittyvien saumojen pellitysten ja listoitusten asennus- ja rakennustekniset detaljit ovat elementtien suurin ongelmien aiheuttaja. Näiden tiiveydellä on iso merkitys elementtien virheettömän toiminnan kannalta. Pellityksissä tulee huomioida lämpötilavaihteluista aiheutuvat ongelmat.</p> <p>YIT Oyj halusi selvittää, mistä elementtien ongelmat johtuvat, miten ne ennaltaehkäistään ja korjataan. Samalla haluttiin koota ongelmat ja ratkaisut kokonaisuudeksi, jotta tietoja ei tarvitse etsiä useista lähteistä.</p>	
Avainsanat: Pelti-villa-pelti-elementit, ongelmat, virheet, ennaltaehkäisy	

Name: Jari-Pekka Willman

Title: How to prevent problems with light-weight sandwich panel elements

Date: 23 April 2010

Number of pages: 42 pages + 3 appendices

Department:
Civil Engineering

Study Programme:
Construction and Site Management

Instructor: Timo Riikonen, Lecturer

Supervisor: Risto Lindroos, Project manager, B.Sc

Nowadays construction work is mainly based on prefabricated elements. Prefabricated elements are tested according to standards and there is also a vast variety of ready-made details and plans open for public. The use of prefabricated elements is both cost-effective and fast schedule-wise.

Light-weight elements are often used in hall-like constructions and that is why light-weight sandwich panel elements are noteworthy option. Light-weight sandwich panel elements consist of rock wool-sheets and sheet steel or similar surface material, which are glued together. Special fasteners are used when installing light-weight sandwich panel elements to framework. The light-weight sandwich panel elements are fastened together by tongue-and-groove-joint.

The most common cause of problems with the light-weight sandwich panel elements are joints between two horizontal elements. The sheet metal cladding of these joints often leak due to climate temperature variations and poor seaming.

YIT Construction Limited wanted to find out the most common cause of problems with the light-weight sandwich panel elements. The company also wanted to gather the research together so that the methods of prevention and repairing of these problems can be found from one source.

Keywords: light-weight sandwich panel elements, problems, faults, prevention

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	1
1.1	Tausta ja tavoite	1
1.2	Tutkimusmenetelmät	1
1.3	Rajaus	2
2	TUTKIMUSTULOKSET	2
2.1	Pelti-villa-pelti-elementin käyttökohteet	2
2.2	Pelti-villa-pelti-elementin rakenne ja ominaisuudet	3
2.2.1	<i>Rakenne</i>	3
2.2.2	<i>Materiaalit</i>	4
2.2.3	<i>Tekniset ominaisuudet</i>	5
2.2.4	<i>Palotekniset ominaisuudet</i>	5
2.2.5	<i>Elementin kiinnitys</i>	6
2.2.6	<i>Kiinnikkeet</i>	8
2.2.7	<i>Pintavariaatiot</i>	8
2.3	Asennus	9
2.3.1	<i>Elementtien vastaanotto</i>	9
2.3.2	<i>Kuorman purku</i>	9
2.3.3	<i>Elementtien varastointi</i>	11
2.3.4	<i>Elementtien käsittely ja työstö</i>	12
2.3.5	<i>Elementtien asennus</i>	12
2.3.6	<i>Työturvallisuus</i>	18
2.3.7	<i>Tarkastukset asennuksen jälkeen</i>	20
3	TYYPILLISIMMÄT ILMENNEET VIRHEET JA ONGELMAT	20
3.1	Yleistä	20
3.2	Saumojen tiiveys	21
3.2.1	<i>Ongelman kuvaus</i>	21
3.2.2	<i>Virhe</i>	21
3.2.3	<i>Ennaltaehkäisy</i>	22
3.2.4	<i>Korjaus</i>	23
3.3	Eristemateriaalin kastuminen	24
3.3.1	<i>Ongelman kuvaus</i>	24
3.3.2	<i>Virhe</i>	25
3.3.3	<i>Ennaltaehkäisy</i>	25
3.3.4	<i>Korjaus</i>	26

3.4	Lämpöliike ja sen estäminen	26
3.4.1	<i>Ongelman kuvaus</i>	26
3.4.2	<i>Virhe</i>	27
3.4.3	<i>Ennaltaehkäisy</i>	28
3.4.4	<i>Korjaus</i>	28
3.5	Asennusvirhe	29
3.5.1	<i>Ongelman kuvaus</i>	29
3.5.2	<i>Virhe</i>	29
3.5.3	<i>Ennaltaehkäisy</i>	30
3.5.4	<i>Korjaus</i>	31
3.6	Väärät työstö- ja käsittelytavat	32
3.6.1	<i>Ongelman kuvaus</i>	32
3.6.2	<i>Virhe</i>	32
3.6.3	<i>Ennaltaehkäisy</i>	33
3.6.4	<i>Korjaus</i>	34
3.7	Läpiviennit	35
3.7.1	<i>Ongelman kuvaus</i>	35
3.7.2	<i>Virhe</i>	35
3.7.3	<i>Ennaltaehkäisy</i>	36
3.7.4	<i>Korjaus</i>	36
3.8	Räystäät	37
3.8.1	<i>Ongelman kuvaus</i>	37
3.8.2	<i>Virhe</i>	37
3.8.3	<i>Ennaltaehkäisy</i>	38
3.8.4	<i>Korjaus</i>	38
4	POTENTIALAALISTEN ONGELMIEN ANALYYSI	39
5	LOPPUYHTEENVETO	41
	VIITELUETTELO	42
	LIITTEET	
	LIITE 1 Rautaruukki Oyj:n laatima matalakaton ylösnostodetalji	
	LIITE 2 Itselleluovutuspöytäkirja	
	LIITE 3 RT-Ympäristöseloste Sandwich -kevytelementtijärjestelmä (SPA)	

1 JOHDANTO

1.1 Tausta ja tavoite

Opinnäytetyö tehdään YIT Rakennus Oy:n pääkaupunkiseudun toimitilayksikölle. Toimitilayksikön palveluihin kuuluvat logistiikka-, liike- ja toimitilarakentaminen.

Yrityksessä halutaan minimoida pelti-villa-pelti-elementtien asennusvirheet niihin liittyvine detaljeineen sekä elementtien ominaisuuksista johtuvia ongelmia. Vuositakuuhuolloissa ilmenee usein sellaisia virheitä, mihin oltaisi voitu vaikuttaa jo asennusaikana.

Tutkimusongelmana on tiedon puute elementtien asennusdetaljeista, yleisimmistä virheistä ja niiden ennaltaehkäisy menetelmistä. Elementtivalmistajien tarjoamat asennusohjeet ovat parhaimmillaan hyvää pohjatietoa, mutta eivät yksinään riittäviä. Osa valmistajista onkin havahtunut hyvin suunniteltujen detaljien puuttumiseen ja suunnitellut ratkaisuja ilmenneiden ongelmien perusteella. Tästä huolimatta liikkeellä on urakoitsijoita, jotka eivät ole näistä tietoisia tai eivät ole niihin perehtyneet, jolloin tilaajan on hyvä urakan aloituspalaverissa käydä kriittisimmät kohdat läpi.

Työn tavoitteena on kerätä tietoa elementtien ominaisuuksista, asennustavoista, detaljeista, tarvikkeista ja selvittää, mistä elementtien yleisimmät ongelmat ja asennusvirheet johtuvat. Asennusvirheistä kerätään esimerkkejä, kerrotaan mistä ne johtuvat, miten ne korjataan ja miten ne voidaan välttää jatkossa. Elementtien ominaisuuksista johtuvista ongelmista selvitetään niiden syyt, miten haitat minimoidaan ja kuinka ne voidaan korjata.

1.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmiä olivat kirjallisuuden tutkiminen, vuositakuukorjauksissa ilmenneiden ongelmien tarkastelu sekä pelti-villa-pelti-elementtien asennuksen seuraaminen alusta loppuun YIT Rakennus Oy:n Koivuhaan Liiketalo työmaalla.

Kirjallisuus auttoi tutkimaan elementtien ominaisuuksia, materiaaleja, asennustapoja, asennusvirheitä ja ongelmia. Työmaalla kerätty empirinen tutkimus auttoi referenssimateriaalin keräämisessä virheiden ja ongelmien rapor-

tointiin. Vuositakuuhuolloissa ilmi tulleita virheitä ja ongelmia selvitettiin kyselyllä vuositakuukorjauksia tehneeltä Timo Pihlmanilta tietoa pelti-villa-pelti-elementtien ongelmista ja virheistä.

1.3 Rajaus

Tässä opinnäytetyössä keskitytään tutkimaan pelti-villa-pelti-elementtien käyttöä julkisivurakenteena sekä ongelmia, joita rakenteessa on ilmentynyt. Lisäksi tutkitaan elementtiasennukseen liittyvien töiden aiheuttamia ongelmia, kuten saumojen pellityksiä ja läpivientejä. Elementtien käyttöä väliseinissä, yläpohjissa ja osastoivissa rakenteissa ei tutkita tarkemmin.

2 TUTKIMUSTULOKSET

2.1 Pelti-villa-pelti-elementin käyttökohteet

Nykypäivän rakentaminen on pitkälti tuotteistettua. Tämä tarkoittaa sitä, että rakentaminen on siirtynyt paikallarakentamisesta valmiiden rakennusosien tai elementtien käyttämiseen. Osalta tämä johtuu kiristyneistä aikatauluista, jolloin paikallarakentaminen ei ole mahdollista aikataulun puitteissa. Samoin kustannustehokkuus voi olla moninkertainen verrattuna paikallarakentamiseen.

Eräs yleisesti käytetty tuote hallimaisten rakennusten julkisivuissa on pelti-villa-pelti-elementti. Elementtijärjestelmää voidaan käyttää myös väliseiniin, yläpohjiin, kylmätiloihin ja osastoihin rakenteisiin. Elementin pinnoite ja eristemateriaali valitaan kulloisenkin käyttökohteen tarpeiden mukaan. Elementtien keveys ja esivalmisteisuus tuovat nopeutta ja kustannustehokkuutta rakentamiseen, sillä suuria ja raskaita nostolaitteita ei tarvita.

Yleisimmät käyttökohteet:

- teollisuusrakentaminen
- IV-rakentaminen
- maatalousrakentaminen
- elintarviketeollisuuden rakentaminen ja puhdistilat
- logistiikkarakentaminen

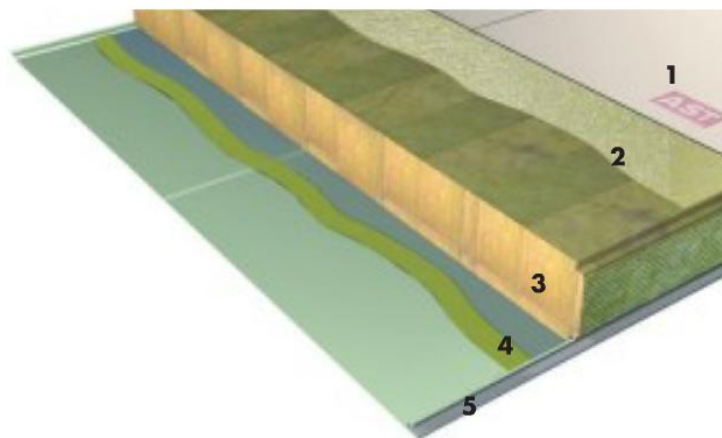
- voimalaitokset
- toimisto- ja liikerakennukset
- urheilurakennukset.

Hyvistä ominaisuuksistaan huolimatta voidaan elementit pilata huolimattomalla varastoinnilla, asennuksella, detaljoinnilla, suojauksella tai työstämisellä. Huolimatta siitä, että elementtien toimittajilta löytyy hyviä asennusohjeita ja detaljeja, tapahtuu asennusvirheitä melkoisesti varsinkin tiiveyden ja saumojen pystypellityksessä. Myöskään itse materiaali ei ole täydellinen. Esim. elementin pelti liikkuu lämpöliikkeen vaikutuksesta, mikä aiheuttaa villan ja pellin liimaukseen jännityksiä. Varsinkin suomalaisessa ilmastossa julkisivuelementtien lämpöliikkeet on huomioitava ja ymmärrettävä jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Talvisin elementin sisäpinnan laajenemisesta ja ulkopinnan kutistumisesta voi seurata rakennuksen tiiveyden kannalta epäedullisia hammastuspyrkimyksiä elementtien saumakohdissa.

2.2 Pelti-villa-pelti-elementin rakenne ja ominaisuudet

2.2.1 Rakenne

Pelti-villa-pelti-elementit koostuvat pääasiassa metalliohutlevyistä ja niiden välissä olevasta villalamelleista. Ydin ja pintalevyt on yhdistetty toisiinsa käyttäen erikoisliimaa. Elementin kuormankantokyky perustuu liittovaikutukseen. Perusrakenne on eri valmistajilla sama, mutta materiaalit ja tekniikat voivat vaihdella.



Kuva 1. Leikkaus Paroc:n Panel System -elementistä /4/.

2.2.2 Materiaalit

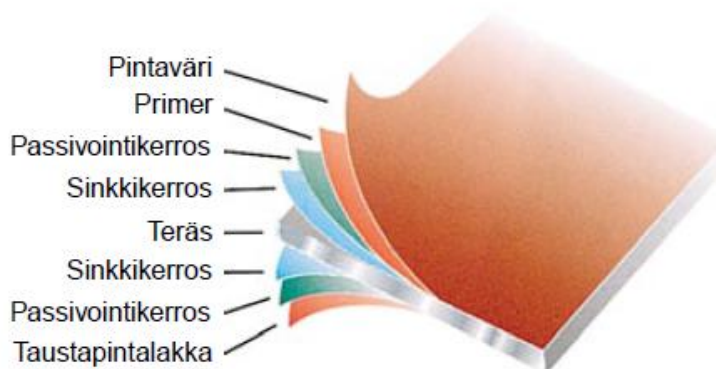
Pelti on sinkittyä ja pinnoitettu käyttökohteen vaatimusten mukaisella pinnoitteella. Yleisimmin maalipinnoitteina käytetään Pural-, PVDF- tai polyesteripinnoitteita. PVDF on polyvinyylideenifluoridia eli kestumuvia. Pural on polyuretaani-hartsin perustuva pinnoite, jolla saadaan aikaan hyvää korroosion kestävyys. Polyesteri on polyesterihartsin perustuva pinnoite, mikä kestää kohtuullisesti muovausta ja sen sään- sekä korroosionkestävyys ovat hyvät.

Peltien välissä olevat villalamellit liimataan monikerros pohjamaalattuun peltiin käyttäen erikoisliimaa. Eristevilla käsitellään ominaisuuksiltaan vettä hylkiväksi eli ei-hygroskooppiseksi, ja ei-kapillaariseksi. Tämän vuoksi vesi ei pääse imeytymään villaan. Kosteus ei valmistajien mukaan myöskään vaikuta ytimen ja liimasidoksen säilyvyyteen, mutta kastumisen salliminen ei silti ole hyvän rakentamistavan mukaista.



Kuva 2. Elementtien paljaat villapinnat eivät saa kastua vaan ne tulee suojata.

Käytettävä eriste tai pelti vaihtelee eri valmistajan tai käyttökohteen mukaan. Puhdastiloissa tai elintarviketeollisuudessa käytetään erikoispintamateriaaleja kuten ruostumatonta ja haponkestävää terästä.



Kuva 3. Peltipinnan pinnoituskerrokset /4 /.

Muun muassa Kingspan ja Rautaruukki Oyj ovat tuoneet markkinoille polyuretaani eristeisiä elementtejä, mikä mahdollistaa erilaisten pintaprofiilien käytön jäykän eristeen ansiosta. Elementit koostuvat kahdesta kuumasinkityistä ja maalipinnoitetusta teräsohutlevystä joiden eristeenä on itsestään sammuvaa polyuretaanivaahtoa. Polyuretaani on ominaisuuksiltaan lähes vettä imemätön, sillä se imee vettä n. 1% omasta painostaan. Valmistajasta ja tuotteesta riippuen elementtejä voidaan käyttää normaaleissa ulkoseinissä tai kylmä- ja pakkasvarastoissa. Tyypillisesti polyuretaanieristeisiä elementtejä käytetään kylmä- ja pakkasvarastoissa niiden lämmöneristävyys- ja tiiveyden vuoksi.

2.2.3 Tekniset ominaisuudet

- Sandwich -kevytelementti koostuu metalliohutlevystä ja niiden välissä olevasta lamellivillasta.
- Elementin materiaalina käytetään konstruktiivista mineraalivillaa. Elementtityypeissä W2 (nimellistiheys 115 kg/m^3) ja W3 (120 kg/m^3) käytetään kivivillaa ja elementtityypissä W1 (nimellistiheys 80 kg/m^3) käytetään lasivillaa.
- Elementin maksimipituus 12 000 mm. Hyötyleveys: 1 200 mm.
- Elementin paksuusluokat: 80, 100, 125, 150, 175, 200 mm
- Teräksen vahvuus t =yleisin 0,6 (0,7) mm. Pinnoitteena käytettävän sinkkikerroksen massa 275 g/m^2 . Maalipinnoitevaihtoehdot: PVDF, PVDF HB, PVDF HB + L, PVDF HIARC, PURAL, Polyesteri. /9./

2.2.4 Palotekniset ominaisuudet

Pelti-villa-pelti-elementit on valmistettu palamattomista materiaaleista, maalipinnoitetusta teräsohutlevystä ja mineraalivillasta. Elementit ovat tyyppihyväksytyjä palonkestävyyden, lujuuden ja lämmöneristävyys-suhteen. Julkisivurakenteissa elementti estää paloa leviämistä osastojen välillä, koska elementin osat eivät levitä tulta. Palonkestävänä rakenteena elementtiä voi myös käyttää ei-kantavissa seinissä ja osastoivissa yläpohjissa. Osastoivissa rakenteissa pitää kuitenkin olla erityisen huolellinen rakenteiden tiiveyden kanssa. Paroc Oy Ab:n ja Rautaruukki Oyj:n elementit ovat eurooppalaiselta palotekniseltä luokitukseltaan A2-s1,d0.

Paroc Oy Ab:n kotisivuilla on eurooppalaisesta paloluokituksesta sanottu seuraavaa:

Euroluokituksessa rakennusmateriaalien testimenetelmät perustuvat harmonisoituihin eurooppalaisiin standardeihin. Itse luokitus tapahtuu eurooppalaisen EN-standardin mukaisesti. Rakennustarvikkeiden palo-ominaisuudet kuvataan paloluokilla A1, A2, B, C, D, E ja F. A1-luokkaan kuuluvat tarvikkeet, jotka eivät osallistu lainkaan paloon. A2-luokkaan kuuluvat tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu. Savun tuotto ja pisarointi ilmaistaan lisämääreillä s ja d. Savun tuoton luokitus on s1, s2, s3 ja pisaroinnin d0, d1, d2. Merkintä s1 tarkoittaa, että savuntuotto on erittäin vähäistä. Merkintä d0 puolestaan tarkoittaa, että palavia pisaroita tai osia ei esiinny. /4./

Polyuretaanieristeiset elementit käyvät saman standardisoidun testauksen kuin villaeristeiset elementit. Käytetty Isophenic Polyuretaani (IPN) on eristekyvyltään normaalin polyuretaanin veroinen, mutta on ominaisuuksiltaan paljonkestävä materiaali. Se ei myöskään levitä paloa, sammuu itsestään ja tuottaa hyvin vähän savua.

Esim. 100 - 200 mm paksuiset Kingspan Firesafe -seinäelementit on testattu EN 13501–2:2007 -standardin mukaisesti ja ne ovat saaneet luokituksen EI 30.



Kuva 4. Standardin mukaista Kingspan Firesafe -tuotesarjan testausta /6 /.

2.2.5 Elementin kiinnitys

Elementit asennetaan yleisesti joko vaakaan tai pystyyn. Elementit kiinnitetään läpimenevillä kiinnikkeillä tai kiinnityslevyillä. Kiinnittämisessä tulee olla huolellinen ja käyttää sopivia kiinnikkeitä. Kiinnikkeitä ei saa ylikiristää, jottei kiinnitys menetä lujuuttaan eikä elementtiin tule painaumuksia kiinnikkeen kohdalle.

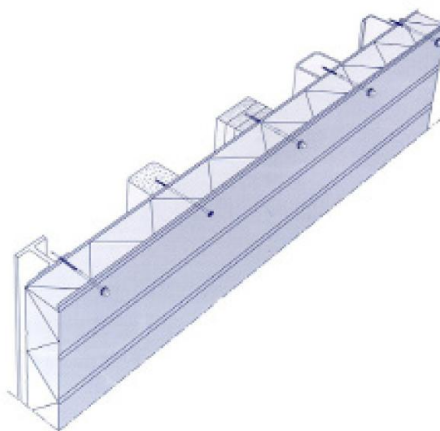
Tyypillisin elementin kiinnitystapa on liittää se suoraan elementin läpi runkoon. Elementtiä kiinnittäessä tai mitoittaessa on huomioitava tukipinnan leveys, jonka on oltava vähintään 40 mm. Kiinnikkeiden valintaan vaikuttaa tuen materiaali, paksuus ja olosuhteet. Kiinnitykset suunnitellaan ottaen huomioon käyttökohteen asettamat vaatimukset ja kuormitukset.



Kuva 5. Ylikiristetyistä kiinnikkeistä johtuva painauma.

Elementtejä kiinnittäessä tulee kiinnikkeille porata esireikä elementin läpi. Missään tapauksessa ei kiinnikkeitä saa lyödä elementin läpi, sillä se aiheuttaa peltipinnan lommoutumisen ja lujuuden alentumista. Myös kiinnikkeitä kiristettäessä on syytä käyttää rajoitinta, jottei elementin pinta lommoonu.

Elementit kiinnitetään rakennesuunnittelijan tai valmistajan mitoituksen mukaan. Kiinnitystiheys, kiinnikkeiden tyyppi, reunaetäisyydet ja muut kiinnitysdetailit määritetään tapauskohtaisesti suunnittelijan toimesta.



Kuva 6. Elementit kiinnitetään rungon materiaaliin sopivilla kiinnikkeillä /2/.

2.2.6 Kiinnikkeet

Kiinnikkeiden tulee olla käyttöön soveltuvia ja kiinnikkeitä valittaessa tulee ottaa huomioon käyttöolosuhteiden asettamat vaatimukset. Näin varmistetaan kiinnityksen pitkäikäisyys sekä kiinnikkeen korroosionkestävyys. Kiinnikkeiden on oltava tiivisteellisiä kannastaan, jolloin vesi ei pääse valumaan kiinnikkeen pintaa myöten elementin eristekerrokseen.

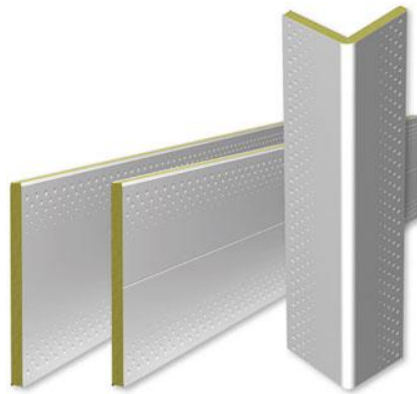
Elementtien kiinnityksestä on Rautaruukki Oyj:n Sandwich Panel SPA asennus- ja käyttöohjeessa sanottu seuraavaa:

Elementin kiinnityksessä tulee kiinnikkeitä aina olla vähintään kaksi kappaletta elementin päässä ja nurkka-alueilla kolme. Usein kiinnikkeitä tulee kuormitusten vuoksi olla enemmän. Elementit kiinnitetään rungon materiaaliin sopivilla kiinnikkeillä, esim. poraruuvilla tai vetomutterilla. Elementin kiinnityksessä ja mitoittamisessa on otettava huomioon tukipinnan leveys, jonka on vähintään oltava 40mm. Kiinnitettäessä syntyvät porauslasut poistetaan naarmuttamasta pintoja. /2./

Elementin kiinnittäminen yli 14mm paksuun teräkseen onnistuu vain itsekierteistävällä ruuvilla tai kierreholkkikiinnityksellä. Tällainen kiinnitystapa vaatii esireiät. Sisäkierehylyt voidaan hitsata teräsrunkoon jo konepajalla ja käyttää kiinnitykseen kiinnityslattaa. Kiinnityslatta tulee kuitenkin aina lukita elementin pintalevyyn. Kierreholkkikiinnityksessä tulee ottaa huomioon elementin oman painon vaikutus. Tyypillisesti matalissa rakennuksissa (<7m) ei tarvita elementin läpimeneviä kiinnikkeitä, mutta korkeammissa rakennuksissa elementit on lukittava myös tässä suunnassa (joka viides elementti). Myös aukkojen yläpuoliset elementit tulee aina kiinnittää läpi rakennuksen runkoon. /2./

2.2.7 Pintavariaatiot

Eri valmistajilla on erilaisia variaatioita peltipinnoille. Peltipinta voidaan muotoilla rajallisesti, mikäli eristemateriaalina on joustava villa. Peltielementin rakenteellinen lujuus heikkenee pellin taipuessa ja liika taipuminen aiheuttaa levyrakenteen lommahtamisen eli rakenne menettää kantavuutensa. Tavallisimmat variaatiot pelti-villa-pelti-elementtien pinnassa ovat erilaiset urat, kohoumat, painumat sekä hyvin hillityt aaltoilut.



Kuva 7. Esimerkkejä Parocin valmistamista pelti-villa-pelti-elementeistä /4 /.

Eistemateriaalin ollessa polyuretaania voivat pinnan variaatiot olla korkea-profiilisempia. Elementin pintapelti tukeutuu polyuretaanin jäykkään eristeseen. Jäykkä eristemateriaali ottaa paremmin vastaan myös elementtiin kohdistuvia jännitteitä eikä jousa samalla tavalla kuin eristevilla.



Kuva 8. Kingspanin valmistama polyuretaanieristeinen ja korkeaprofiilinen elementti.

2.3 Asennus

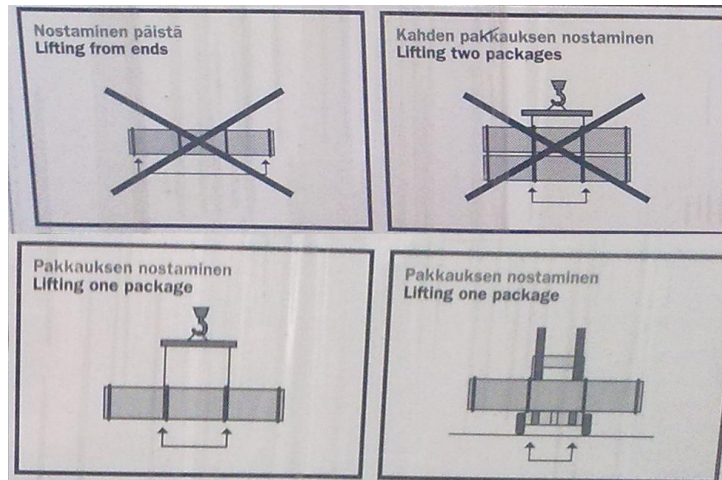
2.3.1 Elementtien vastaanotto

Elementtejä vastaanottaessa tulee tarkistaa, että toimitettu tavara tai tavaraerä on tilauksen mukainen ja läheteessä mainitut tavarat löytyvät. Mikäli toimitetut tavarat ovat virheellisiä, vääriä tai niissä ilmenee kuljetusvaurioita, tulee havainnoista tehdä selvitys rahtikirjaan ja ilmoittaa asiasta viipymättä myyjälle. Vasta tarkistuksen ja mahdollisten selvitysten jälkeen voidaan rahtikirja hyväksyä ja allekirjoittaa.

2.3.2 Kuorman purku

Yleensä kuorman mukana tulee pakkauksiin kiinnitetyt kertakäyttöliinat, joiden avulla kuorma voidaan purkaa. Missään tapauksessa ei pakkauksien nostamiseen saa käyttää teräsvaijereita tai ketjuja. Myöskään liian lyhyitä lii-

noja tai ns. hirttosilmukkaa ei saa käyttää nostettaessa pakkauksissa, sillä alimmaisten ja päällimmäisten elementtien pontit saattavat vaurioitua.



Kuva 9. Elementtipakkauksesta löytyvät nosto-ohjeet.

Mikäli käytössä ei ole tarkoitukseen sopivaa nostinta tai liinoja, voidaan elementit purkaa trukkia käyttäen. Tällöin tulee varoa vahingoittamasta elementtien pintaa. Pakkaukset puretaan yksi kerrallaan nostamalla pakkauksen keskeltä poikittaistukien sisäpuolelta. Jos pakkauksia nostetaan väärästä kohdasta, on vaarana pakkauksen alimman elementin vaurioituminen.

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta on sanottu seuraavaa elementtien varastoinnista ja siirroista luvussa kahdeksan:

38 §

Elementtien siirto kuljetusvälineestä varastoon ja varastointi

Elementtien siirrossa, nostossa ja varastoinnissa on noudatettava valmistajan antamia tuotekohtaisia ohjeita.

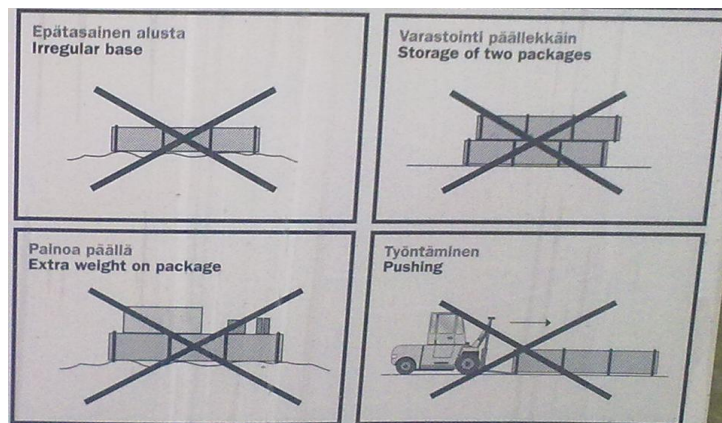
Ennen elementtien nostamista ja siirtämistä on todettava, että elementtien kunto on asianmukainen ja ettei niissä ole kuljetuksesta tai siirrosta aiheutuneita vaurioita.

Jokaisessa elementissä on oltava tarpeelliset tunnistetiedot valmistajasta, elementin painosta, merkinnät sen turvallisesta nostamisesta sekä elementin valmistuspäivämäärästä. Elementti tai pakkaus on varustettava näkyvällä ja pysyvällä merkinnällä, josta ilmenee elementin kokonaispaino. Jos elementin tarkkaa painoa ei voida ilmoittaa, on merkittävä likimääräinen paino. Merkitsemätöntä elementtiä ei saa nostaa, siirtää eikä asentaa ilman valmistajan antamaa luotettavaa selvitystä.

Nostoja varten on työmaalla tarvittaessa oltava tieto elementin painopisteen sijainnista. Elementin valmistajan on annettava tarpeelliset ohjeet elementtien purkamisesta, varastoinnista, nostoista ja asentamisesta. Elementtien varastoinnissa on käytettävä elementin varastointiin soveltuvaa tapaa. Elementtien varastointitelineen on oltava turvallinen, soveltuva kyseessä oleville elementeille ja vakavuudeltaan riittävä rakennustyömaan olosuhteet huomioon ottaen. Varastointitelineen turvallinen käyttö on varmistettava olosuhteiden muuttuessa ja elementtejä siirrettäessä. /10./

2.3.3 Elementtien varastointi

Optimi sijoitusalue elementtipakkauksille on kalteva, mutta tasainen alusta, jolloin elementtien väliin mahdollisesti joutuva vesi pääsee valumaan tai haihtumaan pois. Elementtipakkauksia ei saa varastoida päällekkäin, ei edes poikittaistuet vastakkain. Ulkona säilytettävät elementtipakkaukset tulee pitää pakkauksissaan siihen asti kunnes niitä aletaan asentaa. Pidempiaikaisesta säilytyksestä varten pakkaukset on syytä varastoida sisätiloihin. Työpäivän päätteeksi avattu elementtipakkaus tulee suojata sateelta ja kosteudelta.



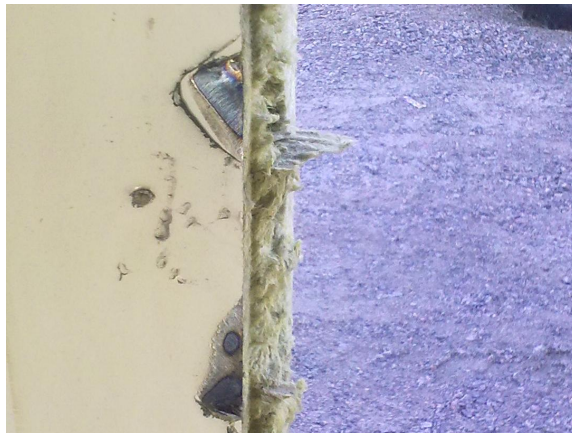
Kuva 10. Elementtipakkauksesta löytyvät varastointiohjeet.



Kuva 11. Elementtipakkauksen toinen pääty on lammikossa ja elementti käyttökelpoton.

2.3.4 Elementtien käsittely ja työstö

Elementtejä käsiteltäessä tulee huomioida niiden vaurioherkkyys. Peltipinta on altis naarmuuntumiselle ja asennettaessa tai siirrettäessä elementtejä tulee käyttää siihen soveltuvia menetelmiä. Elementtien pinnalla oleva suojakalvo ei suojaa elementtien pintaa vaurioilta ja se tulee poistaa mahdollisimman pian asennuksen jälkeen. Elementtien eristevillaydin tulee suojata sateelta, jottei eriste pääse kastumaan. Elementtien leikkaamiseen ei saa käyttää kulmahiomakonetta tai muuta työkalua josta pelti kuumenee tai aiheuttaa kipinöintiä. Peltipinnan kuumeneminen ja kipinöiminen rikkoo maalipinnan, jolloin paljas pelti on altis kosteudelle ja näin ollen ruosteelle. Ruostuminen aiheuttaa loppujen lopuksi maalipinnan hilseilyn pois pellin pinnalta ja ruostevalumajälkiä. Oikeaoppinen tapa leikata elementtien peltiä on käyttää käsikäyttöistä levyleikkuria tai pyörösahaa, jossa on käyttöön soveltuva terä. Jäljelle jäänyt villa leikataan esim. villaveitsellä. Mahdolliset työstöjätteet tulee poistaa elementtien pinnalta vaurioiden ehkäisemiseksi.



Kuva 12. Väärästä leikkaamistavasta aiheutuneita vaurioita.

Elementtien pinnalla olevat likatahrat voidaan poistaa vesipesulla tai laimealla pesuaineella. Mikäli elementin maalipinta vaurioituu, voidaan se paikkaamalla. Pienet maalipinnan vauriot korjataan paikkamaalalla, mutta isot vauriot korjataan maalaamalla koko elementti uudestaan tai vaihtamalla elementti uuteen. Jos elementin pintapeltiin tulee reikä tai rakenteen tiiviys ja kestävyys vaarantuu, tulee elementti vaihtaa uuteen.

2.3.5 Elementtien asennus

Valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta on sanottu seuraavaa elementtien asennuksesta luvussa kahdeksan:

36 §

Elementtirakentamisen suunnitelmat

Elementtirakentamiseen liittyvien suunnitelmien on oltava kirjallisina työmaalla. Rakennesuunnittelijan on annettava toteutuksesta vastaaville elementtien asennussuunnitelman laadintaa varten riittävät tiedot elementtien asennusjärjestyksestä, väliaikaisesta tuennasta ja lopullisesta kiinnittämisestä siten, että rakenteellinen vakavuus säilyy kaikissa asennustyön vaiheissa. Lisäksi on annettava tiedot elementtien turvallisesta nostosta ja käsittelystä sekä työnaikaisista asennustasoista, suojakaiteista ja muista turvallisuuslaitteista ja niiden kiinnittämisestä. Rakentamiseen liittyvissä geoteknisissä suunnitelmissa on otettava huomioon nostolaitteista ja elementtien varastoinnista aiheutuvat väliaikaiset kuormat.

Elementtien asennussuunnitelmassa huomioon otettavista asioista on esimerkkiluettelo tämä asetuksen liitteessä 3.

37 §

Elementtien asennussuunnitelma

Päätoteuttajan on huolehdittava, että elementtien asennussuunnitelma on kirjallisena työmaalla.

Elementtien asennussuunnitelmassa on oltava suunnittelijoiden hyväksymismerkintä.

Asennussuunnitelmassa on otettava huomioon valmistajan antamat tuotekohtaiset ohjeet.

Elementtien asennussuunnitelmassa on selvitettävä nostotyössä käytettävä nostokalusto, taakkojen paino elementtityypeittäin, nostopaikat, nostoapuvälineet elementtityypeittäin, nostojen ohjaus ja mahdolliset rajoitukset. Asennussuunnitelmassa on elementin asennusnosturiksi valittava torninosturi, ajoneuvonosturi tai muu suoritusarvoltaan riittävä ja muilta ominaisuuksiltaan tarkoitukseen suunniteltu ja soveltuva nosturi.

Elementtien asennussuunnitelmassa on esitettävä ohjeet sekä väliaikaisesta tuennasta että tuennan purkamisesta asennusvaiheittain.

40 §

Elementin tuenta ja kiinnitys

Ennen asennustyön alkua on tarkastettava elementtiä kantavien rakenteiden kunto sekä asennusalustan ja elementin kiinnityskohtien kunto. Niissä ei saa olla haitallisia murtumia eikä lohkeamia. Elementin kiinnitysosien on oltava kunnossa ja paikoillaan.

Asennettava elementti on tarkastettava silmämääräisesti ennen asennusta valmistajan ohjeiden mukaisesti. Näiden ohjeiden mukaan tarkastettavan elementin kiinnitysosien on oltava kunnossa ja paikoillaan. Jos tarkastettavan elementin kiinnitysosissa on turvallisuutta vaarantavia puutteita, ei elementtiä saa asentaa.

Elementin asennuksessa on huolehdittava osittain asennettujen rakenteiden vakaudesta, lujuudesta ja paikallaan pysymisestä, tarpeellisten väliaikaisten siteiden ja tukien käytöstä sekä sivusuuntaisen kestävyuden aikaansaamisesta.

Nostoapulaitteita ei saa irrottaa ennen kuin on varmistettu, että elementti pysyy kiinni ja on tuettu asennussuunnitelman mukaisesti. Tukia ei saa poistaa ennen elementin lopullista kiinnittämistä. /10./

Elementtien nostamiseen ja asentamiseen on tarjolla useampia erilaisia nostimia. Tavallisesti elementtien valmistajalla on tarjota tarkoitukseen soveltuva nostin, mutta nostimen hankkiminen muualta kuin valmistajalta on todennäköisesti kustannuksiltaan halvempi vaihtoehto.

Esimerkiksi alipainenostin on elementtien asennukseen soveltuva asennuslaite. Alipainenostimen puomin päässä on imukuppivivistöuloke, jonka niveltä voi pyörittää vapaasti. Imukupit painetaan tiiviisti tasaista pintaa vasten, ilma niiden sisältä imetään pois jolloin syntyy alipaine. Tämän ansiosta elementti pysyy tiiviisti kiinni nostimessa eikä elementti pääse vaurioitumaan, sillä imukuppien rasitus on tasaisesti jakautunut elementin pinnalla.



Kuva 13. Alipainenostin.



Kuva 14. Elementtien asennus alipainenostimella.

Paroc Oy Ab:lla on myös tarjolla alipainenostin, mutta myös patentoidut LiftAid -elementtinosstimet. LiftAid -nostimet ovat CE-merkittyjä ja Inspectan testaamia.

LiftAid-nostimia voidaan käyttää elementtien pysty- tai vaaka-asennuksessa mallista riippuen. Nostimien toiminta perustuu mallista riippuen puristinmekanismiin tai ponttikiinnitykseen. Ponttiin kiinnitettävä nostin lukitaan elementin urosponttiin kiinni. Ennen elementin nostoa kiinnitetään nostimeen turvalinja, mikä johdetaan elementin ali ja kiinnitetään elementin vastakkaisella puolella nostimeen kiinni. Turvalinjaan tarkoitus on estää elementin tahaton putoaminen nostettaessa. Linja poistetaan vasta kun elementti on asennuskohdalla.



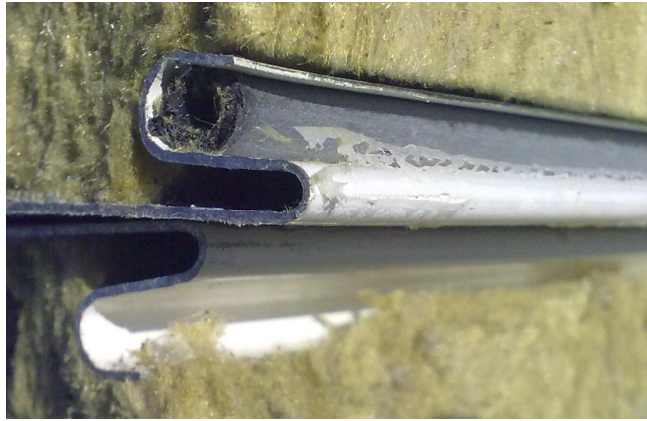
Kuva 15. Urosponttiin kiinnitettävä LiftAid HF 8-20 /5/.

Elementtejä tulee käsitellä asianmukaisesti asennusaikana niiden vioittumisen ehkäisemiseksi. Asennusaikana ei myöskään eriste villakerrosta saa päästää kastumaan eikä peltiä kolhiintumaan.

Paroc Oy Ab:n ja Rautaruukki Oyj:n elementtien sisäpuolen ponttiin on asennettu tehtaalla tiiviste, sillä elementin tulee olla sisäpinnaltaan höyrytiivis. Ennen asennusta on hyvä tarkistaa, että tiivistenauha on sisäpontissa, jottei seinää rakenneta rakennusfysikaalisen toiminnan kannalta väärinpäin. Mikäli seinä asennetaan siten, että tiivistenauha on ainoastaan ulkopontissa, toimii rakenne rakennusfysikaalisesti väärin. Tällöin kosteutta sitova lämmin sisäilma pääsee kulkeutumaan pontin eristämättömästä ponttisaumasta elementin eristeeseen ja tiivistyy siellä kylmän pinnan kohdatessaan vedeksi. Eristekerrokseen päässyt kosteus ja vesi aiheuttavat vaurioita sekä lämmöneristekyvyn heikkenemistä.

Eristevirheet tai -puutteet aiheuttavat paikallista pintalämpötilojen laskua. Kastuneet rakenteet aiheuttavat pintalämpötilojenmuutoksen verrattaessa rakennetta samantyyppiseen kuivaan rakenteeseen. Kastuneet rakenteet saadaan parhaiten esille lämpötilan muutoksen yhteydessä, koska ne jäähtyvät ja lämpenevät kuivia rakenteita hitaammin. Myös vakiolämpötilanteessa kostea lämmöneriste johtaa lämpöä kuivaa eristettä paremmin.

Mikäli valmistajan mitoittama tuulenpaineen maksimiarvo ylittyy, tulee vaakasennettävien elementtien ulkoponttiin aina tiiviste. Tilausta tehdessä on muistettava ilmoittaa, että ulkoponttiin tarvitaan tehdasasennettutiiviste. Parocin Oy Ab:n ja Rautaruukki Oyj:n pelti-villa-pelti-elementtien tuulenpaineen maksimiarvoksi on mitoitettu 0.6 kN/m^2 . Asennettaessa elementtejä pystyyn tai diagonaalisesti tulee ulko- ja sisäponttiin aina tiiviste riippumatta tuulenpaineesta ja ulkopinnan pontin kohta tiivistetään asennuksen jälkeen elastisella tiivistemassalla. Paroc Oy Ab:n ja Rautaruukki Oyj:n elementteihin on pysty- tai diagonaaliasennukseen tarkoitettuihin elementteihin kiinnitetty tiivisteet uros- ja naaraspontteihin valmiiksi jo tehtaalla.



Kuva 16. Tehtaalla asennettu sisäpontin tiiviste näkyy ylemmän elementin pontissa.

Elementin sisäpinnan ja runkorakenteiden liitoskohdissa käytetään tarkoitukseen sopivaa tiivistenauhaa tai muuta tiivistettä kuten tiivistemassaa tai butyylinauhaa, jonka tarkoituksena on pitää rakenne höyrytiivinä. Tiivistenauha asennetaan pelti-villa-pelti-elementtien asennuksen yhteydessä runkorakenteeseen. Mikäli nauhaa jää asentamatta, pääsee sisäilman kosteus tämän aukon läpi elementtien saumakohtaan kautta eristekerrokseen aiheuttaen vaurioita sekä lämmöneristekyvyn heikkenemistä.



Kuva 17. Elementin sisäpinnan ja rungon liitoskohdissa käytetään sopivaa tiivistenauhaa.

Myös elementin ulkopinnan ja listoituksen väliset liitospinnat on tiivistettävä tiivistemassalla tai tiivistenauhalla seinän ulkopinnan tiiveyden takaamiseksi. Samoin elementtien saumakohdat tilkitään, tiivistetään sekä suojataan tai listoitetaan viipymättä elementtien asennuksen jälkeen. Elementtien paljaita villapintoja ei saa päästää kastumaan missään vaiheessa elementtirakenteen moitteettoman toimivuuden takaamiseksi.



Kuva 18. Elementtisauman tiivistys butyylinauhalla ja saumakohdan pystypellitys.

2.3.6 Työturvallisuus

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009) astui voimaan 1.6.2009, jossa käy ilmi rakennustyön ja elementtirakentamisen työturvallisuutta koskevat määräykset.

Jokaisen työmaalla työskentelevän on käytettävä kypärää, suojalaseja, heijastavaa vaatetusta sekä turvajalkineita aina. Lisäksi työskenneltäessä elementtien kanssa on hyvä käyttää työkasineitä ja kuulosuojaimia tarpeen niin vaatiessa. Leikatut reunat ovat teräviä ja voivat aiheuttaa viiltohaavoja tai muita vammoja. Elementtien työstäminen pyörösaahalla aiheuttaa melua, joka voi ylittää 85 dB, jolloin kuulosuojainten käyttö on suotavaa.

Valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta on sanottu seuraavaa luvussa kahdeksan koskien elementtien nostoja ja asennustyötä:

20 §

Nostolaitteiden ja -apuvälineiden kuormitus

Nostolaitteessa ja -apuvälineessä, kuten nostoraksissa, -palkissa, -saksissa tai vastaavissa, on oltava turvallisen käytön kannalta tarpeelliset merkinnät. Nostolaitetta tai -apuvälinettä, josta puuttuu suurinta sallittua kuormaa osoittava merkintä, ei saa käyttää.

Nostolaitetta ja -apuvälinettä ei saa ylikuormittaa.

21 §

Nostot

Vaikeita nostotöitä varten on tarvittaessa laadittava erillinen kirjallinen nostotyösuunnitelma.

Nostotyösuunnitelma on aina laadittava käytettäessä samanaikaisesti useampaa kuin yhtä nosturia taakan nostamiseen.

Jos nosturin tai muun nostolaitteen käyttäjä ei voi jatkuvasti valvoa taakan liikkumista, on käyttäjän apuna oltava merkinantaja.

Sääolosuhteiden vaikutus nostotyön turvallisuuteen on ennen nostotyön aloitusta erikseen selvitettävä.

Taakan teossa on noudatettava erityistä huolellisuutta taakan putoamisen ja hajoamisen estämiseksi.

39 §

Elementin nosto ja asennustyö

Elementtien asennuksessa on noudatettava valmistajan antamia tuotekohtaisia ohjeita.

Elementti on nostettava ja asennettava asennussuunnitelman mukaisesti. Elementtien on nostettaessa oltava tasapainossa. Jos suunnitelmista tai ohjeista joudutaan poikkeamaan, on elementtirakentamisessa arvioitava muutoksen vaikutus työn toteuttamisen turvallisuuteen, ja muutos on hyväksyttävä kyseisen suunnitelman laatijalla ennen töiden jatkamista. Vaikeita elementin nostotöitä varten on laadittava nostosuunnitelma.

Elementtien asennusnosturina on käytettävä torninosturia, ajo-neuvonosturia tai muuta suoritusarvoiltaan riittävää ja muilta ominaisuuksiltaan siihen tarkoitukseen suunniteltua ja soveltuva nosturia. Nosturin tukijalkojen alla on käytettävä riittävän suuria tukilevyjä tai muita vastaavia tukirakenteita. Elementtien nosto- ja siirtoapuvälineiden tulee olla käyttötarkoitukseensa soveltuvia ja tarvittavilla tarkastusmerkinnöillä varustettuja.

Nosturinkuljettajalla tai asennustyötä ohjaavalla työntekijällä on oltava esteetön näköyhteys elementtivarastoon ja asennuskohteeseen. Nostojen ohjaus on toteutettava radiopuhelimilla, käsimerkeillä tai asianmukaisilla nosturikameralaitteistoilla siten, että nostot voidaan tehdä turvallisesti. Torninosturin ohjaamo on varustettava nosturikameralaitteistoilla, kun ohjaamosta nostokohteeseen ei ole näköyhteyttä. Nostotyön ohjauksessa on käytettävä radiopuhelimia, joiden kanavat ovat varatut vain nostotyön ohjaukseen ja suljettu muulta radioliikenteeltä. Merkinantaja on nimettävä erikseen ja on varmistettava että hän osaa hyväksytyt merkinannot.

Elementtien asennustyössä yli kahden metrin korkeudessa on työntekijän putoamisvaara torjuttava ensisijaisesti rakenteellisilla toimenpiteillä. Tilanteissa, joissa rakenteellisten toimenpiteiden toteuttaminen ei ole mahdollista, työntekijän putoamisvaara on torjuttava putoamisen estävällä valjastyypisellä henkilösuojaimella.

Ennen asennustyön alkamista on varmistauduttava siitä, että asennuskohteen alapuolella ei ole henkilöitä asennuksen aikana. Tarvittaessa on käytettävä vartiointia. Asennuskohteesta on poistettava työturvallisuutta vaarantavat rakennusjätteet ja rakennustarvikkeet.

Työnantajien on yhteistyössä huolehdittava, etteivät tuuliolosuhteet, työvälineiden jäätyminen, vesi- tai lumisade tai muut sääolot vaaranna työntekijöiden turvallisuutta ja terveyttä. /10./

Elementtipakkausten mukana tulevat nostoliinat ovat kertakäyttöisiä ja tarkoitettu vain yhden pakkauksen nostamiseen eikä niitä saa käyttää muuhun tarkoitukseen. Asennuksessa tulee noudattaa voimassa olevia työturvallisuusmääräyksiä sekä selvittää mahdolliset asennuskohteen erityisvaatimukset työturvallisuuden osalta ennen asennustyöhön ryhtymistä.

2.3.7 Tarkastukset asennuksen jälkeen

Asennuksen jälkeen tarkastetaan työn laatu. Mikäli työ on tilattu aliurakkana tarkastaa urakoitsija itse suoritusvelvollisuuteensa kuuluvan työn laadun, tekee virhe- ja puutelistat, sekä korjaa virheet ja puutteet ennen tilaajalle luovutusta. Työtä ei oteta vastaan eikä hyväksytä ellei edellä mainittuja toimenpiteitä ole tehty ja niistä ole tehty pöytäkirjaa. Tämä on myös viimeisen maksuerän maksuehtona aliurakkasopimuksen vakioliitteissä.

3 TYYPILLISIMMÄT ILMENNEET VIRHEET JA ONGELMAT

3.1 Yleistä

Elementtien ongelmat johtuvat pääasiassa asennus- tai suunnitteluvirheistä. Mitättömiltä tuntuvatkin asiat kuten ruuvin reiän tiivistämättä jättämisellä voi olla kauaskantoisia ongelmia pitkällä aikavälillä. Suurimpia ongelmia ovat olleet asennukseen liittyvät pellitystyöt, läpiviennit ja saumojen tiiveys.

Jäljempänä esitetyt ongelmat, tapahtuneet virheet, ennaltaehkäisy- ja korjausmenetelmät ovat takuukorjausten yhteydessä kerättyjen kokemusten perusteella koottuja. Ongelmiin etsityt ratkaisut eivät ole ainoita oikeita, vaan vian määrittämisen yhteydessä tulee tapauskohtaisesti miettiä sopiva korja-

usmenetelmä. Kuten ongelmien ratkaisuja tutkiessa huomata saattaa, virheiden korjaamisessa voi yksi korjaustapa soveltua useampaan eri virheeseen.

3.2 Saumojen tiiveys

3.2.1 Ongelman kuvaus

Saumojen tiiveysongelmat johtuvat pääosin huonosti tiivistetyistä saumoista, saumapeltien riittämättömän tiheästä kiinnityksestä, lämpöliikkeestä ja näiden kaikkien yhteisvaikutuksesta. Pystypellin lämpöliike saa aikaan rakoilua elementtien ja pystypellin välillä jolloin tiiviste irtoaa elementistä. Vesi kulkeutuu raosta vapaasti elementtisaumaan. Mikäli saumassa ei ole butyylinauhaa tai se on huonosti kiinni, pääsee vesi kulkeutumaan elementtien välissä olevaan eristekaistaan. Eristekaistaa pitkin vesi leviää elementin eristeisiin ja valuu eristekaistaa pitkin elementtien pohjalle asti. Elementin pohjalta vesi kulkeutuu muihin rakenteisiin, kuten sokkeliin tai elementtiseinään. Kastunut betoni rapisuttaa tasoite ja maalipinnan pois.

Kuten ongelman kuvauksesta huomataan, on saumojen tiiveydellä kauaskantoisia vaikutuksia.



Kuva 19. Tasoite ja maalivaurio toimistorakennuksen aulassa, mikä johtuu pelti-villa-pelti-elementtien saumojen vuodosta katon IV-konehuoneessa.

3.2.2 Virhe

Pystypeltien kiinnitystiheys ei ole riittävän tiheä, jolloin saumat pääsevät rakoilemaan lämpöliikkeestä johtuen. Sisään päässeellä vedellä on tällöin vapaa pääsy eristemateriaaliin.

Erilaiset koristelivat ovat petollisia huonosti suunniteltuna ja toteutettuna. Valmistajien detaljien ja asennusohjeiden mukaan vaakasaumoissa ei tarvita tiivistettä, mikäli tuulenpaine on vähemmän kuin 0.6 kN/m^2 . Tällöin vaakasaumoihin asennetut koristelivat voivat mahdollistaa veden pääsyn elementin eristekerrokseen. Tällainen tilanne voi olla mahdollista jos koristelivat on tehty tai suunniteltu siten, ettei sisään päässeellä vedellä ole mahdollisuutta poistua listan sisältä.

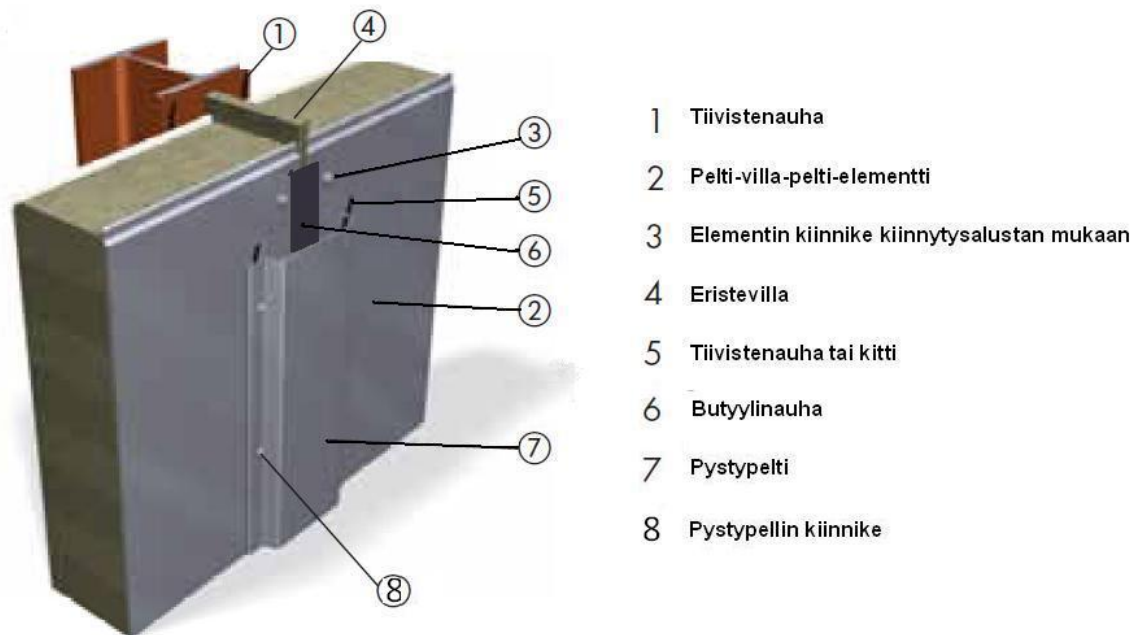


Kuva 20. Auki leikattu koristelistat. Sisään päässyt vesi ei pääse poistumaan minnekään, jolloin se tunkeutuu tiivistämättömistä ruuvirei'istä elementtien eristeisiin.

3.2.3 Ennaltaehkäisy

Suunniteltaessa elementtien saumojen koristelitoituksia tulee varmistaa, että saumasta tulee tiivis ja vettä keräämätön ratkaisu. Kaikki pintapeltiin tehtävät kiinnikereitit on tiivistettävä huolellisesti kitillä.

Kuvassa 21 on esitetty pelti-villa-pelti-elementtiseinän rakenne saumakohdassa. Elementtejä asennettaessa on muistettava asentaa sisäpuolen tiivistenauhut kantavan rakenteen ja elementin välille. Ulkopuolen butyylinauha on suositeltava asentaa saumakohtaan pystylistan ja elementin väliin varmistamaan veden pois pysyminen saumakohdasta, sillä pystypellin ja elementin välinen tiiviste voi rakoilla pystypellin lämpöliikkeen vuoksi.



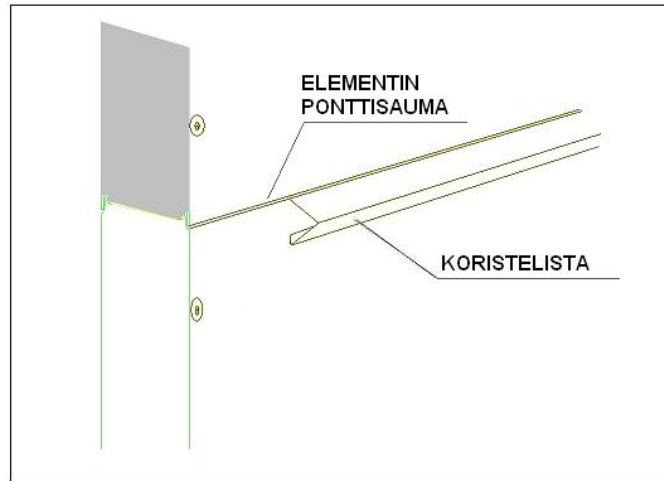
Kuva 21. Elementtien rakenne saumakohdassa.

3.2.4 Korjaus

Saumapeltien liian harvan kiinnitys mahdollistaa tiivisteiden rakoilun pystypeltien lämpöliikkeestä johtuen. Ongelman voi korjata lisäämällä kiinnityspisteitä valmistajien ohjeiden mukaan eli 300 mm ruuvijaolla. Mikäli peltien lämpöliike on estetty päistä, voidaan vanhan saumapellin päälle asentaa uusi pellitys oikeaoppisesti lämpöliike sallien ja noudattaen oikeaa kiinnitystiheyttä. Menettely on vanhaa rakennetta rikkomaton.

Koristelustojen korjaus tulee miettiä tapauskohtaisesti, sillä eri koristelustavariaatioita on yhtä paljon kuin niitä suunnittelevia arkkitehtejäkin. Yksinkertaisin tapa korjata ongelma on poistaa ongelmalliset koristelustat pois kokonaan ja tiivistää ruuvien reiät.

On syytä mainita varoituksena, että elementin ponttisaumaan asennettava koristelu ei ole toimiva ratkaisu. Koristelu kallistaa seinää sisäänpäin muutaman millimetrin asennettua elementtiä kohden ja lopulta seinä voi olla seinän korkeudesta riippuen kallistunut kymmeniä millimetrejäkin.



Kuva 22. Ponttiin asennettava koristelista ei ole toimiva ratkaisu /11/.

3.3 Eistemateriaalin kastuminen

3.3.1 Ongelman kuvaus

Elementtien rakenne on jatkuva ja yhtenäinen. Tämä tarkoittaa, että elementin eristekerros jatkuu katkeamatta ylhäältä alas. Mikäli eriste pääsee kastumaan, valuu vesi painovoimaisesti ylhäältä alas. Eristekerrokseen ja sitä kautta muihin rakenteisiin päässyt kosteus ja vesi voivat aiheuttaa pintavaurioita, homekasvustoa sekä lämmöneristeytyksen heikkenemistä. Elementin eristekerroksen pohjalle valunut vesi kulkeutuu muihin rakenteisiin, sillä tiivisteet vuotavat todennäköisesti jonkin verran.

Tyypillisesti ongelma havaitaan vasta veden päästyä näkyviin rakenteisiin, sillä tällöin ongelmat tulevat näkyviin esim. seiniin ilmestyy valuma jälkiä tai tummentumia, maali ja tasoite irtoilevat betonista tai vettä tippuu lattialle.



Kuva 23. Rakennuksen katolla sijaitseva peltielementtirakenteiden IV-konehuoneen villat ovat kastuneet ja vesi on valunut elementin eristeiden ja betonin kautta alakerran toimistotilaan.

3.3.2 Virhe

Kuvassa 23 esiintyvä vaurio johtui monesta eri seikasta, kuten detaljoinneista ja huonosti tehdyistä läpivienneistä. Virheitä yhdistää kuitenkin se, että elementin tiivis pinta on puhkottu ja jätetty tiivistämättä asianmukaisesti. Tiiveys tulee huomioida kiinnitettäessä elementtiin mitä tahansa mikä rikkoo alkuperäisen pinnan.

Läpiviennit ja detaljit eivät yksinään aiheuta kyseistä eristeiden kastumista. Rakennusaikainen elementtien suojaus tai pikemminkin sen puute on yksi alkeellisimmista virheistä mikä olisi helposti estettävissä väliaikaisella suoja-
pellillä.



Kuva 24. Rakennusaikainen suojaus on jätetty tekemättä ja IV-konehuoneessa sijaitseva muotoon leikattu elementti on kastunut viikonlopun aikana todennäköisesti läpimäräksi.

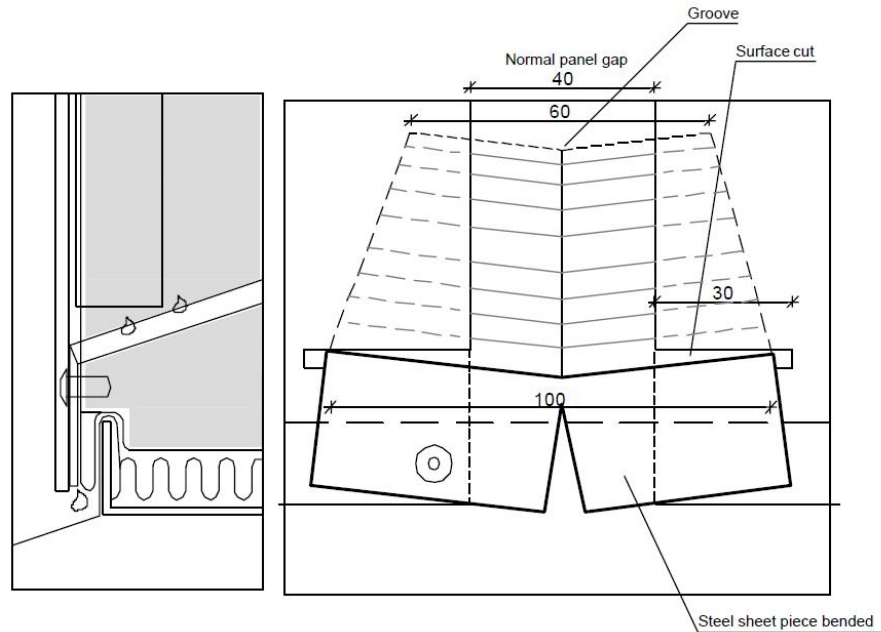
3.3.3 Ennaltaehkäisy

Rakennusaikana elementtien paljaat eristevillat tulee suojata ennen lopullista räystäsratkaisua. Tähän tarkoitukseen soveltuvia U-listoja löytyy elementtitoimittajalta tai esim. peltiurakoitsijalta. Väliaikaiset suojat tulee kiinnittää välittömästi asennuksen jälkeen ja tiivistää limittäisliitokset tiivistemassalla, jottei sadevesi pääsee valumaan peltien liitoksesta eristevilloihin.

Läpiviennit tulee asentaa siten, ettei vesi valu niitä pitkin rakennukseen päin, ja tiivistää asianmukaisesti. Samoin läpivienti tulee tiivistää rakennuksen sisäpuolelta höyrytiiviksi.

3.3.4 Korjaus

Tyypillisin kohta, mistä elementteihin pääsee vettä, ovat elementtien saumakohdat. Jos eristemateriaali on päässyt jo kastumaan, voidaan elementtiin asentaa erillinen ulosheittäjäpelti saumakohtaan. Ratkaisu on Paroc Oy Ab:n kehittämä. Ulosheittäjän ideana on päästää eristeeseen päässyt vesi pois tumaan rakenteesta.



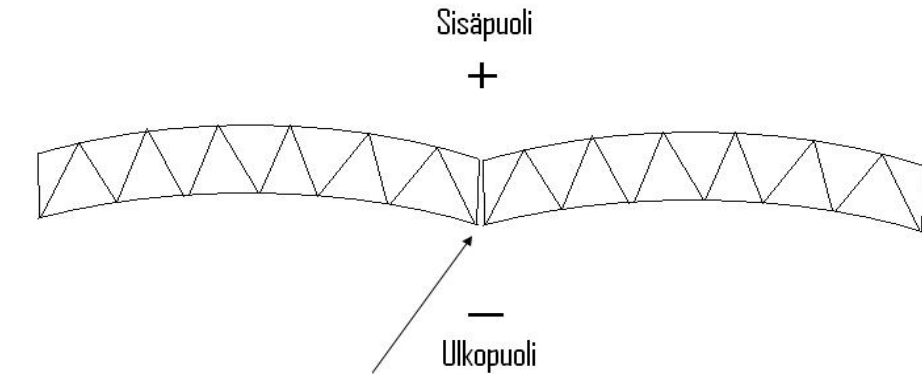
Kuva 25. Parocin ulosheittäjän suunnitteludetalji /11/.

Ulosheittäjä asennetaan siis saumakohdassa pystylistan alapäähän. Kallellaan oleva ulosheittäjä johtaa eristeessä olevan veden ulos päin, josta se va-luu pystylistan takana tippapellin tai kourun kautta pois rakenteesta.

3.4 Lämpöliike ja sen estäminen

3.4.1 Ongelman kuvaus

Suomalaisessa ilmastossa julkisivuelementtien ja saumapeltien lämpöliik-keet on huomioitava huolellisesti. Elementin sisäpinnan laajenemisesta ja ulkopinnan kutistumisesta seuraa herkästi vuotoja aiheuttavaa hammastus-pyrkimystä elementtisaumassa. Valmistajat tiedostavat asian ja esimerkiksi Paroc Oy on tehnyt kattavan detaljikirjaston Paroc Panel System- elemen-teille. Ongelmana on kuitenkin tiedonkulku rakentajille, mikä ei ole ollut riittä-vää. Pitkät pelti-villa-pelti-elementit ovat tyypillinen esimerkki lämpöliikkeisiin liittyvistä ongelmista.



Lämpötilavaihtelusta johtuvaa pelti-villa-pelti-elementtien kaareutumista sekä saumojen hammastusta

Kuva 26. Kärjistetty havainnekuva lämpöliikkeen aikaan saamasta hammastuksesta.

Sama ilmiö koskee myös elementtien saumojen pellityksiä. Riittämätön kiinnitystiheys ja peltien päiden lämpölaajenemisen estäminen saavat aikaan peltien kaareutumisen ja rakoilun saumapellin ja elementin välillä.



Kuva 27. Saumapeltien tiiviste on irronnut elementistä lämpöliikkeestä johtuen.

3.4.2 Virhe

Elementtien kaareutuma johtuu siitä, että ulko- ja sisäpelti ovat pelteihin liimatun mineraalivillan välityksellä toisiinsa kytkettyjä, jolloin sisä- ja ulkopeltien lämpötilaero vetää elementtiä. Fysikaalinen tosiasia on se, että lämpenevän kappaleen ollessa pitkä on pituuden muutos myös varsin suuri. Pitkä elementti ja riittämätön kiinnitystiheys mahdollistavat lämpöliikkeen, näin ollen pisimmissä elementeissä on todettu jopa 6-8 senttimetrin pullistumia.

Saumapeltien kiinnityksessä virheenä on liian harva kiinnitystiheys. Kiinnitystiheyden on oltava riittävä ja lämpölaajenemisvara on jätettävä saumapeltien välille.

3.4.3 Ennaltaehkäisy

Lämpöliikkeen aiheuttamat ongelmat elementeissä ja saumojen pellityksissä on vältettävissä huolellisella kiinnitys-detaljisuunnittelulla, mikäli kiinnitys on hoidettavissa oikeista paikoista ja riittävän tiheästi. Kiinnitys on idealtaan sama kuin rataaksojen lämpölaajenemisen estämisessä. Kiinnitetään elementit tarvittavan tiheästi ja tiukasti rakenteeseen, jolloin lämpötilanmuutoksen aiheuttavat lämpöjännityksiä, mutta haitallisia hammastuksia ei pääse muodostumaan.

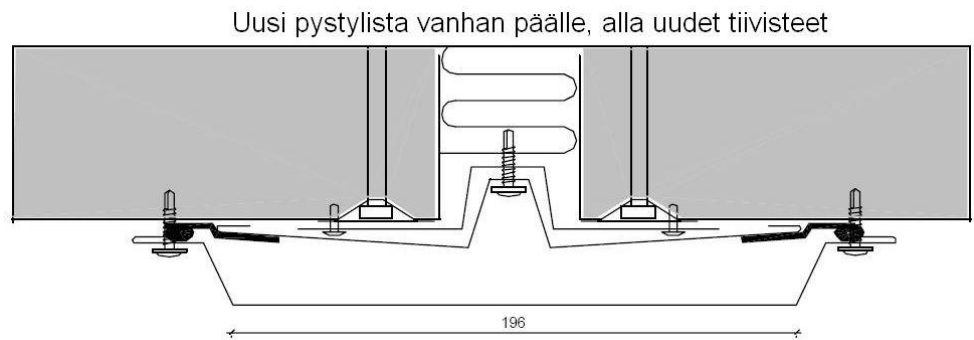
Saumapeltien kiinnitys tulee tehdä huolella ja tarpeeksi tiheään. Kiinnitys on 300 mm:n ruuvijaolla ja yhden pellin tulee ylettyä kahden täyden elementin päälle ja 50-100 mm kolmannen yli. Saumapelti limitetään saumapeltijatkoksen alle ja limitys tiivistetään tiivistemassalla. Saumapeltejä ei kiinnitetä toisistaan kiinni elementtiin vaan ne kiinnitetään elementteihin yksinään, jotta lämpölaajeneminen on mahdollista.



Kuva 28. Saumapellit kiinnitetty virheellisesti toisiinsa kiinni.

3.4.4 Korjaus

Vanhaa rakennetta rikkomaton tapa korjata pystylistojen vuodot ja lämpöliikkeen estävät kiinnitykset on asentaa täysin uusi pystylistat suoraan vanhan päälle. Enintään 2450 mm pitkä pystylistat kiinnitetään valmistajien ohjeiden mukaan 300 mm ruuvijaolla sekä päädyistä lämpöliike sallien.



Kuva 29. Uusi pystylistä vanhan päälle /11/.

Hammastuspyrkimykset voidaan korjata kiinnitystiheyttä suurentamalla. Elementtien kaareutuminen ei ole enää ongelma, sillä pitkien elementtien valmistuksesta on siirrytty lyhyempiin. Lyhyemmissä elementeissä lämpölaajenemisen aiheuttama kaareutuminen on hillitympää.

3.5 Asennusvirhe

3.5.1 Ongelman kuvaus

Asennusvirheitä on lukuisia ja niitä on vaikea lähteä erittelemään. Asennusvirheitä tapahtuu jokaiselle, mikä ei sinänsä ole ongelma, vaan ongelmana on niiden ennalta ennaltaehkäisy, havainnointi ja riittävän aikainen reagointi. Aikainen havainnointi ja reagointi helpottavat virheiden korjaamista, mikä taasen vaikuttaa suoraan virheen korjauskustannuksiin.

3.5.2 Virhe

Työmaalta kerätty kokemus pelti-villa-pelti-elementtien asentamisesta on osoittanut, että asennusvirheet johtuvat lähes poikkeuksetta asennuskokemuksen ja työn valvonnan puutteesta. Tyypillisemmät virheet ovat pienien, mutta merkitykseltään suurien detaljien huomiotta jättäminen. Tällaisia ovat mm. kylmäsilat, ponttitiivisteet, sisäpuolen tiivisteet, mittatarkkuusvaatimukset, asennussuunta.

Rakennuksen nurkkakohdissa elementtien pintapelti ja elementtien asennuskiskot aiheuttavat kylmäsilan ellei niitä poisteta ennen elementtien asennusta. Kylmäsilta aiheuttaa kosteuden muodostumisen riskin, mikä aiheuttaa eristeiden kastumisen riskin. Kastuneet eristeet aiheuttavat paikallista pintalämpötilojen laskua ja näin ollen lämmöneristävyuden heikkenemistä.

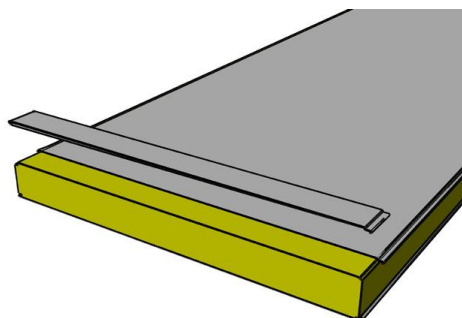
On käynyt niinkin, että seinä on asennettu väärinpäin. Elementin asentaminen sisäpuolen ponttitiiviste ulkopuolella johtaa siihen, että seinä ei ole sisäpuolelta höyrytiivis. Tällöin sisäilman kosteus pääsee vapaasti tiivistämättömästä ponttisaumasta eristekerrokseen. Mikäli virhe havaitaan asennuksen alkuvaiheessa, on se helposti korjattavissa kääntämällä elementti toisin päin. Muussa tapauksessa joudutaan pontit tiivistämään jälkikäteen pontti kerrallaan.

3.5.3 Ennaltaehkäisy

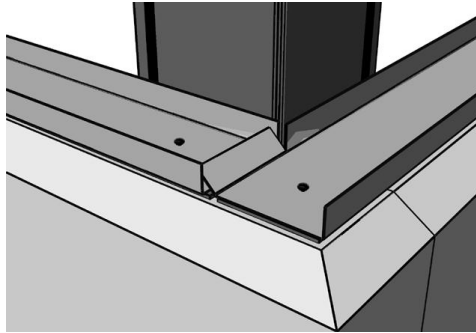
Urakoitsijan kanssa on hyvä pitää aloituspalaveri, jossa käydään myös elementtiasennuksen rakennusteknisiä asioita läpi kuten saumojen pellityksen kiinnitystiheydet, pystylistojen oikeaoppinen limitys ja saumojen tiiveys. Aloituspalaverissa voidaan tarvittaessa luovuttaa urakoitsijalle valmistajan asennusohjemateriaali.

Paras asennusvirheiden ennaltaehkäisymenetelmä on kuitenkin jatkuva ja järjestelmällinen työn valvonta ja virheisiin puuttuminen. Urakoitsijan työnjohdon valvontaan ei pidä luottaa liikaa, koska joukkoon mahtuu aina epärehellisiä urakoitsijoita.

Kuvissa 30-32 on listattu muutama detajji, joihin kannattaa asennuksen yhteydessä kiinnittää huomiota. Nurkkakohdan kylmäsiilat, jossa on pelti vastaan peltiä, on poistettava ennen elementtien paikalleen asentamista. Samoin elementin kiinnityskiskosta poistetaan kaistale, joka muuten toimisi kylmäsiilana (kuva 30).

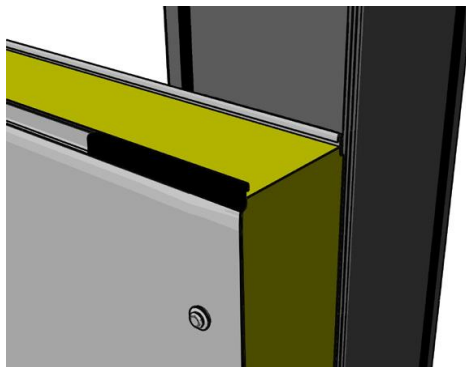


Kuva 30. Nurkkakohdassa elementistä poistetaan kylmäsiilana toimiva pintapeltikaistale /3/.



Kuva 31. Nurkkakohdassa elementtiasennuskiskosta poistetaan kylmäsiltaan toimiva kaistale /3/.

Elementtien asennuksen yhteydessä on muistettava, että elementin ulkoponttiin tulee aina tiiviste, jos tuulenpaine on 0.6 kN/m^2 tai enemmän. Paineen ollessa vähemmän kuin 0.6 kN/m^2 , riittää sisäpontin tiiviste. Työmaalla on tämän lisäksi aina asennettava tiivistemassa ulkoponttiin pystylistan alle (noin 200 mm) riippumatta tuulenpaineesta. /3./



Kuva 32. Elementtien reunoille asennetaan reunatiivisteet /3/.

3.5.4 Korjaus

Kylmäsiltojen poistaminen rakenteesta asennusaikana on vaivatonta tehdä, vaikka asennus olisi edennytkin jo jonkin matkaa. Elementit poistetaan nurkkakohdista ja kylmäsiltoja poistetaan aiemmin mainituista kohdista. Rakennuksen ollessa jo käytössä ovat nurkat eristetty, listoitettu ja joissain tapauksissa koristelu elementtiin asennettavien kasetein. Tällöin virhe voi jäädä helposti huomaamatta, ellei siitä ole syntynyt sisäpuolelle näkyvää vauriota.

Elementtipäätyjen tiivistämiset ponttien kohdalta voi tehdä jälkikäteenkin, mutta jälki ei varmasti ole yhtä siisti kuin asennuksen yhteydessä urosponnttiin laitettu tiiviste, joka jää piiloon ponttisaumaan.

3.6 Väärät työstö- ja käsittelytavat

3.6.1 *Ongelman kuvaus*

Väärät työstö- ja käsittelytavat aiheuttavat elementtien pintapellin vaurioitumisen. Elementtien pintapelti on usein valmista pintaa sekä sisällä että ulkona, jolloin sen lommoutuminen tai muu vaurioituminen aiheuttaa turhia korjauskuluja.

Elementtipakkauksissa tulee mukana käsittelyohjeet, joiden tarkoituksena on varmistaa elementtipaikkausten oikeaoppinen käsittely. Valitettavan usein näihin ohjeisiin ei kiinnitetä huomiota, vaan ne sivuutetaan.

Työnjohdon vastuulla on tarpeen mukaan opastaa työntekijä työntekoon, mikäli työntekijä ei ole ennen käsitellyt tai työstänyt materiaalia aikaisemmin.

3.6.2 *Virhe*

Elementtipakkausten nostaminen käyttäen tarkoitukseen sopimatonta nostovälinettä tai nostotekniikkaa voi aiheuttaa elementtien pinnan vaurioitumisen. Sopimattomia nostovälineitä ovat erilaiset ketjut ja trukin piikit avattuja paketteja nosteltaessa ja nostotekniikoissa hirttosolmut liinoilla, useamman elementtipakkauksen yhtäaikainen nostaminen sekä elementtien työntäminen tai vetäminen. Elementtien asennuksessa nostimen ja nostotavan valintaan pätevät samat edellä mainitut seikat.

Elementtien varastointi epätasaiselle maaperälle tai päällekkäin siten, että tukipuut eivät ole kohdakkain aiheuttaa todennäköisesti elementteihin painumia. Myös maanpinnan painumiin kertyvä sadevesi voi ylettyä kastelemaan elementit pilalle.

Elementtien lyhentäminen tai muu katkominen muulla kuin tarkoitukseen soveltuvalla laitteella aiheuttaa elementtiin vaurioita. Kuumaleikkaus ja kulmahiomakoneen käyttö elementin leikkaamiseen on ehdottomasti kielletty. Kuumuus vaurioittaa elementtien maali- ja peltipintaa.

Kiinnityksessä liian kireälle kiristetyt kiinnikkeet aiheuttavat elementtiin painumia, jotka aiheuttavat ylimääräisiä tiivistyskittauksia pystylistoja asennettaessa. Kiinnityksessä on käytettävä sopivia kiinnikkeitä ja elementtiin esiporrattua reikää turhien painumien välttämiseksi.



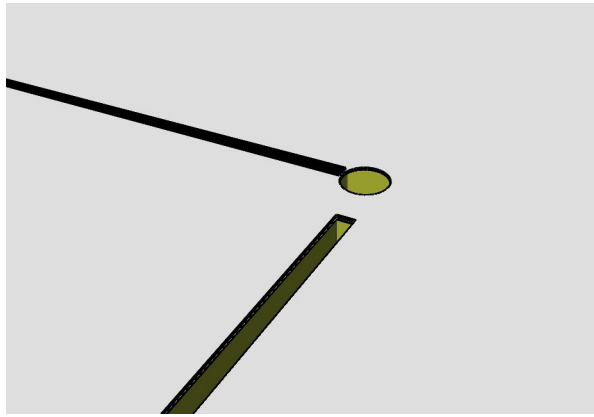
Kuva 33. Esiporatut kiinnikereivät eivät jostain syystä ole onnistuneet.

3.6.3 Ennaltaehkäisy

Elementtipakkausta käsiteltäessä käytetään vain sopivia ja hyväksi todettuja nostovälineitä ja tekniikoita. Elementtivalmistajat toimittavat yleensä jokaisen elementtipakkauksen kanssa kertakäyttöiset liinat, joiden avulla voidaan pakkaukset purkaa kuormasta. Nostettaessa liinoilla ei käytetä kiristäviä lenkkejä. Yksittäisen elementin asennuksessa voidaan käyttää valmistajien omia asennusvälineitä, kuten erilaisia puristimia tai alipainenostimia.

Elementtien varastointialueeksi valitaan tasainen alusta. Elementtipakkauksia ei saa varastoida päällekkäin valmistajien ohjeiden mukaan. Elementtipakkaukset voidaan kuitenkin pakottavassa tilanteessa kuormata päällekkäin ainoastaan tukipuiden kohdalta ja maksimissaan kaksi pakkausta päällekkäin.

Elementtiin tulevat suuret aukot on suositeltava leikata vasta, kun elementti on kiinnitettyä runkoon. Mikäli suuri aukko on tarpeellista leikata ennen nostamista, on elementtiin hyvä lisätä noston ajaksi tuet vaurioiden välttämiseksi. Aukkojen leikkaamiseen ja katkomiseen käytetään ainoastaan soveltuvia välineitä kuten erilaisia levyleikkureita tai pyörösahaa, jossa on leikkaamiseen soveltuva terä.



Kuva 34. Siistin kulman tekeminen esiporatulla reiän avulla /3/.

Elementtiin tehtävä kiinnikkeiden esireiän on tarkoitus estää haitallisten painumien estäminen. Esireiän tekeminen ei painumista estä ellei käytetä syvyysrajoitinta. Elementtejä kiinnitettäessä käytetään ruuvinvääntimessä syvyysrajoitinta, joka estää kiinnikkeiden ylikiristämisen ja elementtien painumat.

3.6.4 Korjaus

Pinnoiteviat vaikuttavat olennaisesti elementin kestoikään. Naarmut tulee korjata pikimmiten, sillä tällöin paikkaus on nopeaa ja yksinkertaista. Pienet hankaumat eivät haittaa, jos maalipinta ei ole selvästi rikkoutunut. Rikkoutuneeseen kohtaan kerääntyy epäpuhtauksia ja kosteutta, mitkä pysyvät siellä pitkään. Näin ollen korroosiolle on otolliset olosuhteet.

Pienet naarmukohdat paikataan pienillä paikkamaalipurkeilla, joissa on sivelin mukana. Paikkamaali on käytännössä samanlainen kuin autojen pieniin maalipintavaurioihin tarkoitettut Touch-up-maalit. Mahdollinen ruoste poistetaan ensin naarmukohdasta, jonka jälkeen vauriokohta puhdistetaan laimealla liuotteella ja puhdistetaan. Vauriokohta karhennetaan kevyesti hiomapaperilla tai karhunkielellä paikkamaalin tarttumisen parantamiseksi. Pienimpiin vauriokohtiin ei karhennus ole välttämätöntä.

Mikäli maalipinnan vaurio ulottuu korkeintaan pohjamaaliin asti, riittää yksi maalauskerä. Jos maalipinnoite on rikki sinkkiin asti, on suositeltava maalata kohta toiseen kertaan ensimmäisen kerroksen kuivuttua.

Painaumien korjaus aloitetaan hiomalla korjattava kohta puhtaaksi vanhasta maalista. Hiottu pinta puhdistetaan hiomapölystä laimealla liuotinaineella ja kuivataan. Kohdan kuivuttua pinta tasoitetaan muovikitillä (esim. Plastic Padding Super Spackle). Muovikitin levitys aloitetaan levittämällä teräslastal-

la ohut kerros niin, että kitti tunkeutuu hiomauriin ja tartunta varmistetaan. Tämän jälkeen painauma täytetään haluttuun paksuuteen välittömästi. Muovikitin kuivuttua hiotaan pinta tasaiseksi ja hiontapöly pyyhitään pois nihkeällä rätillä. Paikattu kohta maalataan ensin pohjamaalilla ja sitten pintamaalilla.

3.7 Läpiviennit

3.7.1 Ongelman kuvaus

Läpiviennit ovat aina ongelmallisia, sillä ne rikkovat elementtien valmiin ja tiiviin pinnan. Elementeille ei ole kehitelty mitään yleispätevää läpivientiputkea vaan johdot viedään suoraan poratun reiän läpi esimerkiksi sähkösuojaputkessa, mikä tiivistetään tiivistemassalla molemmin puolin. Yhden johdon reiän tiivistäminen ei sinänsä ole ongelma, mutta kun johdot ovat ryppäässä, viettävät hieman alaspäin ja kulkevat samasta reiästä on tiivistäminen hankalampaa. Tällöin sadevesi valuu viettävää johtoa pitkin seinää päin ja kulkeutuu huonosti tiivistetystä reiästä suoraan sisään eristeisiin.



Kuva 35. Puutteellisesti eristetyt läpiviennit ja viettävät johdot johtavat veden eristeisiin, eikä johtojen päälle tehty peltiviritys auta asiaa.

3.7.2 Virhe

Kuvassa 35 esitetty IV-konehuoneeseen tehty läpivienti johti siihen, että sadevesi valui eristeisiin, josta vesi kulkeutui alakerran toimistotilaan. Läpiviennit on jätetty tiivistämättä ja ne on asennettu viettävästi seinään päin. Toiselta puolelta reiät on jätetty samoin tiivistämättä. Läpiviennit on tehty rakennuksen ollessa jo käytössä ja ilmeisesti ilman minkäänlaisia suunnitelmia.

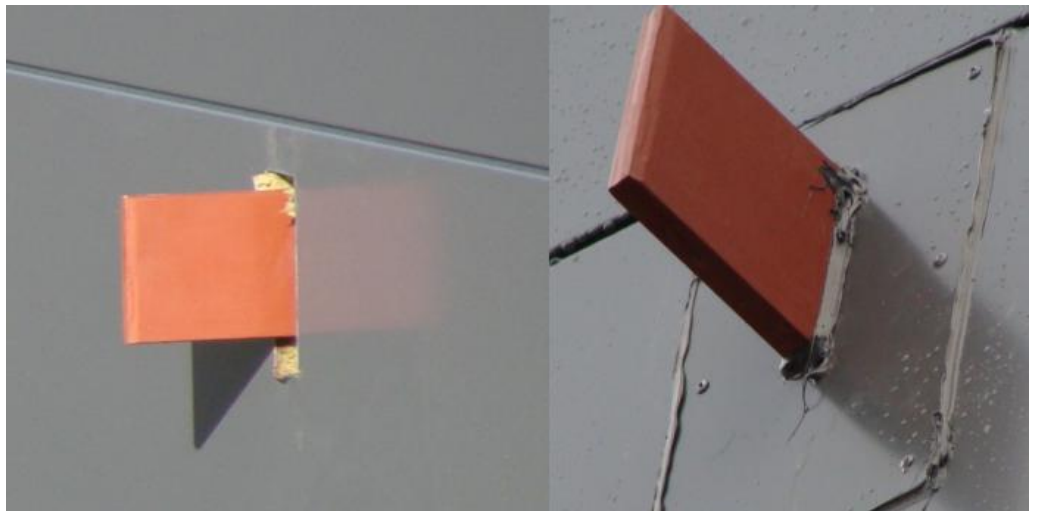


Kuva 36. Läpiviennit jätetty sisäpuolelta tiivistämättä.

3.7.3 Ennaltaehkäisy

Läpiviennit tulee suunnitella huolellisesti ja siten, että valumavesi tai ilman-
kosteus ei pääse eristekerrokseen. Jokainen elementin pinnan läpi menevä
reikä on tiivistettävä huolellisesti. Valmistajilta löytyy detaljikirjastoista valmiita
esimerkkejä läpivientien tiivistämisestä

Kuvassa 37 on tuentateräksen ns. ”puukon” läpivienti tiivistetty pellillä, jonka
alla on butyyliinauhaa asennettu reunoille ja puukon ympäri. Pelti on kiinnitetty
vetoniiteillä ja tiivistetty vielä lopuksi tiivistemassalla.



Kuva 37. Ennen tiivistämistä ja tiivistämisen jälkeen.

3.7.4 Korjaus

Aluksi korjattavasta kohdasta poistetaan tarpeen mukaan kylmäsillat ja korvataan huonommin lämpöä johtavilla suojaputkilla. Tämän jälkeen poiste-

taan vanhat tiivistemassat, ilmastointiteipit sekä muut korjausta vaikeuttavat viritelmät.

Rakennukseen päin viettävät sähköjohdot, putket tai muut läpiviennit on yrittävä uudelleen sijoittaa siten, että ne viettävät rakennuksesta poispäin. Mikäli tämä ei ole mahdollista ilman kohtuuttomia kustannuksia tai purku toimenpiteitä, täytyy veden valuminen eristeisiin estää erityisen huolellisella ja runsaalla kittaamisella.

Kun veden pääsy eristeisiin on estetty, on sinne jo päässyt vesi vielä poistettava. Veden poistamiseen sopii hyvin aiemmin mainittu Parocin kehittämä ulosheittäjä.

3.8 Räystäät

3.8.1 Ongelman kuvaus

Räystäiden ongelma on monisäikeinen, sillä räystäiden suunnitteluvaihtoehtoja on lähes yhtä monta kuin niiden suunnittelijoita. Esimerkiksi osa suunnittelijoista jättää virheellisesti kermityksen pellityksen alta pois ja ulottaa sen vain osittain pellin alle. Myös osa suunnittelijoista laatii suunnitelmat helpoimmista kohdista ja näin ollen jättää vaikeat kohdat työmaan ratkottavaksi.

Ongelmana on myös pellitysten työnlaatu, joka ei välttämättä aina vastaa suunnitelmia. Tarpeelliset kittaukset ja pellitykset on voitu jättää tekemättä tai sitten ne on tehty väärin. Myrskypellin puute ja huolimaton asennus ei ole mitenkään harvinaista räystäsrakenteissa.

3.8.2 Virhe

Virhe on usein tapahtunut jo suunnitteluvaiheessa. Suunnitteluyrityksissä on helppo ottaa vanhat suunnitelmat ja muokata ne uuden kohteen suunnittelun pohjaksi. Tällä tavoin kopioidaan vanhat suunnitteluvirheet uudestaan seuraavaan kohteeseen ja oravan pyörä on valmis.

Ylösnostojen, läpivientien ja räystäiden suunnittelu- ja työvirheet johtavat veden pääsyyn katteen alustaan. Tyypillinen työvirhe on se, että kate on päätetty räystäään päälle eikä sen yli. Vedeneristeen ulottaminen vain hieman räystäspellin alle mahdollistaa tuiskulumen, sadeveden tai mahdollisen ylivuotoveden pääsyn tuuletusraon kautta eristekerrokseen. Useissa tapauksissa ylösnostot ovat liian matalia ja läpivientien tiivistykset puutteellisia.

Tuulettuvan räystään suojaksi on asennettava myrskypelti estämään tuiskulumen ja sadeveden pääsy tuuletusaukon kautta eristekerrokseen. Myrskypellin puute tai väärä mitoitus on selvä virhe, joka mahdollistaa lumen ja veden pääsyn kastelemaan eristekerrokset.



Kuva 38. Räystään myrskypelti on tuotu liian alas. Myrskypelti asennettuna liian alas pikemminkin edesauttaa lumen ja veden kulkua eristekerrokseen.

3.8.3 Ennaltaehkäisy

Räystään tulee olla vähintään 100 mm korkea kattopinnasta lukien. Räystäiden on estettävä esimerkiksi myrskypellin avulla tuulenpaineen seinän pintaa pitkin ylöspäin kuljettaman lumen ja sadeveden pääsy rakenteisiin. Vedeneristys tulee ulottaa räystään päällä räystään ulkoreunaan asti seinän ulkopinnan tason ulkopuolelle, jotta mahdollinen räystään yli vuotava vesi ei valu seinärakenteen sisään. Vesikatot, joissa on korkeat räystäät, on varustettava ylivuotoputkella. Ylivuotoputken tehtävä on estää katon liiallinen vedenpinnan nousu tilanteissa, joissa sadevesikourut ovat tukkeutuneet.

Seinään liittyvien matalakattojen ylösnostojen on oltava vähintään 300 mm. Runsaslumisena talvena kevyt pakkaslumi jää helposti pyörimään tuulussa ja kasaantuu seinää vasten. Sulaessaan lumi voi kulkeutua tuuletusraon kautta eristekerrokseen. Tämän ennaltaehkäisemiseksi on lumi poistettava viimeistään katolta siinä vaiheessa, kun lumi ylettyy jo tuuletusraon pellin tasolle. Katso liite 1.

3.8.4 Korjaus

Väärin rakennetut räystäspellit poistetaan ja uusitaan siten, että pellit estävät sadeveden pääsyn rakenteen sisään ja sadeveden valumisen julkisivua pitkin. Samalla tarkistetaan että vedeneriste ulottuu riittävän pitkälle räystään

yli ja korjataan, jos näin ei ole. Räystäspellitysten jatkokset ja kiinnityskohdat tehdään siten, että ne pysyvät tiiviinä lämpöliikkeistä huolimatta ja ettei vesi pääse tunkeutumaan pellitysten alle. Saumat tiivistetään tarvittaessa elastisella kitillä. Pellitysten alle mahdollisesti pääsevä vesi poistetaan kallistetulla vedeneristyksellä. Saumat tiivistetään tarvittaessa elastisella kitillä.

Puutteelliset myrsky- ja räystäspellit korjataan. Räystäspellin tulee ulottua vähintään 70 mm tuuletus raon alareunan alapuolelle sekä vähintään 30 mm seinäpinnasta ulospäin ja se on varustettava tippanokalla. Mikäli pelti-villa-pelti-elementteihin on lisätty profiilipeltiä tai kasetteja, tulee räystäspelti ulottaa verhouksen ulkopinnan päälle,

Tuuletusrakojen toimivuus tarkastetaan ja tarvittaessa ne avataan. Hyönteisverkkoa voidaan käyttää hyödyksi haluttaessa estää lintujen pääsy kattorakenteeseen tai rajoittaa tuiskulumen määrää. Liian pienisilmäinen verkko estää rakenteen tehokkaan tuulettumisen, joten suunnittelija määrittää verkon silmäkoon tapauskohtaisesti.

4 POTENTIALISTEN ONGELMIEN ANALYYSI

Potentiaalisten ongelmien analyysin tarkoitus on estää ongelmien ilmaantuminen tuotannon aikana. Potentiaalinen ongelma on riski, joka ei ole vielä ilmaantunut, mutta on mahdollinen. Prosessina potentiaalisten ongelmien analyysi on ongelmien ennalta arvioimista ja niihin varautumista.

Taulukkoon 1. on listattu potentiaalisten ongelmien analyysin periaatteen mukaisesti tyypillisimpiä pelti-villa-pelti-elementtien asennusaikaisia ongelmia seurauksineen ja ratkaisuineen.

Taulukko 1.

Ongelma	Seuraus	Ratkaisu
– Varastointi	– Työmaan varastointialue tukkeutuu, sillä elementtipakkauksia ei saa varastoida päällekkäin – Kastuminen	– Elementit toimitetaan työmaalle rungon edistymisen mukaan. – Avonaiset pakkaukset suojataan – Varastointi elementtitoimittajan ohjeiden mukaisesti
– Väärä elementtien työstötapa	– Maalipinta vaurioituu kulmahiomakoneen aiheuttamasta kuumuudesta – Korjaamatta jättäminen aiheuttaa pellin ruostevaurion	– Käytetään oikeita työstömenetelmiä, peltileikkureita ja villaveistä – Korjataan vaurio paikkamaalauksella tai vaihdetaan elementti uuteen
– Jo asennettujen elementtien eriste kastuu	– Lämmöneristyskyky huononee – Eriste saattaa homehtua – Lisätöitä ja kustannuksia	– Työnaikainen suojaus sateelta esim. U- listoilla – Tarvittaessa kastunut elementti vaihdetaan uuteen
– Peltipinnan pintavauriot	– Mikäli maalipinta peltiin asti rikki, alkaa pelti ruostua – Ruosteveden aiheuttamia valamajälkiä – painumia – Lisätöitä ja kustannuksia	– Pienet vauriot voidaan paikkamaalata – Elementin vaihto uuteen – Elementit joissa pieniä painumia voidaan käyttää paikassa missä ne eivät näy / haittaa (Tapauskohtaisesti arvioitava)
– Elementtiasennuksen täydentävät työt – Pellitykset – Läpiviennit – Tiiveys	– Täydentävillä töillä voidaan pilita tiivis rakenne – Lämpöliike estetty pystylistoissa -> tiivisteet irtoavat listoista -> eristeen kastuminen – Läpivientien huono tiivistäminen johtaa eristeen kastumiseen	– Aloituspalaveri urakoitsijan kanssa – Käydään läpi kiinnitystiheydet, lämpöliikkeen sallivat liitokset, muut detaljit – Pellitykset hoitaa sama yritys kuin elementtien asennuksen – Huolelliset läpivientien tiivistykset – Valvotaan asennusta
– Asennusvirheet	– Vaikuttavat myöhempiin työvaiheisiin – Rakenne toimii väärin (fysikaalisesti) – Halpa urakoitsija voikin muuttua kalliiksi	– Kattava aloituspalaveri urakoitsijan kanssa – Halvin ei aina paras – Seurataan asennuksen edistymistä – Ei katsota asioita läpi sormien, ei edes pienimpiä ja mitättömiltä tuntuvia asioita.
– Työmaalle tulevista elementeissä suunnitelmista poikkeava ulkoasu	– Lisätöitä ja kustannuksia	– Lähetetään elementtitehtaalle kaikki elementtejä koskevat kuvat ja työselostuksen osat – Pyydetään arkkitehtia varmistamaan oikean elementtityypin ja pintamateriaalin/väriin valinta
– Varomattomat nostot ja siirrot	– Elementit vaurioituvat – Elementit voivat pahimmassa tapauksessa pudota	– Nostosuunnitelman noudattaminen – Nostolenkkien tarkastus oikean elementtityypin ja pintamateriaalin/väriin valinta – Ei työskentelyä nostoalueella
– Asennuksen mittatarkkuusvirheet	– Lisätöitä ja kustannuksia	– asennusalustan tarkastus – mittaukset, merkinnät – laatuvaatimusten selvittäminen – asennusohjeiden noudattaminen

5 LOPPUYHTEENVETO

Laadulla on suuri merkitys nykypäivän rakentamisessa. Tilaajat haluavat laadukkaita, kestäviä ja pitkäikäisiä rakenneratkaisuja kohteissaan. Peltivilla-pelti-elementit vastaavat näihin vaatimuksiin 70 vuoden käyttöiällä, laadukkaalla ja tilaajan tarpeisiin muokkautuvalla julkisivumateriaalilla, joka kestää sään rasitukset. Kuitenkin sanonta: ”Ketju on niin kestävä kuin sen heikoin lenkki.” on varsin osuva. Valmiin julkisivun aikaansaamiseen liittyy monta vaihetta, joissa elementtien hyvät ominaisuudet voivat valua hukkaan.

Tyypillisesti elementtien asennus on yksinkertainen suoritus. Asetetaan elementti lepäämään asennuskiskolle pontistaan, kiinnitetään elementti runkorakenteeseen, tilkitään sauma eristekaistalla ja listoitetaan sauma. Kuitenkin monesti julkisivulle asetetaan monenlaisia ulkonäkövaatimuksia, jolloin elementteihin lisätään esimerkiksi kasettilevyjä, säleitä, asennetaan diagonaalisesti tai muita vastaavia arkkitehtonisia vaikutteita. Tällöin detaljisuunnittelulla on onnistuneeseen ja toimivaan ratkaisuun suuri merkitys. Kuitenkin valittavan usein suunnittelu ja käytännöntoteutus eivät ole samalla tasolla.

Insinööriyössä selvitin vuositakuukorjauksia pitkään tehneen Timo Pihlmanin avulla ilmenneitä virheitä ja ongelmia. Timo Pihlmanin pitkä kokemus elementtien ja elementtien detaljien ongelmista auttoivat ongelmien raportoinnissa, virheen syyn selvittämisessä, virheiden ennaltaehkäisemisessä ja korjausehdotusten laatimisessa. Seurasin myös elementtien asennusta paikan päällä alusta alkaen ja hankin valmistajilta asennus-, huolto- ja käyttöohjeet. Asennusohjeet olivat kattavat ja yksityiskohtaiset, joten asennuksen valvominen oli helppoa. Ilman asennusohjetta, en olisi välttämättä huomannut useita asennusaikaisia virheitä. Työmaalla havaittuja virheitä olivat muun muassa kylmäsillat nurkissa, ponttitiivisteet väärällä puolella, paljaiden eristeiden suojaamattomuus, eristeiden kastuminen, ylikiristetyt elementtikiinnikkeet, elementin pintapellin vauriot, pystylistojen lämpöliikkeen estäminen ja niin edelleen. Näistä virheistä noin puolet on estettävissä lukemalla valmistajan asennusohje ja toivon mukaan jäljellä olevat virheet ovat estettävissä tämän insinööriyön tuloksena.

VIITELUETTELO

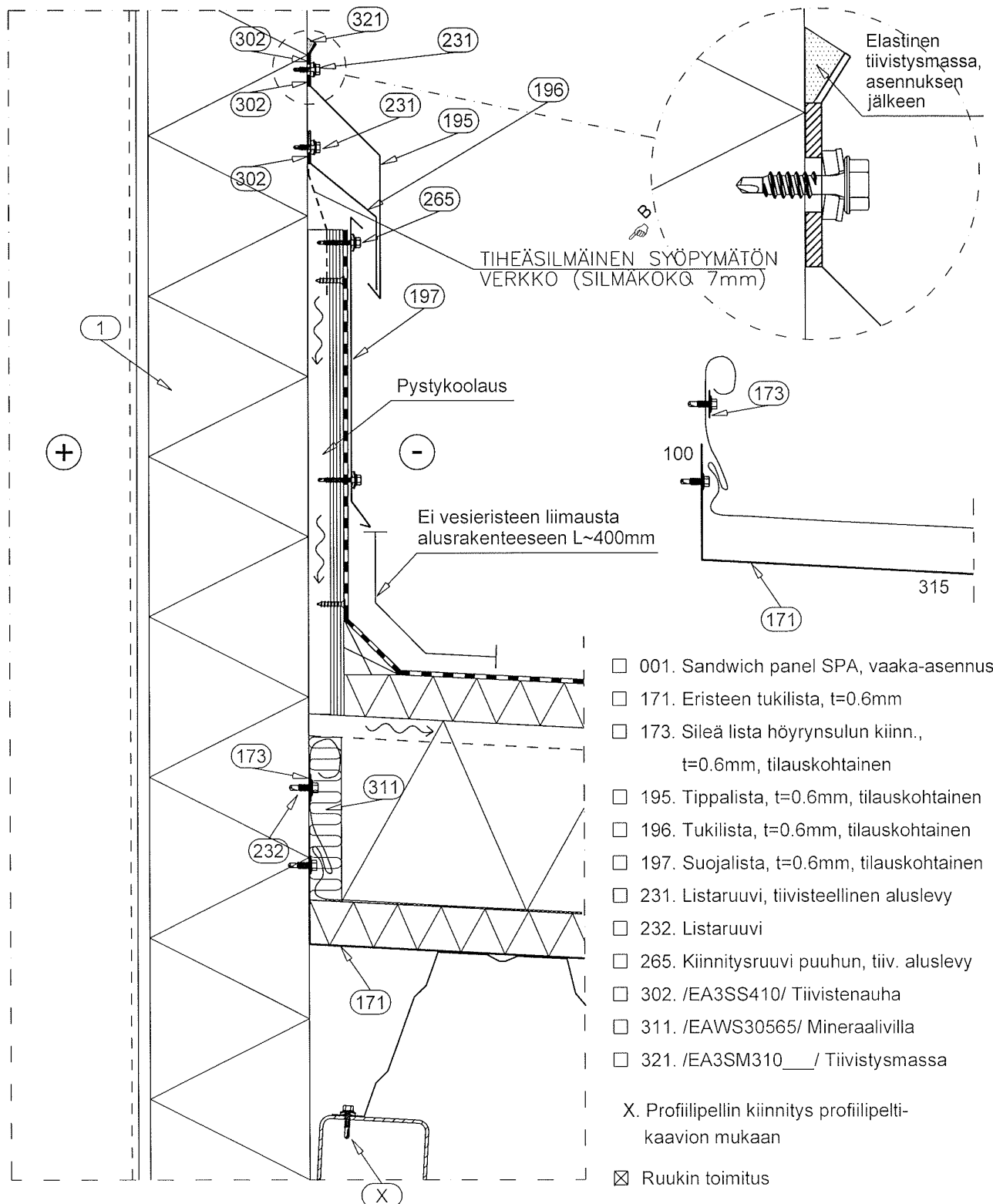
- [1] RT-ohjekortti RT M-37454 [luettu 18.9.2009]
- [2] Rautaruukki Oyj, Sandwich Panel System, tuote-esite, www.ruukki.fi [viitattu 17.9.2009]
- [3] Rautaruukki Oyj, Sandwich Panel System, asennus- ja käyttöohje, www.ruukki.fi [viitattu 17.12.2009]
- [4] Paroc Oy Ab, Panel System tuote-esite [luettu 18.9.2009]
- [5] Paroc Oy Ab, asennus- ja käyttöohje, www.paroc.fi [luettu 18.9.2009]
- [6] Kingspan www.kingspan.fi ,Firesafe tuote-esite: ”Taistelussa tulta vastaan.” [luettu 25.11.2009]
- [7] Rakennustietosäätiö RTS, RT-ympäristöselosteet, <http://www.rts.fi/> [luettu 19.3.2010]
- [8] RT-kortti, RT G2-36512 [luettu 18.9.2009]
- [9] Rakennustietosäätiö RTS, voimassa olevat ympäristöselosteet, Sandwich -kevytelementtijärjestelmä (SPA) RT-ympäristöselosteet, <http://www.rts.fi/> [viitattu 19.3.2010]
- [10] Finlex ® - Valtion säädöstietopankki, valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 26.3.2009/205, www.finlex.fi, [viitattu 19.3.2010]
- [11] Paroc Oy Ab, Panel System vakiodetaljikirjasto, www.paroc.fi [luettu 19.3.2010]
- [12] Paroc Oy Ab, Sandwich Panel System perusdetaljit, www.ruukki.com [luettu 19.3.2010]

RUUKKI

Piirustuksen sisältö

Sandwich panel SPA, vaaka-asennus
Katon ylösnosto, pystyleikkaus

Päiväys 04.08.2009	Muutospäivä	Työ nro	Piirustus nro R6	Versio
Piirtänyt	Muutos			
Suhde 1:5	Rakennus		Tiedosto nro SPA07-1E-FI.dwg	



- 001. Sandwich panel SPA, vaaka-asennus
- 171. Eristeen tukilista, t=0.6mm
- 173. Sileä lista höyrynsulun kiinn., t=0.6mm, tilauskohtainen
- 195. Tippalista, t=0.6mm, tilauskohtainen
- 196. Tukilista, t=0.6mm, tilauskohtainen
- 197. Suojalista, t=0.6mm, tilauskohtainen
- 231. Listaruuvi, tiivisteellinen aluslevy
- 232. Listaruuvi
- 265. Kiinnitysruuvi puuhun, tiiv. aluslevy
- 302. /EA3SS410/ Tiivistenauha
- 311. /EAWS30565/ Mineraalivilla
- 321. /EA3SM310___/ Tiivistysmassa
- X. Profiilipellin kiinnitys profiilipelti-kaavion mukaan
- Ruukin toimitus

Luovutusvirhelista

Työmaa : Koivuhaan Liiketalo

Aikamääreenä on joko viikko tai päivä.

LOHKO	KERROS	HUONE	PUUTTEET	KORJAAVA YRITYS	VASTUU MESTARI	KORJAUS AIKA	1. TARK	2. TARK	VALMIS
	1	Julkisivu	Ikkunoiden kaikista pielimilleistä kitti irronnut tai kiittaamatta. Harva kiinnitys	Alutex Pro					
	1	Julkisivu	Sokkelipelttien saumat kaikki kiittaamatta	Metek					
	1	Julkisivu	Sokkelipellit kiinnittämättä sokkeleihin	Metek					
	1	Julkisivu	Kaikki Paroc pystyistat Kiinnitetty liian harvakseltaan. Ruuvijako min 300mm	FSR					
	1	Julkisivu itä	Itäpäädyn matalakaton vinotuen läpivienti tiivistämättä parocissa	LHK					
	1	Julkisivu itä	Itäpäädyn katokset keskeneräisiä	FSR					
	1	Julkisivu itä	Itäpäädyn ulostuloportaan seinän sisäpuoli verhoamatta. Tuleeko?	FSR					
	1	Julkisivu itä	Ryömintäaukkojen suulta puuttu pellitys	Metek					
	1	Julkisivu pohj.	Lh03&04 ulko-oven kynnyspeltti puuttuu	Metek					
	1	Julkisivu	Sokkeli- ja kynnyspeltejä ryttääntynyt	Metek					
	1	Julkisivu	Kaikki pystyistat kiinnitetty toisistaan kiinni. Lämpölaajenemisvara min. 50mm.	FSR					
	1	Julkisivu etelä	Ovien päältä puuttuu pellistä taivutetut lipat	Metek					
	1	Julkisivu pohj.	Lh03&04 ulko-ovien potkupellit kolhiintuneet	Saajos					
	1	Julkisivu pohj.	Lh05 potkupeltti kolhiintunut	Saajos					
	1	Last.taitur i	Saksinostin asentamatta	?					
	1	Last.taitur i	Katoksesta puuttuu julkisivulevytyistä	FSR					
	1	Last.taitur i	Syöksytorvet asentamatta	Putki					
	1	Pääsis.kä ynti	Katoksesta puuttuu julkisivulevytyistä	FSR					
	1	Pääsis.kä ynti	Katoksen rungosta puuttuu julkisivulevytyistä	FSR					
	1	Pääsis.kä ynti	Syöksytorvet asentamatta	Putki					
	1	Pääsis.käynti i	Sokkelissa ruostevalumajälkeä	Metek					
	1	Julkisivu	Sokkelipelleissä ruosteista metallimujua	FSR					

Luovutusvirhelista

Työmaa : Koivuhaan Liiketalo

		Aikamääränä on joko viikko tai päivä.						
1	Lastilaituri Pääsis.käynti	Sokkelpelleissä osassa suojamuovit päällä	Metek					
1		Sokkelpelleissä osassa suojamuovit päällä	Metek					
1	Lastilaituri	Sokkelpeltien sivut päättämättä oviaukkojen kohdalla	Metek					
1	Julkisivu pohj.	Sokkelpeltien sivut päättämättä oviaukkojen kohdalla	Metek					
1	JULKISIVU etelään	Lh11 oven edestä puuttuu kynnykset	Metek					
2	IV-KH	Pystylistat irti alapäistään n. 1.5m matkalla	FSR					
2	IV-KH	Parocien pätypellit pystylistojen alla kupruilevat, liian harva kiinnitys	FSR					
2	IV-KH	Pystylistat kiinnitetty liian harvakseltaan >600mm. Kiinnitys 300mm välein	FSR					
2	IV-KH	Kammioiden reunapellit osittain asentamatta	IV					
2	IV-KH	Lauhduttimen läpiviennit katolta IV-konehuoneeseen tiivistämättä	Carrier					
2	IV-KH	Kammioiden yläpuolelta puuttuu tippapelti	Metek					
2	IV-KH	Sähköjohtojen läpiviennit IV-KH:n länsipäädyssä tiivistämättä	Sähkö					
2	Lastilaituri	Kierreportaiden sisäpuolella ei julkisivulevytyistä. Tuleeko?	FSR					
2	Vesikatto	Savunpoistoluukut pellittämättä	FSR					
2	Vesikatto	Radon poisto-puhaltimen asennuksen yhteydessä tullut pellitykseen hutireikiä	IV					
2	Vesikatto	Räystäiden jatkoaitoksissa kaikissa reikä. Tiivistys	Metek					
2	IV-KH	Vesikatkon ja IV-konehuoneen liitoksen ylösnostot ja pellitys keskeneräinen	S-Katto					

6RT-YMPÄRISTÖSELOSTE



28.2 Väliseinäelementit (Talo 2000)

Voimassa 17.4.2010 saakka
Nro 32

Sandwich -kevytelementtijärjestelmä (SPA)
Rautaruukki Oyj

RUUKKI
more with metals

Suolakivenkatu 1
00811 Helsinki
Puh. 020 5911
www.ruukki.com

1. TUOTTEEN MÄÄRITTELY

Määrittelyn kohde

Ruukin valmistama Sandwich – kevytelementtijärjestelmä..

Tuotteen kuvaus

Ruukin valmistama Sandwich-kevytelementtijärjestelmä, jota käytetään rakennusten julkisivuissa, väliseinissä sekä yläpohja- ja osastoivissa rakenteissa. Tyyppillisimpiä käyttökohteita ovat teollisuusrakennukset, voimalaitokset, liikerakennukset, varastot ja erilaiset puhdistilat

Sandwich -kevytelementit valmistetaan maalipinnoitetusta teräslevystä ja lamellivillasta rullamuovaamalla, liimaamalla ja katkaisemalla haluttuihin mittoihin Ruukin prosessointiyksikössä. Käytetty teräs valmistetaan Ruukin Raahan terästehtaalla.



Muunnoskertoimet

Tilavuuspaino	Tiheys valitaan tuotekohtaisesti
Neliöpaino	Tuotteiden neliöpainot ja materiaalivahvuudet löytyvät www.ruukki.com
Kosteuspitoisuus	0

Tekniset ominaisuudet

- Sandwich- kevyteleменти koostuu metalliohutlevystä ja niiden välissä olevasta lamellivillasta.
- Elementin materiaalina käytetään konstruktiivista mineraalivillaa. Elementtityypeissä W2 (nimellistiheys 115 kg/m³) ja W3 (120 kg/m³) käytetään kiviviljaa ja elementtityypissä W1 (nimellistiheys 80 kg/m³) käytetään lasivillaa.
- Elementin maksimipituus 12 000 mm. Hyötyleveys: 1 200 mm.
- Elementin paksuusluokat: 80, 100, 125, 150, 175, 200 mm
- Teräksen vahvuus t =yleisin 0,6 (0,7) mm. Pinnoitteena käytettävän sinkki-kerroksen massa 275 g/m². Maalipinnoitevaihtoehdot: PVDF, PVDF HB, PVDF HB + L, PVDF HIARC, PURAL, Polyesteri.
- Lisätietoja saatavissa tuoteselosteesta www.ruukki.com

RT-Ympäristöseloste perustuu standardien ISO 14020:n ja ISO14040:n mukaiseen kansalliseen menetelmäohjeeseen, jonka laadinnassa on otettu huomioon myös standardiluonnos ISO CD 21930. Se on kehitetty yhteistyössä Rakennusteollisuus RT ry:n, Rakennustietosäätiö RTS:n, Valtion Teknillisen Tutkimuskeskuksen (VTT) sekä rakennusalan yritysten kanssa.

2. TUOTTEEN YMPÄRISTÖPROFIILI

Kattaa tuotteen elinkaaren vaiheet raaka-ainehankinnasta tuotteen valmistamiseen tehtaan portille

2.1 RESURSSIEN KÄYTTÖ

Energia

Energian käyttö

	MJ/kg
Uusiutumattoman energian kulutus	12
Uusiutuvan energian kulutus	1,5
Energia kuljetuksissa ja prosesseissa	13,5(HHV)

Kuljetusenergia *

MJ/kg

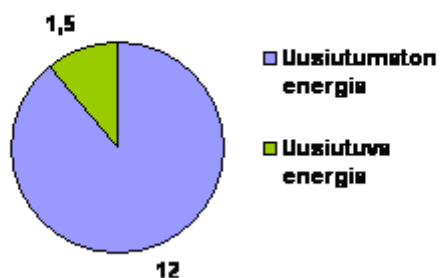
Energia kuljetuksissa	Ei eritelty
-----------------------	-------------

Prosessienergia *

MJ/kg

Sähköenergian kulutus prosesseissa	Ei eritelty
Fossiilisen energian kulutus prosesseissa	Ei eritelty
Bioenergian kulutus prosesseissa	Ei eritelty
Energia prosesseissa yhteensä	Ei eritelty

Energia kuljetuksissa ja prosesseissa MJ/kg



Raaka-aineiden energiasisältö*

MJ/kg

Fossiilisen energian sisältö raaka-aineissa 1	0,9
Bioenergian sisältö raaka-aineissa	0
Raaka-aineiden energiasisältö	0,9

1 **Ns.syöte-energia, joka sisältyy energian käyttöön**

*Vapaaehtoisia ilmoitettavia

Raaka-aineet

Raaka-aineiden kulutus 2

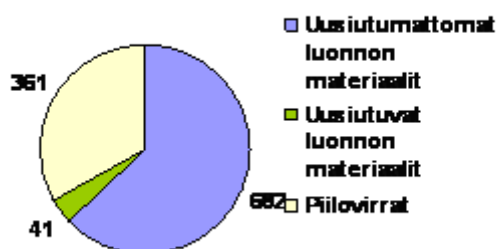
g/kg

Uusiutumattomat luonnon materiaalit	682
Uusiutuvat luonnon materiaalit	41
Piilovirrat 3	361
Raaka-aineet yhteensä	1084

2 **Vettä ei ole huomioitu laskelmissa**

3 **Raaka-aineiden louhinnassa syntyvää inerttiä sivukiveä**

Raaka-aineiden kulutus g/kg



2.2 PÄÄSTÖT

Päästöt ilmaan

g/kg

CO ₂	890
CO	33
SO ₂	8,7
NO _x	2,7
CH ₄	1,9

N ₂ O	42 ×10 ⁻³
NMVOOC	24
PM ₁₀	
Raskasmetallit (Hg, Cd, Pb, As, Cr, Zn, Ti)	3,4×10 ⁻³
Pöly	4,5
Muut hiukkaset	

Päästöt veteen**g/kg**

COD	62 ×10 ⁻³
BOD	
P _{tot}	1,5×10 ⁻³
N _{tot}	14 ×10 ⁻³
Kiintoaines	0,43

Prosessijätteet**g/kg**

Kaatopaikkajätteet	130
Ongelmajätteet	0,95

3. TUOTTEEN MUUT YMPÄRISTÖNÄKÖKOHDAT**RAKENTAMINEN****Tuotteen kuljetus**

- Ei määritelty

Hukka työmaalla

- Tehdasvalmisteisen elementin osalta 0 %.

Sisäilmaemissiot

- Rakennusmateriaalien päästöluokkaan M1 kuuluvat Sandwich - elementissä käytetyt materiaalit löytyvät RTS:n Internet-sivuilta www.rts.fi/M1/.

RISKIT**KÄYTTÖIKÄ**

- Sandwich -kevytelementin käyttöikä on 70 v., joka on saatu huomioimalla rakenteessa käytetyn maalipinnoitetun teräslevyn sekä mineraalivillan käyttöikä.
- Sandwich-kevytelementin käyttöiästä on saatavissa lisätietoa tuotteiden käyttöikä- ja huoltoselosteista sekä tuotteen LifePlan:sta, www.ruukki.com.

HUOLTO JA KUNNOSSAPITO

- Tyypillisiä huoltotoimenpiteitä ovat mm. määräajoin pinnan likaisuuden ja ulkoisten vaurioiden tarkastus ja niiden korjaus puhdistamalla tai korjaus- ja huoltomaaleilla.
- Lisätietoja www.ruukki.com

LOPPUSIJOITUS

Kierrätys

- Ehjää Sandwich -kevytelementtiä voidaan käyttää uudelleen vähemmän vaativissa kohteissa.
- Vaurioituneet Sandwich-kevytelementit voidaan purkaa, jolloin teräs voidaan kierrättää 100 %:sti. Puhtaasta mineraalivillasta voidaan tehdä puhallusvillaa. Lisätietoja saatavissa Ruukilta tai mineraalivillan valmistajilta.

Hyödynnettävä energia

Jätteen käsittely

- Sijointus ja laatu: Kaikki pakkausmateriaalit ovat kierrätettäviä.

LISÄTIEDOT

- Tuotteen ympäristöprofiilia laskettaessa on huomioitu teräksen kierrätys 90 % kierrätysasteella ympäristöselosteiden menetelmäohjeen mukaisesti. Teräksen kierrätys on huomioitu kohdentamalla osa primäärituotannon ympäristövaikutuksista kierrätysteräkselle.
- Kierrätyksen vaikutus on laskettu IISI:n (Kansainvälisen rauta- ja teräsintuutin) elinkaari-inventaariotiedoista siten, että hyvitys on teräsaihion primääri- ja sekundäärituotannon erotus huomioituna kierrätysprosessin saannolla.
- Sekundäärituotannon osalta oletetaan, että 1 teräskiloa kohti tarvitaan 1,07 kg kierrätysterästä kierrätysprosessin saannolla.