

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennustuotanto
Teemu Saari

Opinnäytetyö

Metallirankarakenteisten julkisivuelementtien asennuksen ennakkosuunnittelu ja asennustyöt

Työn ohjaaja DI Harri Miettinen

Työn teettäjä Skanska Talonrakennus Oy, valvojana työpäällikkö RI Ari Suokanto

Tampere 4/2009

Työn tekijä	Teemu Saari
Työn nimi	Metallirankarakenteisten julkisivuelementtien asennuksen ennakkosuunnittelu ja asennustyöt
Sivumäärä	65 sivua + liitteet 7 kappaletta (23 sivua)
Valmistumisaika	4/2009
Työn ohjaaja	suuntautumisvaihtoehtovastaava, DI Harri Miettinen
Työn teettäjä	Skanska Talonrakennus Oy, työpäällikkö RI Ari Suokanto

Tiivistelmä

Työssä esiteltiin metallirankarakenteisten julkisivuelementtien rakenne, asennuksen ennakkosuunnittelu ja asennus työmaalla Teräselementti Oy:n tuotteilla toteutettuina. Työn tarkoituksena oli kerätä Skanska Talonrakennus Oy:lle tietoa kyseisestä julkisivun rakentamistavasta ja etsiä kehitettäviä kohtia niiltä osin kuin Skanska Talonrakennuksen toimiiin työ vaikuttaa. Tutkimuksessa on käytetty paljon henkilöhaastatteluja sekä tietoa on kerätty tekijän toimesta työmaalla. Kirjallisuuslähteitä on pyritty löytämään mahdollisimman paljon, osittain tuloksetta.

Tuloksena on saatu kuvaus ennakkosuunnittelun vaiheista hyvine käytäntöineen, hyvin kuvitettu asennusmenetelmän kuvaus sekä kokemukset yhdestä toimistorakennuskohteesta, jossa Teräselementti Oy toteutti julkisivu-urakan tuoteosakauppana. Tuloksia voidaan hyödyntää tällä hetkellä rakenteilla olevassa toimistorakennuskohteessa Tampereella ja tulevaisuudessa kaikissa metallirankarakenteisia julkisivuja sisältävissä kohteissa.

TAMK University of Applied Sciences
Construction Technology
Construction management

Writer	Teemu Saari
Thesis	Metal post structured facade elements erection's advance planning and erection
Pages	65 pages+ appendices 23 pages
Graduation time	4/2009
Thesis Supervisor	Harri Miettinen (MSc)
Co-operating Company	Skanska Talonrakennus Lc, Project Manager Ari Suokanto

Abstract

Metal post structured facade element erection's advance planning and erection is investigated in this work. Skanska has not much information about metal post structured facade element erection. This job was done to collect information and development factors about the field to Skanska Talonrakennus Lc.

Investigation methods were mostly person interviews and investigation process on site. Written sources were used also.

Results are a description of advance planning, facade element erection and a report from one finished project which was made by Teraselementti Lc.

Results can be exploitable in future projects which include metal post structured facade elements.

Esipuhe

Haluan erityisesti kiittää opinnäytetyöni tärkeimpiä tietolähteitä, Teräselementti Oy:n asennustyönjohtaja Raimo Peltosta ja julkisivuosaston projektipäällikkö Jyrki Syrjäsaloa. Opinnäytetyöni sisältö olisi jäänyt paljon laihemmaksi ilman heidän apuaan ja tietoaan elementtien rakenteesta ja asentamisesta .

Kiitän myös työni ohjaajaa Harri Miettistä muutamista hyvistä näkökohdista, Ari Suokantoa työn ohjaamisesta yrityksen puolelta ja Skanskan työmaan toimihenkilöitä Technopolis Hermia 15:n työmaalta.

Tampereella huhtikuussa 2009

Teemu Saari

1	Johdanto.....	6
2	Elementtien rakenne lyhyesti	8
2.1	Tehoranka-elementin rakenne.....	8
2.2	Laselementin rakenne.....	10
2.3	Muiden valmistajien vastaavat tuotteet.....	12
3	Asennuksen valmistelu työmaalla	13
3.1	Aluesuunnitelma	13
3.2	Rakennuksen rungon mittatoleranssien varmistaminen.....	13
3.3	Elementtiasennusaikataulu.....	15
3.4	Elementtiasennussuunnitelma.....	17
3.5	Työturvallisuussuunnittelu	17
4	Asennus.....	27
4.1	Kuljetus työmaalle ja välivarastointi	27
4.2	Elementtien nosto	31
4.3	Elementtien kiinnitys	32
4.4	Elementtien saumojen tiivistys	37
4.5	Ulkoeristyksen asennus, listoitus ja pellitys	41
5	Laadunvarmistus asennuksen aikana	44
5.1	Elementtien valmistustoleranssit	44
5.2	Asennuksen yleisimmät ongelmat julkisivutoimittajan kannalta	45
5.3	Laadunvarmistuskäytänteet työmaalla	45
6	Esimerkkikohde Technopolis Hermia 15	46
6.1	Käytetyt elementtityypit.....	46
6.2	Asennuspaikkojen vaikutus aluesuunnitelmaan.....	47
6.3	Asennusjärjestys.....	48
6.4	Logistiikka	48
6.5	Työturvallisuusasioiden toteutus	53
6.6	Aikataulu	55
6.7	Kehitysehdotukset Hermia 15:sta ilmenneisiin ongelmiin	56
7	Yhteenveto	63
	Lähteet.....	64
	Liitteet.....	66
	Liite 1: Työmaaohje	
	Liite 2: Elementtiasennusaikataulu kohteesta Technopolis Hermia 15	
	Liite 3: Elementtiasennussuunnitelmat kohteesta Technopolis Hermia 15	
	Liite 4: Suojakaiteiden ja turvalajaiden vuokrahinnasto	
	Liite 5: Teräselementti Oy:n piirustuksia kohteesta Technopolis Hermia 15	
	Liite 6: Teräselementti Oy:n esimerkki julkisivun elementtikaaviosta kohteesta Technopolis Hermia 15	
	Liite 7: Yleisaikataulu kohteesta Technopolis Hermia 15	

1 Johdanto

Työn tausta

Metallirankarakenteiset elementit ovat suosiossa suuremmissa toimisto- ja liikerakennuksissa. Ne ovat kevyitä, joten ainakin pohja- ja perustusrakenteissa saavutetaan säästöä. Elementit voidaan tehdä suurina esivalmisteisina kappaleina, jolloin työmaalla saadaan rakennuksen vaippaa umpeen nopeaan tahtiin. Ne voidaan verhoilla lähes millä materiaalilla vain ja aukotus on melko vapaata. Nämä seikat edistävät elementtien asemaa arkkitehtien suosiossa.

Näillä melko vapaan julkisivusuunnittelun antavilla julkisivuelementeillä on rakennettu Suomeen viime vuosina paljon julkisivuja muun muassa suuriin toimistorakennuksiin ja kauppakeskuksiin. Tuoreimpina esimerkkeinä Viihdekeskus Flamingo Vantaalla, Panorama Tower Espoossa ja HTC Keilaniemi Espoossa. Tampereella julkisivultaan metallirankarakenteisia rakennuksia ovat esimerkiksi vuonna 2005 valmistunut Scandic City Tampere ja Tampereen yliopiston vuonna 2003 valmistunut lisärakennus.

Suomessa metallirankorunkoon käyttävien julkisivuelementtien valmistus on keskittynyt yrityskauppojen myötä pääosin kolmen yrityksen kesken. Rautaruukki Oyj, Normek Oy ja Teräselementti Oy tarjoavat palveluja elementtisuunnittelun, elementtivalmistuksen ja elementtiasennuksen osalta.

Skanska Talonrakennus Oy on Tampereella toteuttanut harvoja kohteita, joissa on käytetty metallirankarakenteisia julkisivuelementtejä. Tällä hetkellä Skanskalla on yksi sellainen kohde käynnissä, ja tulevaisuudessa metallirankaelementit ovat muutaman merkittävän kokoisen kohteen julkisivumateriaalina. Tämän takia olen saanut saatu toimeksiannon tutkia asiaa.

Työn tavoite

Työn tavoiteena on tutkia elementtien asennusta työmaalla ja kerätä siitä tietoa Skanska Talonrakennus Oy:lle. Tarkoituksena on kehittää työtä sekä Skanska Talonrakennus Oy:n että julkisivu-urakoitsijan kannalta kustannustehokkaammaksi ja turvallisemmaksi. Lopputuotteena on tämä asennuksen vaiheita kuvaava opinnäytetyö, tiivistetty ohje Skanskalle laskennan, vastaavien työnjohtajien ja työmaamestarien käyttöön (liite 1) sekä ainoastaan tilaajan käyttöön sähköinen valokuvasarja yhden toteutuneen julkisivu-urakan vaiheista.

Työn suoritus

Työssä on käytetty haastattelu-, kirjallisuus- ja havainnointiaineistoa. Pääosa tiedoista on hankittu haastattelemalla Teräselementti Oy:n asennustyönjohtajaa ja projektipäällikköä. Lisäksi on haastateltu Skanska Talonrakennus Oy:n työmaahenkilöstöä sekä muutamaa muuta tahoa. Asennuksesta on kerätty tietoa seuraamalla Technopolis Hermia 15 -julkisivu-urakkaa. Kirjallisuuslähteitä on pyritty löytämään ja käyttämään mahdollisimman paljon. Työn aihepiiriistä niitä on julkaistu suomeksi todella vähän.

Työn rajaukset

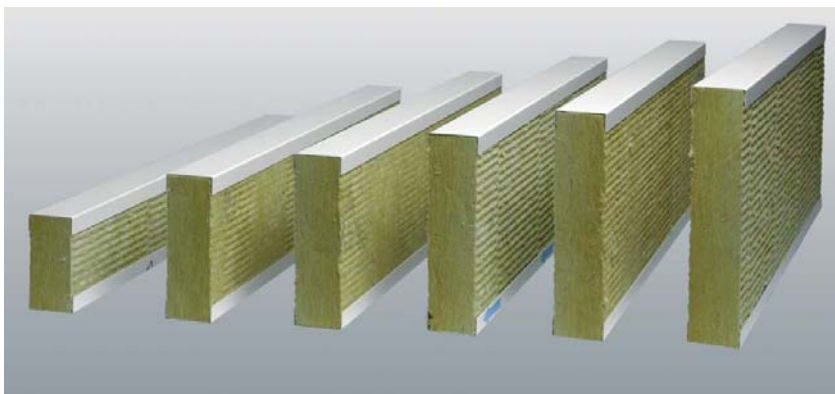
Työ käsittelee Teräselementti Oy:n julkisivujärjestelmää metallirankaseinien ja alumiinilasiseinien sekä näiden yhdistelmien osalta. Elementtityypeissä keskitytään Technopolis Hermia 15 -kohteessa käytettyihin Tehoranka-elementteihin, Schüco-alumiinilaselementteihin ja näiden kahden elementin yhdistelmään. Työn alussa kerrotaan lyhyt kuvaus muiden toimittajien elementeistä. Työssä keskitytään Teräselementti Oy:n elementtien asennuksen tutkimiseen, kuvaamiseen

2 Elementtien rakenne lyhyesti

2.1 Tehoranka-elementin rakenne

Tehorangan koostumus

Tehoranka on vuorivillasta ja metallilaipoista koostuva rakennustuote, joka muodostaa Tehoranka-elementin kantavan rungon (kuvio 1). Uuman muodostavaa vuorivillaa on käytettävissä kahta eri lujuusluokkaa, normaaleille ja raskaammille kuormituksille. Tehorankaa on saatavana eri useina erikokoisina profiileina, kuten alla olevasta kuvasta selviää. On myös mahdollista tehdä täysin tilaajan tarpeiden mukaisia profiileita. (Teräselementti Oy, 2009a.)



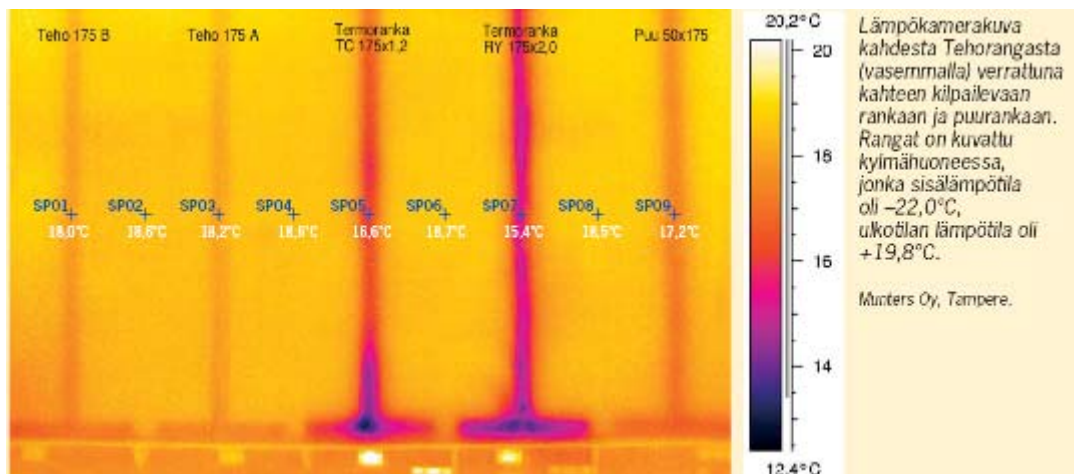
Kuvio 1: Erikoisia Tehoranka-profiileja. (Teräselementti Oy, 2009a)

Tehorangan valmistus

Ranka valmistetaan liimaamalla kova vuorivillalevy ja kuumasinkitty sekä muovipinnoitettu teräslaippa toisiinsa. Liimaus on erittäin luotettava. Tehoranka on kehitetty yhteistyössä Paroc Oy Ab:n kanssa. Mukana ovat olleet myös Tampereen teknillinen yliopisto sekä Valtion teknillinen tutkimuskeskus. (Teräselementti Oy 2009a.)

Lämmöneristys

Lämmöneristävyys on erinomainen vuorivillauuman ansiosta. Kylmäsiltoja ei käytännössä pääse syntymään. Lämmöneristävyys on parempi kuin termorangalla tai puurangalla (kuvio 2)



Kuvio 2: Tehoranka vertailussa (Teräselementti Oy 2009a)

Hyvän lämmöneristävyyden ansiosta seinärakennetta voidaan ohentaa jonkin verran. Tämä tarkoittaa lisää neliöitä sisätiloihin. Tämä on tarpeen monien kaupunkien keskustoissa, missä rakennetaan mahdollisimman tarkasti tontin rajat ja rakennusoikeus täyttään. (Teräselementti Oy 2009a.)

Palo-ominaisuudet

Tehoranka kuuluu paloluokituskokeiden mukaan luokkaan A2-s1,d0. Merkintä tarkoittaa, että tarvikkeen osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu, savuntuotto on erittäin vähäistä ja palavia pisaroita tai osia ei esiinny. Palonkestoltaan parempi luokka olisi ainoastaan A1, joka esiintyy aina ilman lisämääreitä. (Suomen Rakennusmääräyskokoelma 2009)

Tehorangoista koostuvan elementin perusrakenne

Tehorankaelementti rakennetaan samalla tavalla kuin puurunkoa kantavana runkoon käyttävä elementti (kuvio 3). Runkotolppien välit eristetään vuorivillalla.



Kuvio 3: Tehorangasta tehty elementin runko (Teräselementti Oy 2009a)

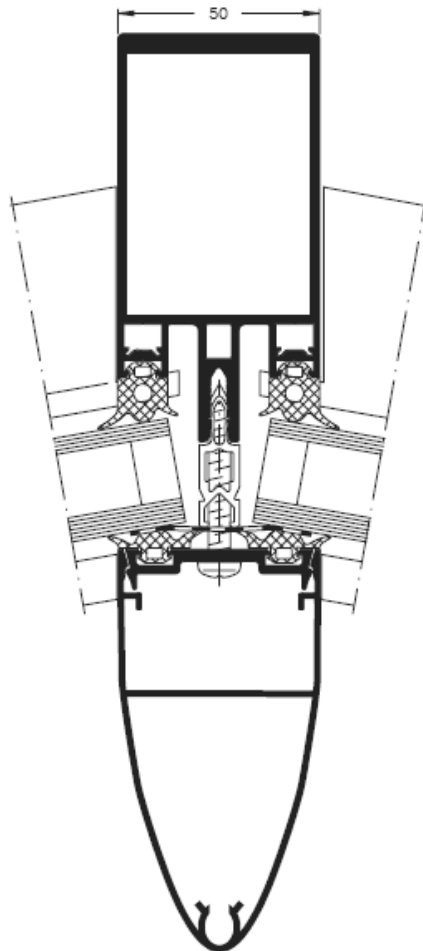
Elementit pyritään toimittamaan mahdollisimman pitkälle varusteltuna työmaalle. Elementtiin voidaan tehtaalla asentaa ikkunat, sisäverhouslevytyt, höyrynsulku, tuulensuojalevyt sekä ulkoverhousmateriaalin koolauslistat. Varustelutaso suunnitellaan tapauskohtaisesti työmaan kanssa. (Syrjäsalu 2008)

2.2 Lasielementin rakenne

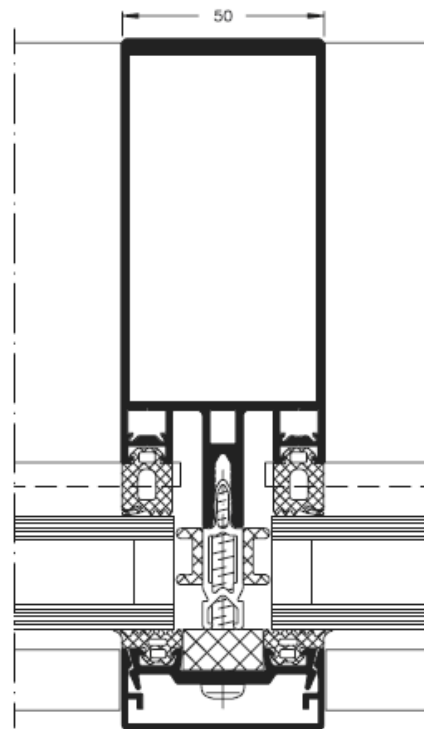
Tässä on yksi alumiiniprofiiliesimerkki, jota Teräselementti pääasiassa käyttää tuotteissaan. Profiili on saksalaisen Schücon valmistama FW 50 +HI -profiili (Oivanen 2009). FW 50+ ja FW 60+ ovat Schücon parhaiten myydyt profiilit Euroopassa. HI on lyhennetty sanoista High Insulation, joka tarkoittaa parempaa eristävyttä. Parempi eristävyys on toteutettu syvemmillä profiililla (kuvio 4). (Schüco International KG, 2009b)

FW 50+

Segmentierte Fassade
Faceted façade

**FW 50+.HI**

Pfosten
Mullion



Kuvio 4: FW 50+.HI profiili on vakiomallia syvämpi paremman lämmöneristävyyden tavoittelemiseksi (Schüco International KG, 2009b)

Valmistuneista kohteista profiilia on käytetty muun muassa helmikuussa 2009 luovutetussa HTC Keilaniemi -projektissa, jossa alumiinilasiseinää tehtiin noin 17 000 m². Merenrantasijainnista johtuen tilaaja SRV Toimitilat Oy vaati alumiinilasiseiniltä erinomaista vedenpitävyyttä. Tämä testattiin kokeessa Schücon tehtaalla Saksassa. Mallielementit koestettiin rakennusalueen maksimituulennopeudella, josta ne selvisivät ilman vesivuotoja. (Teräselementti 2009b)

2.3 Muiden valmistajien vastaavat tuotteet

Ruukki Oyj

Tämä termorankaprofiilia runkonaan käyttävä elementtijärjestelmä tuli Ruukille Rannilan fuusioituessa yrityskauppojen myötä siihen. Ruukin elementtien runko koostuu rei'itetystä teräsprofiilista eli termorangasta. Teräs on kylmävalssattua ja se on korroosiosuojattu kuumasinkityksellä. Profiilileveyksiä on välillä 125 mm – 350 mm ja profiilimuotoja ovat U-, C- sekä leveälaippainen U. Eristysmateriaalina käytetään kivivillaa. Sisä- ja ulkoverhousmateriaaleiksi voidaan valita lähes mitä vain. Julkisivuverhouksena voidaan käyttää esimerkiksi keraamisia lankkuja, ohutrappausta tai metallikasettia. (Rautaruukki Oyj 2009)

Elementit voidaan Ruukin mukaan esivalmistaa hyvin pitkälle tehtaalla, mikä nopeuttaa työmaalla rakennuksen vaipan umpeen saantia. Muun muassa ikkunat voidaan asentaa tehtaalla. Yksittäisen elementin maksimikoko 3600 mm x 10500 mm. Ruukki harjoittaa tuoteosakauppaa, joten julkisivu on mahdollista saada avaimet käteen -periaatteella urakoituna. (Rautaruukki Oyj 2009)

Normek Oy

Normek Oy on kolmas kotimainen valmistaja metallirakenteisille julkisivuelementeille. Normek käyttää elementtien rungoissa termorankaa kuten Ruukki. Normekin valikoimiin kuuluvat myös lasijulkisivujärjestelmät toteutettuna joko alumiini- tai teräsrunkoisina. Lasijulkisivujärjestelmissä käytetään Schücon profiilia (Schüco International KG, 2009a). Normek harjoittaa tuoteosakauppaa, eli siltäkin on julkisivu mahdollista saada avaimet käteen -periaatteella urakoituna (Normek Oy 2009).

3 Asennuksen valmistelu työmaalla

3.1 Aluesuunnitelma

Elementtiasennuksen huomioon ottaminen työmaan aluesuunnitelmaan voi alkaa jo ennakkotarjouspyyntöjä lähetettäessä urakoitsijoille. Ennakkotarjouspyyntöihin kannattaa pyrkiä saamaan mahdollisimman paljon tietoa alla oleva luettelon asioista, koska työmaan ensimmäinen aluesuunnitelma tehdään monesti ennen julkisivuelementtitoimittajan kanssa tehtävää urakkasopimusta.

- Asennuksen kesto ajallisesti
- Elementtien koot ja painot
- Asennuskaluston tyypit (nosturit, saksilavat, mastolavat)
- Asennusjärjestys moduulilinjoittain
- Tarvittava varastointi- ja purkualue

Ennakkotarjouspyynnön tietojen pohjalta voidaan kartoittaa asennuksen vaikutus ensimmäiseen aluesuunnitelmaan, jota täydennetään julkisivuelementtitoimittajan varmistuttua. Tärkeintä aluesuunnitelmassa on varata paikka julkisivuelementtien nostokalustolle, jotta asennus ei nostokaluston ulottumattomuuden tai ylimääräisten nosturin siirtojen takia viivästy. Muuten ei ole yhtä oikeaa tapaa aluesuunnitelman järjestelyyn.

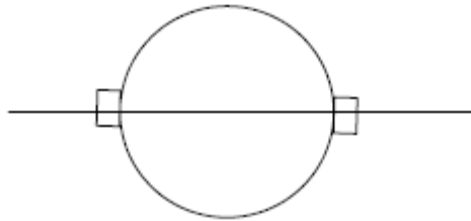
Hyvä lohkojako työmaalla edistää työvaiheiden hajauttamista, ja näin ollen kaikilla työmaan osapuolilla on enemmän tilaa tehdä työtään. Samaan aikaan kevytrakenteisten julkisivuelementtien kanssa työmaalla yleensä asennetaan betonielementtejä, juotetaan betonielementtejä ja tehdään betonivaluja sekä vesikaton runko- ja pinnoitustöitä. Nämä kaikki työt syövät toistensa tilaa, joten niiden paikan ja ajan miettimiseen on varattava aikaa.

3.2 Rakennuksen rungon mittatoleranssien varmistaminen

Metallirankarakenteisen julkisivun omaavan rakennuksen runko on yleensä betoni- tai teräsrakenteinen. Teräsrakenteille on määritetty pienemmät toleranssit kuin betonirakenteilla, koska niitä pystytään valmistamaan tarkemmin.

Esimerkkinä voidaan käyttää pilaria. Teräspilarin vaakasijainnin suurin sallittu poikkeama on + - 12 mm. Betonipilarilla vaakasijainnin tolerassi on + - 20 mm (Mäki, Koskenvesa & Sahlsted 2008, s.82). Ero on huomattava. Tämän takia metallirankarakenteiset elementit on suunniteltava kohdekohtaisesti runkorakenteen toleranssit huomioiden.

Työmaalla on runkovaiheessa erityisesti tarkkailtava rungon reunojen pysymistä toleransseissa ja tehtävä tarvittavat korjaustoimenpiteet toleranssien ylittyessä. Tarkkailu alkaa pilarin peruspulttien asennuksesta valuun. Tämä yleensä onnistuukin hyvin. Seuraavaksi pulttien päälle asennetaan pilari. Pilareissa käytetään usein piilokonsolia, jonka päälle teräksinen matalapalkki asennetaan. Tämä liitoksen toleranssit ovat erittäin pienet. Mikäli pilari asennetaan hieman kierteelle tai pilarielementin valmistuksessa on tapahtunut virhe, konsolit eivät ole enää linjassa moduulilinjaan nähden (kuvio 5). (Syrjäsalto 2009)



Kuvio 5: Pilarin kiertyminen suhteessa moduulilinjaan (Kuva: Teemu Saari)

Se aiheuttaa matalapalkkien hammastuksen pilarin kohdalla. Seurauksena tästä voi olla pahimmillaan julkisivulinjan siirto ulommas rungosta kesken julkisivuelementtilinjan asennuksen, koska toleranssit eivät riitä ja julkisivuelementti ottaa runkoon kiinni. Alle 10 mm pullistuman voi vielä toteuttaa ilman, että siitä tulee ulkonäöllistä haittaa julkisivuun. Asennus hidastuu joka tapauksessa aina kun vastaavia pullistumia löytyy (Peltonen 2009).

Toinen elementtiasennuksissa selkeästi esiin tullut asia on matalapalkkeihin hitsatut valukotelot (kuvio 6). Kotelojen valmistuksen laatuun ei kiinnitetä niin paljon huomiota kuin itse palkin. Kotelo saattaa myös kolhiintua palkkia siirreltäessä. Valukotelon reunapellin sijainti voi paikoitellen olla jopa ± 20 mm teoreettisesta sijainnistaan. Palkkien asentajien tulee kertoa asiasta työnjohdolle välittömästi. Tilanne voidaan korjata valukoteloita leikkaamalla ja hitsaamalla tai kuormaliinoilla vedättämällä.



Kuvio 6: Deltapalkkien reunoihin on hitsattu peltiset valukotelot (Kuva: Teemu Saari)

3.3 Elementtiasennusaikataulu

Asennukseen kuluva aika

Elementtien asennusnopeus on riippuvainen työryhmän ammattitaidosta, asennusolosuhteista ja käytettävistä elementeistä. Työryhmään kuuluu yleensä 2 x RAM+ 1 x RM. RM toimii kuorman kiinnittäjänä nostopuomiin. Keskimäärin työryhmä voi asentaa umpinaisia 3,6 m x 8 m Tehoranka-elementtejä kahdeksan kappaletta työvuorossa tai vaihtoehtoisesti suuria lasiseinäelementtejä viisi kappaletta työvuorossa. Työvuorot ovat matkatöitä tekevillä asentajaryhmillä yleensä 10-tuntisia, koska he haluavat yleensä pitää yhden lisäpäivän viikossa vapaana. (Syrjäsalo 2008)

Teräselementin keskimääräisten työmenekkien perusteella Tehoranka-elementin asennukseen kuluu työryhmältä 10 h / 7 elementtiä = 1,43 h/elementti. Seuraavan sivun taulukoissa verrataan Teräselementin elementtien asennusnopeutta Aikataulukirja 2008 antamiin työaikoihin rankarakenteisten elementtien osalta, sekä Aikataulukirjan antamiin työaikoihin betonisten julkisivuelementtien asennuksesta. Betoniin julkisivuelementteihin täytyy laskea ikkuna-asennus mukaan, koska Tehoranka-elementissä ikkunat ovat jo asennettuna. Jokaiseen betonielementtiin on laskettu asennettavaksi yksi yli 4 m² ikkunaa. Asennettavan alueen kokona käytetään 3,6 m x 8 m, koska se on tyypillinen Tehoranka-elementin kokoluokka.

Tällainen olisi liian suuri betonielementiksi, joten jaetaan alue kolmeksi elementiksi. Työajat laskettiin Aikataulukirja 2008 -teoksesta kertomalla T3-suoriteajat kertoimella 1,2. Näin saatiin

yleisaikataulun laadinnassa käytettävät T4-suoriteajat. Työmenekit on laskettu taulukoissa 1 ja 2.

Taulukko 1: 3,6 m x 8 m rankarakenteisen metallielementin asennusaika (Mäki & Koskenvesa 2007, Ratu 33-0243)

Rankarakenteisen julkisivuelementtien asennus			
aloittavat työt		0,34	
mittaus		0,52	
asennus		6,91	
yhteensä		7,77	tth/kpl

Työryhmällä 2 RAM + 1 RM yhteen elementtiin kuluu aikaa 2,59 h/kpl.

Taulukko 2: Kolmen betonisen 3,6 m x 2,6 m julkisivuelementin asennusaika (Mäki & Koskenvesa 2007, Ratu 25-0281)

Betonisen julkisivuelementtien asennus				Ikkunan asennus+lasitus			
aloittavat työt		0,72	tth/3 kpl	aloittavat työt		0,36	tth/3 kpl
mittaus		0,43	tth/3 kpl	mittaus		1,44	tth/3 kpl
asennus		4,68	tth/3 kpl	ylläpitävät työt		0,48	tth/3 kpl
juotos		0,9	tth/3 kpl	asennus (karmi ja lasi)		3,99	tth/3 kpl
yhteensä		6,73	tth/3 kpl	yhteensä		6,27	tth/3 kpl

Kolme elementtiä yhteensä 13 tth

Työryhmällä 2 RAM + 1 RM yhteen elementtiin kuluu aikaa 4,33 h/3 kpl

Aikataulukirjan mukaan rankarakenteisten metallielementtien asentamiseen kuluu 41 % vähemmän aikaa verrattuna betonisiin. Teräselementin elementtien keskimääräinen asennusaika on 66 % nopeampi verrattuna betonisten julkisivuelementtien asennukseen.

Aikataulun laadinta

Julkisivuasennuksesta vastaava urakoitsija tekee alustavan elementtiasennusaikataulun työmaan yleisaikataulun pohjalta. Julkisivu-urakoitsija toimittaa elementtiasennusaikataulun työmaalle hyvissä ajoin ennen asennuksen aloitusta, mikä katsotaan läpi yhdessä

pääurakoitsijan kanssa. Näin pystytään välttämään pahimmat päällekkäisyydet muiden työvaiheiden kanssa tai ainakin ennakoimaan ne. Hyvin helposti betonielementtiasennus, maanrakennustyöt ja rakennuksen ulkopuoliset betonityöt saattavat mennä ristiin julkisivutöiden kanssa. (Peltonen 2008) Asennusaikataulu tarkennetaan heti, kun epäselvät asiat ja työmaatekniset asiat on pääurakoitsijan kanssa sovittu ja tiedetään millaisella työryhmällä urakka päästään toteuttamaan (Syrjäsalo 2009). Asennusaikatauluesimerkki liitteenä 1.

3.4 Elementtiasennussuunnitelma

Elementtiasennussuunnitelma tehdään ennen julkisivuelementtien asennuksen aloitusta. Hyväksyttäminen kaikilla tarvittavilla tahoilla tehdään myös ennen aloitusta. Joissain tapauksissa tehdään kaksikin elementtiasennussuunnitelmaa urakan aikana johtuen työmaan aikataulusta ja elementtityyppien eroavaisuudesta.

Julkisivu-urakoitsijan vastaava työnjohtaja laatii asennussuunnitelman. Suunnitelmaan kirjataan kaikki lain määräämät kohdat, mutta ei mitään ylimääräistä. Asennussuunnitelma ei siis ole mikään asennusohje elementeille (Peltonen 2008). Skanskan työmailla urakoitsija tekee työstään myös Työn turvallisuussuunnitelman eli TTS:n. Asennussuunnitelman esimerkki on liitteenä 2.

3.5 Työturvallisuussuunnittelu

Elementtiasennus on vaarallisimpia työvaiheita rakennustyömaalla. Oikein toteutettuna kevytrakenteisten julkisivuelementtien asennuksesta saadaan turvallisempi vaihtoehto verrattuna betonisiin. Seuraavassa kerrotaan työturvallisuusasioiden toteutuksesta.

Kevytrakenteiset julkisivuelementit voidaan teoriassa asentaa holvin reunojen kaiteet paikallaan (Syrjäsalo 2008). Se edellyttää kaidetolppien asennusta rakennuksen rungon sisäpuolelle. Kaide ei saa olla liian kaukana holvin reunasta. Ennen kiinnitystä kaiteen jalkalista on otettava pois, jotta saadaan elementin yläpää kiinnitettyä holvin reunaan (kuvio 7).

Käsijohteiden lyöntilukot on lyötävä vasaralla auki ennen kyseisen kohdan julkisivuelementin asentamista (kuvio 7). Julkisivuelementin ollessa paikallaan lyöntilukkoja ei enää pysty lyömään vasaralla auki.

Tilanteen mukaan voidaan käyttää esimerkiksi VEPE Oy:n holkiasenteista kaidetta, pinta-asenteista kaidetta, ontelolaatta- tai villanvälikäidettä. VEPE Oy:n kaiteita vuokraavat kaikki suurimmat konevuokraamot ja Skanska Rakennuskone Oy.

Rakennuksen rungon sisäpuolelle asennettavalla kaiteella on ajan mittaan paljon etuja työturvallisuuden suhteen verrattuna sinänsä helposti asennettavaan ja purettavaan holvinreunakaiteeseen. Työnaikaiset turvallisuusratkaisut tulisivat olla mahdollisimman pysyviä. (Skanska Talonrakennus Oy 2009)

Esimerkkinä pilari- teräspalkki- ontelolaatta- runkojärjestelmä

Teräspalkkiin voidaan hitsata joko tehtaalla tai työmaalla holkit kaidetolppia varten. Tehtaalla hitsaaminen on vaivattomampaa, mutta vaatii putoamissuojauksen huolellisen suunnittelemisen ennen teräspalkkien kaupan tekoa. Näin toimittiin muun muassa Skanskan ja NCC:n työyhteisliittymän rakentamassa kauppakeskus Sellossa (kuvio 7) (Skanska Talonrakennus Oy, 2009). Myös Skanska Talonrakennus Oy:n Panorama Tower -työmaalla toimittiin edellä mainitulla tavalla. Teräspalkit Panorama Towerin työmaalle toimitti Ruukki. (Rautio 2007) Deltapalkit voidaan nostaa paikalleen kaidetolpat kiinnitettyinä. Holvilla tehtäväksi jää vain välijohteiden/jalkalistojen tai verkkoelementtien asennus.



Kuvio 7: Kaiteet poistetaan vasta seinäelementtien asennuksen jälkeen. Huomioitavaa on, että jalkalista on poistettu kaiteesta ja välijohteiden lyöntilukot on lyöty auki. (Skanska Talonrakennus Oy, 2009)

Peikko Finland Oy:n deltapalkkeihin saa ja on saanut aiemminkin kaidekiinnikkeitä asiakkaiden detaljikuvien mukaan. Hinnat ovat aina tapauskohtaisesti laskettavia, keskimäärin 5-10 €/kiinnike. Peikko Finland Oy kehittää tällä hetkellä kaidevalmistaja Combisafen kanssa optimaalisinta kaidejärjestelmää deltapalkkeihin. Sen valmistuttua sitä tarjotaan asiakkaille. Järjestelmässä kaidetolpan kiinnikkeet tulevat palkkiin kiinni tehtaalla. (Ollikainen & Kalliokoski 2009)

Vaihtoehtoisesti holkit voidaan kiinnittää työmaalla hitsaamalla. Tämä edellyttää hiukan varastointitilaa ja palkkien tilaamisen työmaalle vähintään päivää ennen asennusta paikalleen (kuvio 8) (kuvio 9). Tällä tavalla holkkeja eivät ainakaan tule hitsattua väärin paikkoihin palkeissa.

Haittapuolena tässä on vaiva suunnitella ja tilata holkkien valmistamiseen tarvittava materiaali. Hitsaajalle on pyrittävä järjestämäänärkevän pituisia työmääriä jos hitsaaja tilataan ulkopuolelta. Puolta päivää voisi pitää minimipituutena. Joustavampaa on teettää työ jollain hitsaustaitoisella työntekijällä työmaalla. Välillä resurssit ovat tiukassa työmaalla, joten kukaan ei kerkiä hitsaamaan, ja holkkien hitsaaminen viivästyy.



Kuvio 8: Holkit hitsattu työmaalla palkkiin (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 9: Holkit hitsattu työmaalla palkkiin (Kuva: Teemu Saari)

Holvin reunavalukaistojen puoleiset julkisivut

NCC Rakennus Oy käytti kehittämäänsä reunamuottijärjestelmää Tulli Business Parkin kaikissa vaiheissa. Tästä Skanskalla saatiin idea ja alettiin suunnittelemaan samantyylistä. Nykyään Skanska Talonrakennuksella on oma kalusto käytössä tähän työhön (kuvio 10). Ontelolaattojen reunavalukaistaan raudoitetaan tai valuun painetaan holkit holkkiasenteisia kaiteita varten. Uudet kaiteet voidaan asentaa ennen muotin purkamista turvallisesti. Muottien poistamisen jälkeen ne suojaavat putoamiselta seinäelementtien asennukseen saakka.



Kuvio 10: Reunavalumuotti asennettuna. (Kuva: Teemu Saari)

Vesikatto

Vesikaton kaideratkaistu on monesti ongelmallinen. Kaiteet on saatava paikoilleen ennen kuin vesikattotyöt aloitetaan. Kaiteet eivät saisi olla tiellä seinäelementtejä asennettaessa eikä sen jälkeen räystäitä tehtäessä.

Kantavana rungoltaan betonirakenteisella vesikatolla yksinkertaisin tapa on ensin käyttää samoja ratkaisuja kuin reunapalkkien ja reunavalukaistojen kohdalla. Nämä voidaan poistaa seinäelementtien asennuksen jälkeen. Seinäelementtien yläpäihin kannattaa suunnitelluttaa elementtitoimittajalla elementteihin kaidekonsolit, jotka antavat mahdollisuuden rakentaa räystäät kaiteiden ollessa paikoillaan (kuvio 11).

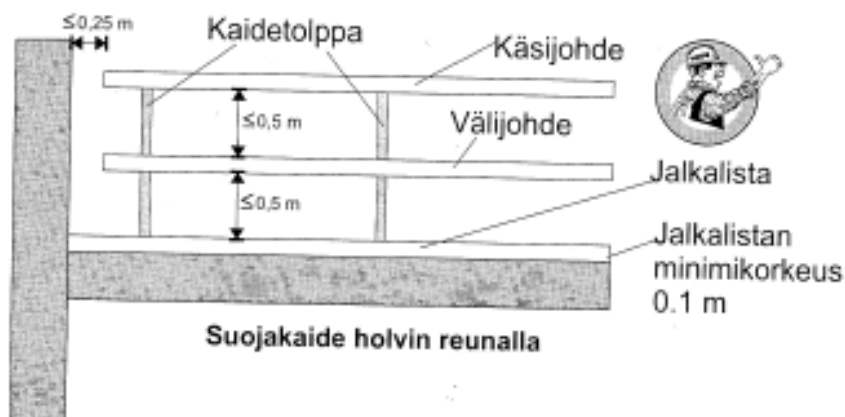


Kuvio 11: Kaidekonsoli seinäelementissä (Kuva: Teemu Saari)

Edullisin kaideratkaisu

Putoamissuojauksen kustannukset saattavat nousta suuriksi työmaalla, vaikka ratkaisut eivät ole riittävän turvallista. Putoamissuojauksen suunnitteluun ei aina ole riittävästi aikaa, joten joudutaan tekemään tavanomaisia ratkaisuja, jotka eivät ole kaikkein edullisimpia. Tähän pätee sama kuin kaikkiin muihinkin töihin rakentamisessa. Ennalta suunnittelemalla työ loppuun asti tehdään yleensä kustannus- ja varsinkin aikataulusäästöjä verrattuna jatkuvaan, vasta toteutuksen yhteydessä tapahtuvaan suunnitteluun.

Putoamissuojauksesta määrää Valtioneuvoston päätös rakennustyön turvallisuudesta. Se määrää, että työnantajan on aina pyrittävä järjestämään putoamissuojaus kiinteänä. Turvavaljaiden käyttö on viimeinen vaihtoehto. Oheisessa kuvassa on kaiteen mitoista tietoa (kuvio 12)



Kuvio 12: Suojakaiteen minimimittoja (Vepe Oy 2009)

Käsijohteen ja kaidetolpan on kestävä 100 kg voima putoamista estävässä suunnassa. Välijohteen on kestävä 50 kg voima samassa suunnassa. (Vepe Oy 2009)

Seuraavassa vertaillaan hieman eri putoamissuojauksen ratkaisumalleja, joita voidaan käyttää Tehoranka- ja muiden kevyiden julkisivuelementtien kanssa. Verrataan kolmea eri kaideratkaisua.

Työn hintana on käytetty 18,50 € tunnilta, joka sisältää sosiaalikulut. Hitsaustöissä on käytetty ulkoisen ammattilaisen hintana 38,00 € tunnilta. Puun hinta on huhtikuun 2009 hintataso www.taloon.com -sivustolta, kaidetolppien vuokrahinta Skanska Rakennuskoneen hintojen mukaan ja valjaiden vuokra Skanska Rakennuskoneen hintojen mukaan (liite 4). Metallin työstöajat ovat Skanska Rakennuskone Oy:n metallimies Kari Vuorisen arvioita. Palkkiin tehtyjen tehdaskiinnikkeiden hinta on saatu Peikolta. Muu tieto on kokemukseräistä arviointia.

Vaihtoehto 1:

Holvinreunakaide:

- käsi- ja välijohteet 50 x 100 A/B
- jalkalista 22 x 100 PL/VL
- kaidetolppien väli 2400 mm
- Kaiteet vuokrataan Skanska Rakennuskone Oy:ltä

Vaihtoehto 2:

holkkiasenteinen kaide:

- käsi- ja välijohteet 50 x 100 A/B
- jalkalista 22 x 100 PL/VL
- kaidetolppien väli 2000 mm
- holkin pituus 200 mm, koko 30 x 30 x 3 mm
- hitsattu työmaalla palkkiin (Vuorinen 2009)
- Kaiteet vuokrataan Skanska Rakennuskone Oy:ltä

Vaihtoehto 3:

holkkiasenteinen kaide:

- käsi- ja välijohteet 50 x 100 A/B
- jalkalista 22 x 100 PL/VL
- kaidetolppien väli 2000 mm
- holkin pituus 200 mm, koko 30 x 30 x 3 mm
- tilattu tehtaalta hitsattuna palkkeihin.
- Kaiteet vuokrataan Skanska Rakennuskone Oy:ltä

Kustannukset ja työajat on laskettu 10 jm kaidepituudelle, jotta suoritteiden työajan arvioiminen olisi luotettavampaa.

Taulukon 3 mukaan vaihtoehto 1 olisi tässä vaiheessa edullisin, koska siinä käytettävä kaidetyyppi ei vaadi lisäkiinnikkeitä.

Taulukko 3: Kustannuksia 1

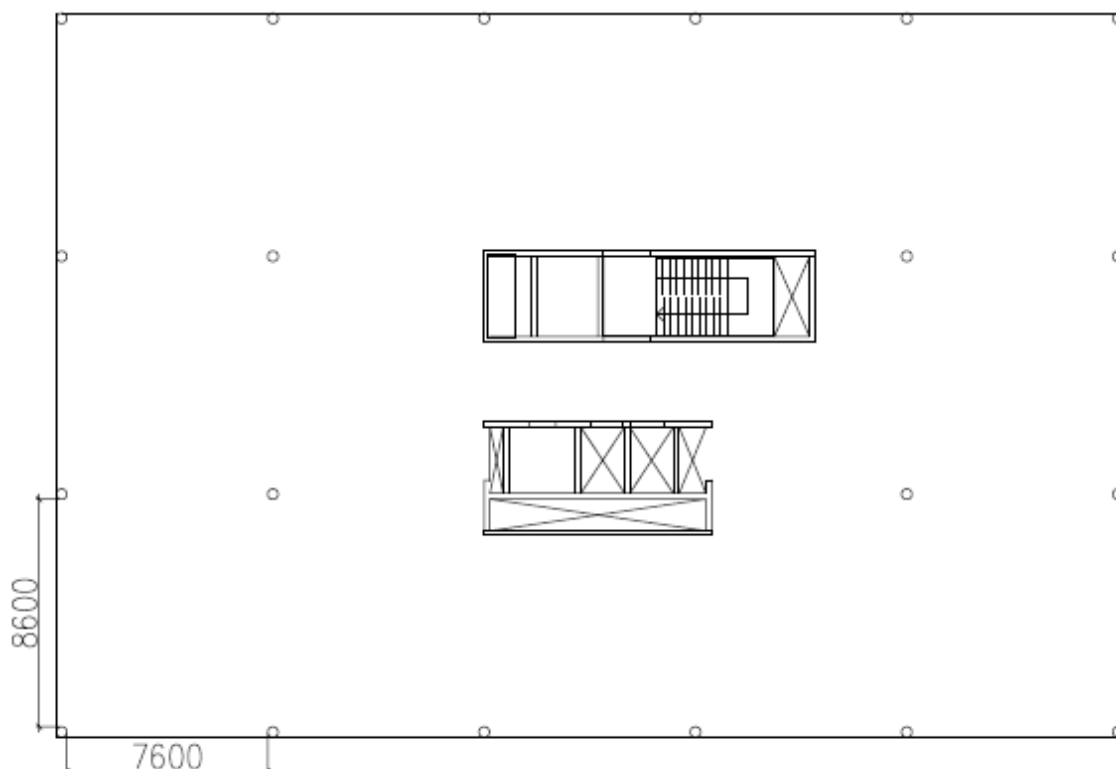
Rakennus- ja purkukustannukset / 10 jm kaidetta	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3
kiinnitysholkki ja hitsauslanka		2,83 €	42,00 €
kiinnitysholkin kiinnitystyö		19,00 €	
johteiden vuokra/ostohinta	29,40 €	29,40 €	29,40 €
kaiteen asennustyö	5,55 €	2,78 €	2,78 €
kaiteen purkutyö	12,03 €	12,03 €	12,03 €
<i>yhteensä</i>	46,98 €	66,03 €	86,20 €

Kuukausivuokrista kertyvien kustannusten mukaan (taulukko 4) vaihtoehdot 2 ja 3 ovat edullisempia, koska niitä käytettäessä turvavaljasratkaisu on tarpeeton.

Taulukko 4: Kustannuksia 2

Kuukausikustannukset	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3
kaidetolpan vuokra / 10 jm kaidetta	7,50 €	3,60 €	3,60 €
2 x kelatarrainturvavaljaiden vuokra/kk	84,00 €		
<i>yhteensä</i>	91,50 €	3,60 €	3,60 €

Käytetään esimerkikerroksena kuvion 13 mukaista kerrostasoa. Aikataulusta ja vuodenaajasta riippuen kerrostasolla on vaihteleva määrä muita työvaiheita käynnissä. Vähiten työvaiheita on varmasti käynnissä talvella, kun runko on vielä täysin avoinna. Silloinkin voidaan tehdä ainakin LVI-asennuksia. Näin ollen vaihtoehto 1:tä käytettäessä on työturvallisuuden nimissä kaiteettomille holvin reunoille estettävä kulku. Tämä aiheuttaa lisäkustannuksia joka kerroksessa, ja niistä on koonti taulukossa 5.

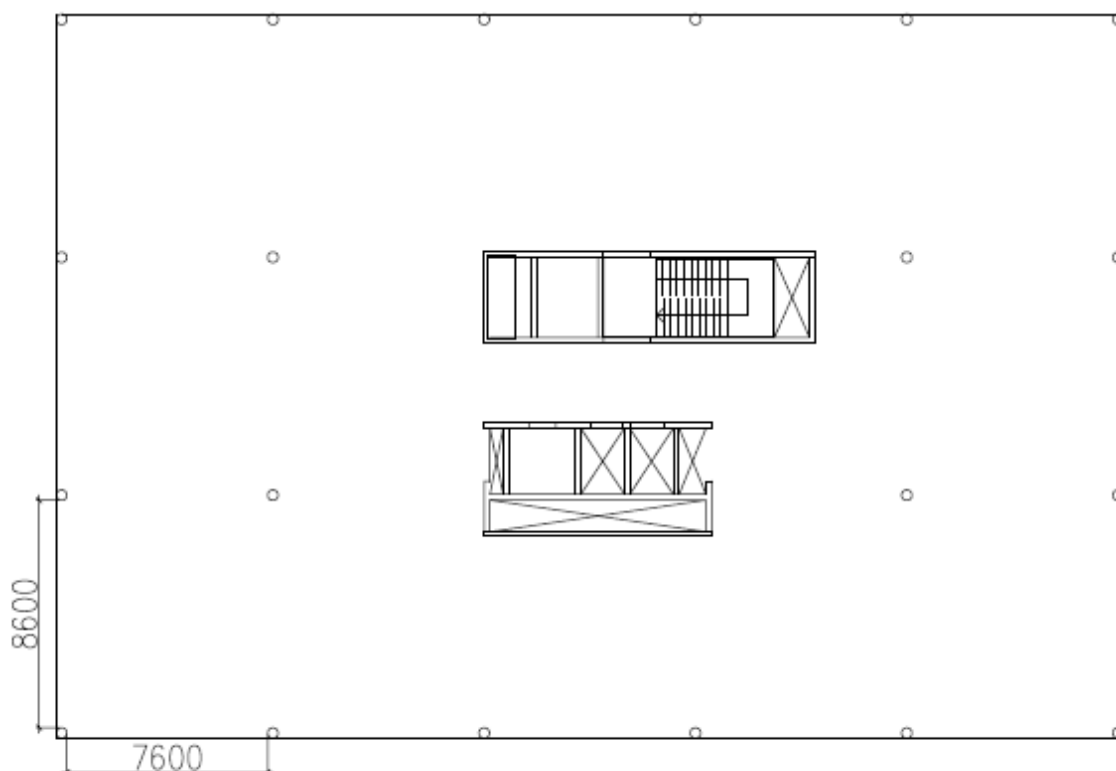


Kuvio 13: Esimerkkikerrostaso. Pilari-palkki-runko, missä porrashuone ja kuilut jäykistävänä osana

Taulukko 5: Kustannuksia 3

Esimerkkikerroksen lisäkustannukset (kerroksessa 16 JS elementtiä)	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3
kulkuesteiden materiaali+rakennus	67,61 €		
kulkuesteiden siirto kerroksessa 10 krt JS urakoitsijan omakustannustuntihinta 29 € alv 0%	29,00 €		
kulkuesteiden purku	14,80 €		
valjaiden käyttö (työn hidastuminen 2 asentajaa, 0,2 tth/jselementti) JS urakoitsijan omakustannustuntihinta 29 € alv. 0%	185,60 €		
Kaiteiden poistamisesta aiheutuvan työnjohdon lisä valvonnan ja -ohjeistuksen tarve (työnjohtaja 25€/h)	37,50 €		
yhteensä	334,51 €	- €	- €

Kuvitellaan esimerkkikerrostason (kuvio 14) kaltaisista kerroksista toteutettava kuusikerroksinen rakennus. Siihen jää viisi kerrosta suojattavaa holvinreunaa ja vesikatto. Laskuesimerkissä (taulukko 6) vesikatto on jätetty yksinkertaistamiseksi pois. Pienempi vuokrahinta vaihtoehtojen 2 ja 3 kaiteille ei riitä kattamaan niiden suurempia rakentamiskustannuksia. Vaihtoehto 1 mukanaan tuomat lisäkustannukset nostavat sen hinnan kuitenkin lähes vaihtoehto 3:n tasolle.



Kuvio 14: Esimerkkikerrostaso (Kuva: Teemu Saari)

Taulukko 6: Kustannuksia 4

Esimerkkikerroksen kaltainen rakennus, 5 krs suojattavia holvinreunoja, julkisivun rakennusaika 1,25 kk	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3
Rakennus- ja purkukustannukset	3 358,71 €	4 721,29 €	6 163,30 €
Kuukausikustannukset, KA kaidemäärä 56% / 100%	466,97 €	173,75 €	173,75 €
Esimerkkikerroksien lisäkustannukset (kerroksessa 16 JS elementtiä)	1 672,54 €		
<i>yhteensä</i>	5498,22 €	4 895,03 €	6 337,05 €

Työmaan vastaava työnjohtaja tekee viime kädessä valinnan eri kaidevaihtoehtojen välillä. Jotkut haluavat päästä halvimmalla, jotkut taas helpoimmalla. Valinnan toivoisi kallistuvan vaihtoehtojen 2 ja 3 välille, koska vaihtoehto 1:n ratkaisut ovat juuri ja juuri määräykset täyttäviä ja jättävät mahdollisuuden virheille.

4 Asennus

4.1 Kuljetus työmaalle ja välivarastointi

Yleensä elementit kuljetetaan auton lavalla olevassa elementtivakissa, joita on erilaisia eri kokoisille elementeille. Elementtivakki (kuvio 15) nostetaan työmaalle ja kuljetusauto lähtee pois. Elementit asennetaan harvoin suoraan autosta paikalleen. (Peltonen 2008, Syrjäsalo 2008)



Kuvio 15: Elementtivakki (Kuva: Teemu Saari)

Yksittäiset elementit voidaan toimittaa suurina kappaleina työmaalle johtuen niiden kevyestä rakenteesta. Rajoittava tekijä täyttä kuormaa tuotaessa on elementtien yhteispaino. Elementtivakki on suunniteltu tietylle maksimikuormalle, joka on keskimäärin 10000 kg. (Peltonen 2008) Teräselementti Oy:n elementtien kuljetusta varten suunnitellulla, lavan pohjakorkeudeltaan matalalla puoliperävaunulla, voidaan kuljettaa korkeintaan 10,8 m leveitä ja 5 m korkeita elementtejä ilman erityisiä toimenpiteitä (kuvio 16). Tähän puoliperävaunuun mahtuu yksi vakki kyytiin. (Syrjäsalo 2008)



Kuvio 16: Teräselementin elementtien kuljetusta varten suunniteltu puoliperävaunu (Kuva: Teemu Saari)

Elementtejä on mahdollista toimittaa erikoiskuljetuksina. Se kuitenkin kustantaa huomattavasti normaalia enemmän. Tarvitaan etu- ja taka-auto jne. Tampereella Skanskan kohteeseen Technopolis Hermia 15:een tuotiin kahden kerroksen korkuiset, alumiinirakenteiset lasiseinäelementit lappeellaan hieman yli 5 metriä leveänä kuljetuksena (kuvio 17). Tämä kuljetus toteutettiin aamuyöllä. (Syrjäsalo 2008)



Kuvio 17: Kuusi metriä leveä erikoiskuljetus (Kuva: Teemu Saari)

Elementtejä varastoidaan työmaalle normaalisti sen verran, että niitä on asennusryhmälle yli yhden työpäivän verran asennettavaksi. Keskikokoisilla elementeillä tämä tarkoittaa noin viittä - kahdeksaa elementtiä. Yhteen vakkiin mahtuu keskimäärin viisi elementtiä. (Syrjäsalo 2008)

Elementit ovat herkkiä vaurioitumaan. Niissä voi olla polttomaalattua alumiinipintaa, lasitusta ynnä muuta vaikeasti korjattavaa materiaalia. Ulko- ja mahdollisesti myös sisäpinnassa on kipsilevyä. Ne ovat arkoja vedelle. Elementtejä ei kannata varastoida yhden päivän asennusmäärää suurempaa erää työmaalla jos logistisista ei ole syistä pakko. (Peltonen 2008, Syrjäsalo 2008)

Teräselementti on ottanut käytännöksi teipata elementtien herkästi naarmuuntuvat osat tehtaalla. Käytäntö on ollut heillä käytössä vasta yhden projektin ajan. Vain harvat alumiinirakenteiden toimittajat tarjoavat suojauksen tuotteidensa mukana (Syrjäsalo 2009) Työmaalle saapuvia elementtejä ei periaatteessa tarvitse suojata paremmin kuin ne on tehtaalla suojattu (kuvio 18). Vesi- tai lumisateella elementtivakissa olevat elementit kannattaa peittää pressulla, jotta villatilat eivät kastu tai alumiiniprofiilien sisään kerry vettä. Paikalleen asentamisen jälkeen lisäsuojaaminen on seuraavista työvaiheista riippuen tarpeellista (kuvio 19). (Peltonen 2008)



Kuvio 18: Alumiiniosat on suojattu tehtaalla suojateippauksella. Alaosan ulkokulmiin Teräselementti toimittaa pahviset suojapalat kolhuja vastaan. (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 19: Lisäsuojausta. Tuore betoni syövyttää maalatun alumiinin nopeasti (Kuva: Teemu Saari)

4.2 Elementtien nosto

Elementit nostetaan elementtitoimittajan siihen tarkoitukseen suunnitelmalla nostopuomilla. Nostopuomeja käytetään nostossa yhtä tai kahta kappaletta. Elementtien painopiste ei yleensä sijaitse elementin keskellä. Nostopuomien ja L-mallisten korvakkeiden avulla saadaan elementti tasapainotettua ja suoristettua riippumatta elementin painopisteestä ja rakenteesta. Elementit on saatava nostettua suorassa johtuen niiden liitostavasta. Pääsääntöisesti pelkillä nostorakseilla ei voida nostaa Teräselementin elementtejä, koska ne eivät ole rakenteeltaan tarpeeksi jäykkiä. Pitkillä elementeillä niiden pituus aiheuttaisi liian suuren kulman nostoraksien välille. (Peltonen 2008)

Sopiva nostokone elementtiasennukseen on torninosturi tai autonosturi. Torninosturi olisi työhön paras nostokone. Se on yleensä elementtiasennuksen alkaessa vaiheessa täysin työllistetty pääurakoitsijan töihin johtuen runkovaiheesta. Kevytrakenteisten julkisivuelementtien asennus aloitetaan yleensä, kun rakennuksen rungosta on noin 70 % ylhäällä. Torninosturia siis ei voida yleensä antaa julkisivu-urakoitsijan käyttöön muutoin kun sopimalla vuorotyöstä.

Tilaja yleensä edellyttää, että julkisivu-urakoitsija laskee tuoteosakaupan tehtäväksi omalla nostokoneella. Monesti 30 tonnimetrin autonosturi on riittävän voimakas (kuvio 20), mikäli päästään nostamaan asennettavan kohdan välittömästä läheisyydestä ja jos 10 000 kg:n elementtivakki päästään nostamaan auton vierestä pois sen kyydistä. Nosturin puomin ulottuma on ratkaiseva tekijä, ei niinkään tonnimetrin määrä, koska elementit ovat kevyitä. (Peltonen 2008)



Kuvio 20: Kuvan kaltainen tyypinen nosturi on nostokyvyltään riittävä elementtien asennukseen.

(Lammisivu Oy 2009)

Siinä tapauksessa, että elementit ovat erikoiskuljetusluokkaa kooltaan, tai muuten vaikeita välivarastoida, voidaan ne asentaa suoraan niitä kuljettaneesta autosta (kuvio 21). Tällaisia ovat esimerkiksi suuret lasiseinäelementit. Autossa itsessään kannattaa olla nosturi. Tällöin auton lava toimii välivarastona/työtasona ja auton oma nosturi nostokoneena. (Peltonen 2008)



Kuvio 21: Elementin rakenteesta johtuen on joskus edullisinta nostaa se suoraan autosta paikalleen (Kuva: Teemu Saari)

4.3 Elementtien kiinnitys

Tässä kerrotaan itsensä kantavien Tehoranka-elementtien kiinnityksestä, joiden on yläosa alumiiniprofiilia. Kiinnitysesimerkki kuvataan pilari-deltapalkki-ontelolaatta-tyyppiseen rakennuksen runkoon. Elementtien kiinnitys suunnitellaan aina kohde- ja tapauskohtaisesti, mutta tässä esiteltävä tapa kertoo peruseriaatteet. Kokonaan Tehoranka- ja kokonaan

alumiinirunkoisten lasiseinäelementtien kiinnityksessä noudatetaan samoja peruseriaatteita. Liitteenä 3 on esimerkkidetaljiirustuksia elementtien liittymisestä rakennuksen runkoon.

Teräselementti Oy:n rakennesuunnittelija on suunnitellut elementtien kannatuksen roikkuvaksi. Elementin toisen pään täytyy pystyä liikkumaan pystysuunnassa lämpöliikkeen mahdollistamiseksi (Peltonen 2008). Se on pakollista alumiinisia pystyprofilleita käytettäessä. Alumiinin lämpölaajeneminen on lähes tuplasti suurempaa verrattuna teräkseen. Alumiinin pituuden lämpötilakerroin on $0,000023 \text{ 1/}^\circ \text{C}$ kun se teräksellä on $0,000012 \text{ 1/}^\circ \text{C}$.

Elementit asennetaan pituussuunnassa alhaalta lähtien ja sivusuuntaan edetään elementtikaavion järjestyksessä. Elementtien liitostapa ei salli muunlaista asennusjärjestystä. (Syrjäsalo 2008)

Tilaaajan mittamies merkitse moduulilinjat kerrostasoille. Moduulilinja merkitään yleensä noin 600 mm moduulilinjan varsinaisesta keskipisteestä rakennuksen rungon sisäpuolelle. Näin merkinauulat ja mahdollinen linjalanka ei ole asennuksessa tiellä (kuvio 22). Ennen elementin paikoilleen nostoa holvista ulkonevat kaideratkaisut on poistettava. (Peltonen 2008)



Kuvio 22: Moduulilinjasta on otettu tietty mitta sisäänpäin, ja se on merkitty holviin kiinnitettyihin vanerilappuihin lyödyillä nautoilla. Naulojen väliin kiristetään linjalanka, josta voidaan katsoa elementin oikea etäisyys (Kuva: Teemu Saari)

Elementti lasketaan nosturilla paikoilleen ja säädetään oikeaan korkoon suhteessa seuraavan kerroksen holviin. Säättäminen tapahtuu yleensä puukiilojen ja puupalikoiden avulla. Alapään sivusuunta suhteessa moduulilinjaan säädetään paikoilleen ja elementin alapää hitsataan kiinni tartuntalevyihin tai kiinnitetään betoniin. (Peltonen 2008)

Ensimmäisen kerroksen elementti kiinnitetään mekaanisesti ala- ja yläpäästään. Alapään kiinnityskorvake ensimmäisen kerroksen elementissä on Z-teräs. (kuvio 23)



Kuvio 23: Vasemmalla alapään kiinnityskorvake, joka sallii hieman pystysuuntaista elämistä (Kuva: Teemu Saari)

Seuraavaksi siirrytään seuraavalle holvitasolle ja tuetaan elementti asennuksen ajaksi. Tuenta tehdään kiristämällä elementti nostolenkeistään kyseisen kerroksen pilareihin kuormaliinoilla (kuvio 24 & 25). Liinon kiinnityksen ja alkukiristyksen jälkeen puomi voidaan irrottaa elementistä ja jätetään nosturi odottamaan seuraavan elementin kiinnitystä puomiin. Puukiilojen avulla aletaan säätämään etäisyyttä moduulilinjan kohdilleen (kuvio 24). (Peltonen 2008)



Kuvio 24: Elementti on väliaikaisesti sidottu kuormaliinoilla. Oikea etäisyys moduulilinjaan on säädetty puukiilojen avulla (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 25: Elementti on väliaikaisesti sidottu ilmastointikonehuoneen teräspilareihin (Kuva: Teemu Saari)

Elementtien etäisyyden säädön ja paikalleen kiristämisen jälkeen hitsataan tavallista terästä oleva lattateräksen pala seosmetallipuikolla kiinni ruostumattomasta terästä olevaan puukkoon elementissä. Latan toinen pää hitsataan deltapalkkiin normaalilla puikolla. Liitoksen lopullinen kiinnitys tehdään betoniruuvilla holviin (kuvio 26). Latassa on valmiina reikä betoniin porausta varten. Seinäelementtien väliin jäävä hitsausseama suojataan välittömästi sinkkispraylla ruostumisen estämiseksi (kuvio 27). Deltapalkin hitsausseama jää pintabetonin alle, eikä siten vaadi erillistä suojausta ruostumiselta (Peltonen 2008)



Kuvio 26: Elementti on liitetty kiinni deltapalkkiin lattateräksen. Latan keskellä oleva betoniruuvi varmistaa liitoksen kestävyden (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 27: Hitsaussauma on suojattu sinkkispraylla (Kuva: Teemu Saari)

Kakkoskerroksen elementit asennetaan kuten ensimmäisenkin. Ainut poikkeus tulee alapään kiinnityksen kohdalla. Elementin alapäässä on tiukat varaukset. Kakkoskerroksen elementti lasketaan ykköskerroksen elementin ruostumatonta terästä oleviin puukkojen päälle, jotka uppoavat kakkoskerroksen elementin varauksiin (kuvio 28). Liitokselle ei tehdä sen enempää. Puukiilojen avulla säädetään elementin korkeusasema kohdalleen seuraavaa kerrosta varten. Puukiilojen avulla säädetään etäisyys moduulijonalleen kohdilleen. Elementin lopullinen kiinnitys yläpäästä tapahtuu hitsaamalla ja betoniin poraamalla. (Peltonen 2008)



Kuvio 28: Elementin alapään varaukset lasketaan edellisen elementin puukkoihin. Liitos on erittäin tiukka, joten tässä kannattaa onnistua kerralla. Vuorivillatiivistys kannattaa asentaa tässä vaiheessa. (Kuva: Teemu Saari)

4.4 Elementtien saumojen tiivistys

Elementin saumojen tiivistys riippuu elementin tyypistä. Tiivistys hoidetaan kumitiivistysten, uretaanin ja mineraalivillan avulla. Tehoranka-elementissä ulkopuolelta pystysaumot tiivistyvät kumitiivisteen (kuvio 29) avulla toisiinsa. Tiiviste antaa sääsuojan saumalle heti. Tiivisteeseen päälle pursotetaan uretaani (kuvio 30). Sisäpuolelle jäävä osuus saumasta täytetään uretaanilla myöhemmin.

Joskus uretaanin saaminen saumaan sisäpuolelta on mahdotonta esimerkiksi sauman kohdalle osuvan pilarin takia. Ei hätää, sillä sauma on mahdollista pursottaa ulkopuolelta uretaania täyteen, koska kumitiivistysten läpi saa painettua uretaanipistoolin pään.

Tehoranka-/alumiinirunkoisten lasielementtien pystysauma tiivistyy tiivisteuralla alumiiniprofiilin osalta ja pystyprofiilin yläpäässä olevat pystyonkalot tiivistetään elementti kerrallaan uretaanilla höyrynsulkutiiviiksi (kuvio 31). Tehorangan osuus pystysaumasta tiivistetään samalla tavalla kuin täysin Tehoranka-rakenteinen elementti. Villatilojen välisen tiivistykset hoidetaan vuorivillalla (kuvio 32). (Peltonen 2008, Syrjäsallo 2008)



Kuvio 29: Oikeassa reunassa on Tehoranka-elementin ulkopuolen pystysauman kumitiiviste. Seuraava elementti asettuu 90 astetta tiivisteestä ulospäin. (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 30: Tehorankaelementin pystysauma tiivistetään lisäksi uretaanilla (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 31: Alumiinirunkoisten lasielementtien pystysauma tilkitään yläpinnasta uretaanilla, jottei hormivaikutusta pääse syntymään (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 32: Villatilojen välit tiivistetään vuorivillalla (Kuva: Teemu Saari)

Elementit voidaan tilata tehtaalta höyrynsulku asennettuna ja sisäpuoli kipsilevyllä verhoiltuna. Tämä ratkaisu on useimpiin työmaolosuhteisiin liian herkkä vaurioitumaan. Jos levyt vaurioituvat, höyrynsulku rikkoutuu viimeistään levy vaihdettaessa ehjään. Monesti elementit tilataan peltihöyrynsululla verhoiltuna sisäpuolelta. Työmaalla asennetaan mahdollinen lisäkoolaus ja lisäeristys sekä sisäverhouslevytys (kuvio 33). Työmaan lisäasennukset hoitaa yleensä tilaaja. (Syrjäsalo 2008)



Kuvio 33: 50 mm lisäkoolaus on asennettu työmaalla. Höyrynsulkumateriaalina on pelti. (Kuva: Teemu Saari)

Julkisivuelementin ja rakennuksen rungon välinen tila tiivistetään palomääräysten mukaan esimerkiksi villalla ja palonkestävällä massalla. Lattianrajan rako peitetään kulmapellillä, joka on L:n muotoinen (kuvio 34). Pelti toimii muottina kerroksen pintalattiaa valettaessa. (Peltonen 2009)



Kuvio 34: Rungon ja julkisivun väliin asennetaan topparipelti lattiavalua varten (Kuva: Teemu Saari)

Elementtien ulko- ja sisäpuolet tiivistetään yleensä kerralla koko rakennuksessa. Tästä voidaan tietenkin poiketa, mikäli on tarve saada rakennuksen vaippa joiltain osin ilmatiiviiksi. Ulkopuoli

tiivistetään ulkoverhouksen asennuksen yhteydessä. Sisäpuolen tiivistys on sopivaa työtä huonolla säällä, kuten talven kovilla pakkasilla, kun ulkotöistä ei tule oikein mitään. (Peltonen 2008)

4.5 Ulkoverhouksen asennus, listoitus ja pellitys

Julkisivun listoitus- ja pellitystyöt tehdään ulkoverhouksen asennuksen yhteydessä. Tehoranka-elementin ulkoverhouksen kiinnitys on tapauskohtainen, joka riippuu verhouksmateriaalista. Verhouksen asennuksessa häivytetään saumojen kanssa pelaamalla asennuksen pienet mittavirheet. Tässä kerrotaan metallikasettien kiinnityksestä Tehoranka-elementtiin.

Työmaalle elementit saapuvat tehtaalta kertaalleen koolattuna (kuvio 35). Koolausmateriaali on teräsorsi. Ristiinkoolaus tehdään vasta työmaalla. (Syrjäsalu 2008) Teräsorret kiinnitetään poraruuveilla elementtiin sekä toisiinsa. Ristiinkoolauksen päälle kiinnitetään metallikasetit ruostumattomilla poraruuveilla (kuvio 36). Kasetointi tehdään alhaalta ylöspäin kaista kerrallaan valmiiksi. Räystäään kohdalta verhouk jätetään hiukan vajaaksi, jos vesikaton kaiteet ovat vielä paikallaan. Kaistan leveys on korkeintaan sama kuin työskentelyalustan leveys. Hyvä työskentelyalusta tälle työlle on suurikokoinen saksilavanostin, jota on helppo siirtää (kuvio 37). Tämä edellyttää esteetöntä ja tasaista väylää vähintään kahden metrin leveydeltä verhoiltavan alueen seinän vieressä. Ajoreitti seinän viereen olisi hyvä olla vapaana, mutta saksilavanostin on mahdollista nostaa nosturilla paikalleen, mikäli tilanne vaatii.



Kuvio 35: Elementti on toimitettu vaakakoolauslistat asennettuna työmaalle (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 36: Vaaka-, pystykoolaus ja julkisivukasetti asennettuna Tehoranka-elementtiin (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 37: Saksinostin (Kuva: Teemu Saari)

5 Laadunvarmistus asennuksen aikana

5.1 Elementtien valmistustoleranssit

Teräselementti Oy:n tehtaalla jokainen elementti käy läpi tarkastuksen ennen kun se lähetetään työmaalle (kuvio 38).

TERÄSELEMENTTI OY
Hermia 083093

JULKISIVU
ELEMENTTI

12.12.2008

LAADUNVALVONTA JA MITTAUSPÖYTÄKIRJA

ELEMENTTI 5425

ASIA	TOIMENPIDE	OK	KORJATAAN	OK
Elementin pos	Positionumeron kirjaus runkoon ja pöytäkirjaan	X		
	Oikeat kuvat, oikeat positiot ja oikeat detaljit	X		
	MERKITSE ELEMEMENTIN RISTIMITAT JA PITUUS- SEKÄ KORKEUSMITAT PÖYTÄKIRJAAN			
Elem. äärimitat	Ristimita, eromitta alle 8mm	6227	6225	
	Elementin pituus yläreuna ja alareuna < +2...-5mm	5578	5578	
	Elementin korkeus vasen ja oikea pääty < +2...-5mm	3580	3580	
	Elem. Pysty, ja vaakamittojen ero kork. 3mm			
	Elementin aukkomitat ja kätisyys oikea			
Elem. varustelu	Voimaliitos			
Elem. varustelu	Raskaan lasin kannatuspala asennettu			
Elem. varustelu	Tuuletusnokat asennettu	X		
Elem. varustelu	Tukiprofiilit asennettu	X		
Elem. varustelu	Oikean korkuiset reunapuut	X		
sisäpuolen pellit	Höyrynsulkukittaus, ruuvijako oikea kk150 reunoissa	X		
epdm-kumi	kumi asennettu, limitysvara	X		
nosto-osat	Nostokorvakkeiden ruuvimäärä oikea, paikka oikea	X		
Villoitus	Villoitus suoritettu huolellisesti	X		
ikkunat	ikkunoitten kätisyys oikea			
	ikkunoitten asema oikea			
	ikkunoitten kiinnitys oikea			
LASITUS	LASITUET JA KIILAT	X		
	LASIT OIKEINPÄIN	X		
	LASIT AUKKOON KESKEISESTI	X		
	RISTEYSKUMIT	X		
	PINTALISTAT, PAITSI JAKOSAUMANPYSTYLISTA			
TARKISTUS	TARKISTA ELEMENTTI JA KUITTAA TEHDYKSI	X		

PUUTELISTA

VALMISTUS

JOS/APU
Allekirjoitus

15.1.09
pvm

LASITUS

Matti Matti
Allekirjoitus

16.1-09
pvm

Kuvio 38: Täytetty mittauspöytäkirja kohteen Technopolis Hermia 15:n julkisivuelementistä (Hirvelä 2009)

Teräselementti Oy käyttää hieman pelkistetympää tarkastusasiakirjaa valmistettujen elementtien tarkastukseen kuin esimerkiksi Rakennusteollisuus RT ry:n Teräsrunkorakenteiden ja metallijulkisivujen toleranssit -ohjeessa vuodelta 2006 on ehdotettu (liite).

5.2 Asennuksen yleisimmät ongelmat julkisivutoimittajan kannalta

Suurin osa asennukseen liittyvistä ongelmista kumpuaa jo suunnitteluvaiheesta:

- Suunnittelun yhteistyö tilaajan kanssa ei toimi tarpeeksi hyvin
 - Kohteen rakennetyypeistä ei riittävän tarkkaa tietoa
 - Rajapinnat urakoiden välillä eivät ole tiedossa kaikilla osapuolilla
 - Tilaajan toimesta tartunnat on laitettu väärin (työmaan tai suunnittelun vika)
 - Suunnitteluvaiheessa saadut lähtökorot väärä
 - Yksittäisenä rakennusosana betonisten sokkelikuorielementtien asennustapa ja ajankohta suhteessa julkisivuelementtien asennukseen
- (Syrjäsalo 2008)

5.3 Laadunvarmistuskäytänteet työmaalla

Mitta- ja korkeusaseman tarkastus

Tilaajan mittamies merkitsee mittalinjan metallirakenteille vaadittavissa toleransseissa. Julkisivu-urakoitsija asentaa elementtinsä toleranssien mukaan. He mittaavat kertaalleen elementin kohdillaan olon ennen lopullista kiinnitystä ja sen jälkeen kiinnittävät. Ei ole tarvetta tarkemittaukseen, sillä virhe ilmenee seuraavan elementin yhteydessä ja se on yhtä työläs korjata silloin.

Lämmöneristyksen ja tiivistyksen tarkastus

Julkisivu-urakoitsija tilkitsee ja eristää elementtinsä suunnitelmien mukaan. Mikäli kyseessä on tuoteosakauppa, pääurakoitsijan puolesta ei tarkisteta muuta kuin satunnaisesti tiivistysten laatu. Uutena ja hyvänä asiana on tulossa käytäntöön lämpökamerakuvaus, mikäli vuodenaika ja sääolosuhteet sen sallivat. Lämpökamerakuvausten kustannusjaosta on sovittava sopimusta tehdessä.

6 Esimerkkikohde Technopolis Hermia 15

Technopolis Hermia 15 A-osa on 4 800 m² kokoinen, syksyllä 2009 valmistuva toimistorakennus Tampereen Hervannassa. Sen viereen on tarkoitus tulevaisuudessa rakentaa ulkonäoltään identtinen B-osa. Rakennuksen yhteydessä on 6 000 m² kokoinen, osaksi maanalainen pysäköintilaitos. Rakennus sijaitsee Hervannan valtavyhlän ja Insinöörinkadun välissä osoitteessa Insinöörinkatu 41.



Kuvio 39: Esimerkkikohde Technopolis Hermia 15 (Kuva: Teemu Saari)

6.1 Käytetyt elementtityypit

Teräselementin tuoteosakaupan toimitukseen kuuluivat kahden kerroksen korkuiset alumiinirunkoiset lasiseinäelementit, alumiinirunkoiset lasielementit, joissa on Tehoranka-rakenteinen alaosa sekä umpinaiset Tehoranka-seinät. Toimitukseen kuului myös ulkoseinän betoniin ruutuelementteihin asennettavat alumiini-ikkunat, auringonsuojalamellit ja reikälevyt.

6.2 Asennuspaikkojen vaikutus aluesuunnitelmaan

Työmaa oli ahdas, ja käytettävissä oli käytännössä kaksi purkualuetta kuorma-autoille. Varastointitilaa oli ennen parkkihallin kansiain valmistumista erittäin vähän (kuvio 40).



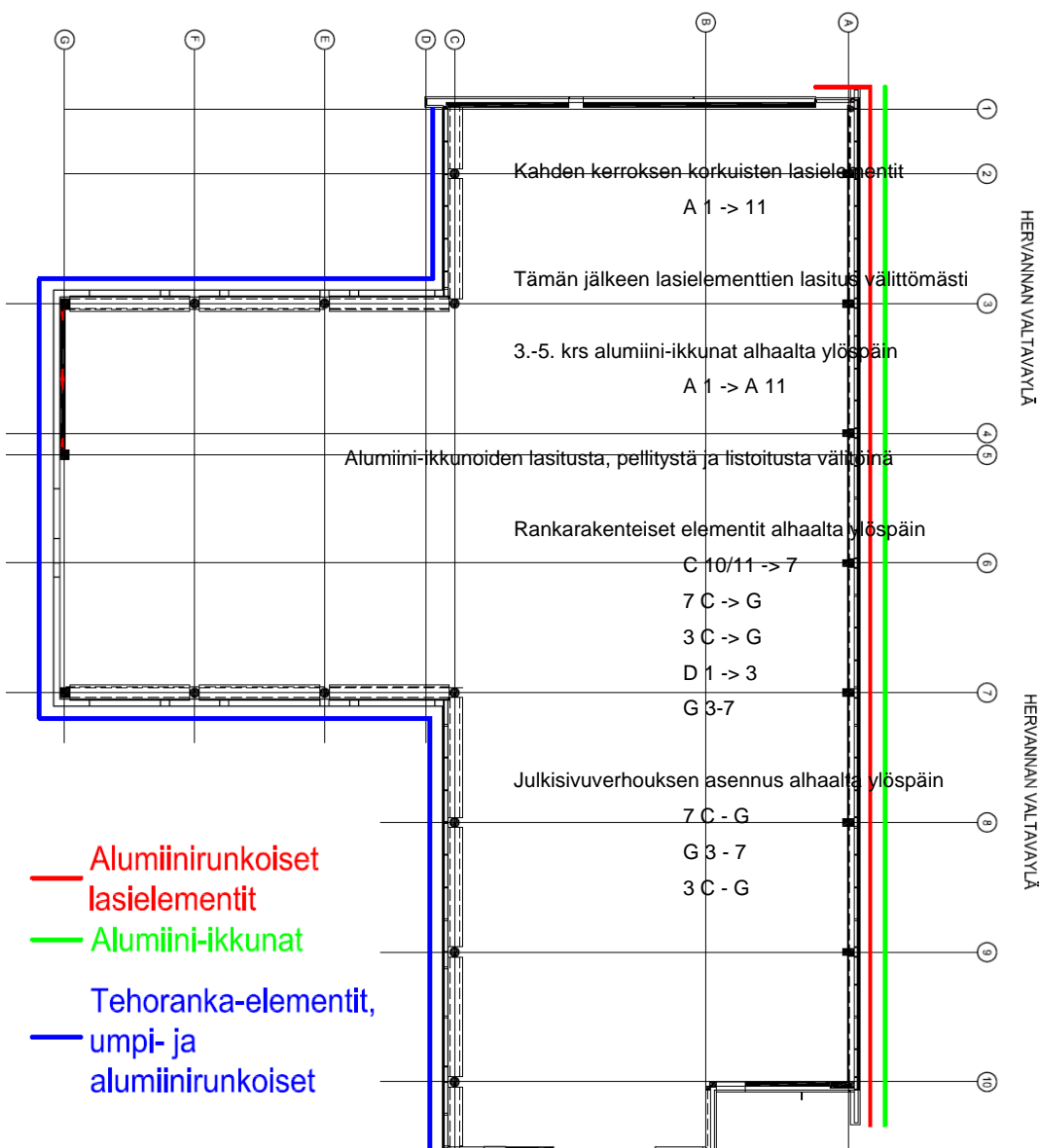
Kuvio 40: Työmaan aluesuunnitelma 5.12.2008 (Kangas 2009)

Tarvittavat tilat asennukselle päätettiin muutamia viikkoja ennen asennuksen aloitusta. Vaihtoehdot olivat selkeät.

Hermia 15:n julkisivutyöt alkoivat työmaan purkukaistan puoleisen julkisivun suurien alumiinilaselementtien ja alumiini-ikkunoiden asennuksella. Betonirungon elementtiasennus oli silloin vielä käynnissä.

6.3 Asennusjärjestys

Elementtien asennusjärjestys moduulilinjoittain selviää oheisesta kuvista 41. Kohteen asennusaikataulu on liitteenä 2 ja esimerkki elementtijaosta liitteenä 6. Kohteen yleisaikataulu on liitteenä 7.



Kuvio 41: Asennusjärjestys merkittynä väritettynä pohjapiirrokseen. (A-insinöörit Oy 2009)

6.4 Logistiikka

Logistiset tehtävät alkoivat alumiini-ikkunoiden toimituksella työmaalle. Alumiini-ikkunoita tuli ainoastaan Hervannan valtaväylän puoleiselle julkisivulle kolmannesta kerroksesta alkaen viidenteen kerrokseen saakka. Skanska ja Teräselementti olivat yhteydessä rungon

elementtiasennuksen aikana, jotta ikkunapakkaukset saatiin nostettua holville ennen ylemmän ontelolaattakentän umpeen latomista.



Kuvio . Alumiini-ikkunat holvilla asennusta valmiina asennusta varten (Kuva: Teemu Saari)

Suuret alumiinilaselementit tuotiin leveänä kuljetuksena aamuyöllä työmaalle Teräselementin tehtaalta Lempäälästä. Nämä elementit muodostivat kaksi kerrosta korkean lasiseinän Hervannan valtavyhlän puolelle. Elementtien leveys oli 5,03 m ja korkeus 6,28 m. Kuormaa ei purettu välivarastoon työmaalle, vaan elementit asennettiin suoraan autosta paikalleen (kuvio 42). Kuljetusväline oli nosturilla varustettu kuorma-auto, johon oli kytketty puoliperävaunu. Elementit olivat lasittamattomia, ja niiden paino oli noin 250 kg kappaleelta.



Kuvio 42: Suoraan auton lavalta paikalleen (Kuva: Teemu Saari)

Alumiinilaselementit lasitettiin heti, kun kaikki olivat kiinnitetty paikoilleen pysyvästi. Lasitus tapahtui samalla tavalla, eli lasit nostettiin puoliperävaunun lavalta auton omalla nosturilla (kuvio 43) ja kiinnitettiin saksilavalta. Lasikuormia toimitettiin useampia. Ne nostettiin Hervannan valtavyölle pysähtyneestä kuorma-autosta työmaan puolelle.



Kuvio 43: Lasitusta (Kuva: Teemu Saari)

3.-5. kerroksen alumiini-ikkunat lasitettiin samalla tyylillä sen jälkeen, kun rungon elementtiasennus oli jo loppunut, eikä purkukaistalla ollut enää niin paljon liikennettä.

Tehoranka-/alumiinilaseinäelementit sekä täysin Tehoranka-rakenteiset elementit toimitettiin työmaalle vakeissa (kuvio 44). Työmaalla oli korkeintaan kaksi vakkia (kuvio 45).



Kuvio 44: Tehorankaa osittain runkoon käyttäviä alumiinilaseinäelementtejä vakissa (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 45: Tehoranka-elementtejä vakissa (Kuva: Teemu Saari)

Vajaat elementtivakit vaihdettiin täysiin vakkeihin elementtien loppuessa. Elementit oli tarkoitus asentaa työmaan torninosturilla käyttäen sitä nostoihin kello 12-18 välillä. Torninosturi oli kuitenkin täysipäiväisesti käytössä ilmastointikonehuoneen asennuksissa Teräselementin alkaessa asentaa elementtejään. Tämän seurauksena Teräselementti tilasi asennustaan varten 100 tonnimetrinen autonosturin, jotta urakka pääsisi jatkumaan viivästyksettä. Nosturin piti olla suurikokoinen, jotta sen ulottuma riittäisi kaukaisimpaankin paikkaan puomin ottamatta rakennuksen runkoon. Autonosturi pystytettiin rakennukseen pätyyn (kuvio 46). Torninosturin

ja rakennuksen välinen kulma asennettiin viimeisenä osuutena julkisivusta umpeen torninosturia käyttäen, koska se ei muulla tavalla olisi onnistunut (kuvio 47).



Kuvio 46: 100 tnm autonosturi (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 47: Torninosturin ja rakennuksen välinen kulma (Kuva: Teemu Saari)

Julkisivun verhoilumateriaalit, ikkunalasien listat ja julkisivun pellit toimitettiin suurempana eränä työmaalle. Näitä materiaaleja on helpompi varastoida työmaalla, koska ne eivät ole kosteudelle herkkiä. Iskuille ne ovat erittäin herkkiä, kuten kaikki ohuet metallilevyt. Metallikasettien asennuksen parhaassa vaiheessa Teräselementillä oli parkkihallin kannella sille varattu noin 100 neliömetrin alue varastointia varten. Alue oli aidattu puomeilla (kuvio 48).

Julkisivun verhoilu tehtiin saksilavanostimilta seinän vierestä. Saksilavalta kiinnitettiin lasituslistat, vesipellit ja tehtiin ulkopuoliset tiivistykset.

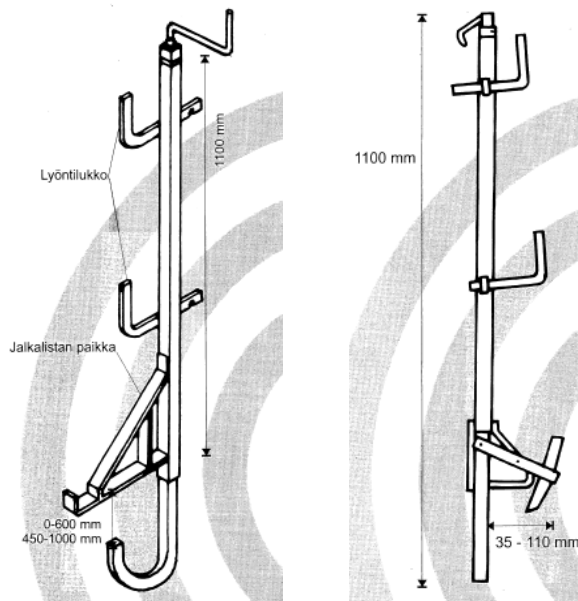


Kuvio 48: Puomeilla rajattu varastoalue (Kuva: Teemu Saari)

Teräselementillä oli urakan alkaessa yksi pieni holvikontti työmaalla työkaluvarastona ja Tehoranka-elementtien asennuksen alkaessa heille tuli yksi täysikokoinen lämmin varasto/taukotilakontti.

6.5 Työturvallisuusasioiden toteutus

Työturvallisuuden suurin riski urakassa oli putoaminen. Putoamissuojaus kerroksissa oli Skanskan puolesta järjestetty holvinreunakaitein, villanvälিকাitein (kuvio 49) ja ruutuelementtiin kiinnitetyllä 50 mm x 100 mm soirolla (kuvio 50). Elementtiasennussuunnitelmassa sovittiin Teräselementin ottavan kaiteet pois ja Skanskan laittavan ne takaisin tai hoitamaan putoamissuojauksen kuntoon muulla tavalla, esimerkiksi rajaamalla asennettavan alueen puomeilla.



Kuvio 49: Oikealla holvinreunakaide ja vasemmalla villanvälikaide (Vepe 2009)



Kuvio 50: Ruutuelementtien kaiteet (Kuva: Teemu Saari)

Ensimmäiseksi asennettiin alumiinilasielementtejä ja alumiini-ikkunoita Hervannan valtavyhlän puoleiselle sivulle. Toisen kerroksen holvin reunalta poistettiin kaiteet, koska ne ulottuivat holvin reunan ulkopuolelle. Alumiinilasielementtien asennuksessa asentajat käyttivät kelatarraimella varustettuja valjaita toisen kerroksen reunalla työskennellessään.

Alumiini-ikkunoiden aukkoihin ruutuelementteihin oli kiinnitetty kaidepuu betoniin holkiankkureilla naulaamalla. Nämä jouduttiin poistamaan ikkunoiden tieltä. Alumiini-ikkunoita näihin ruutuelementteihin asennettaessa putoamissuojaus hoidettiin seinän viereen ikkunan ulko-puolelle nostetulla saksilavan korilla (kuvio 51). Tämä esti sekä miehen - että ikkunan

putoamisen hyvin, koska saksilavan ja rakennuksen väliin jäi alle 25 cm rako. Ikkuna asennettiin rakennuksen sisäpuolelta. Sen jälkeen puusoiro kiinnitettiin takaisin ruutuelementin sisäpuolelle suojaamaan putoamiselta.



Kuvio 51: Saksinostin on oiva apuväline ikkunakarmiasennukseen (Kuva: Teemu Saari)

Myös Tehoranka-/ Alumiinilasiseinäelementtien ja täysin Tehoranka-rakenteisten elementtien asennuksen ajaksi kaiteet jouduttiin ottamaan pois ennen elementin asennusta paikalleen. Kaiteet oli oltava pois vähintään kahdesta päällekkäisestä kerroksesta, jotta elementin kiinnittäminen oli mahdollista. Asentajien putoamissuojaus hoidettiin kelatarraimella varustetuilla valjailla. Kerrostaso rajattiin puomeilla niiltä osin puomeilla kun siellä oli poistettu kaiteita. Kerrostasoilla tehtiin LVI-linjojen asennuksia, ei muita työvaiheita johtuen talvesta. Se oli ainut mahdollistava tekijä tämän tyyppisen putoamissuojauksen käyttämiseen.

Tehoranka-elementit nousivat vesikatolle räystääksi saakka. Teräselementti oli suunnitellut elementteihin konsolit kaiteita varten. Kaidetolpat kiinnitettiin ennen kuin vesikattoa alettiin eristämään, koska räystään korkeus ei olisi ollut riittävä työturvallisuusmääräysten mukaan kattopinnan noustessa.

6.6 Aikataulu

Työt päästiin aloittamaan Hervannan valtavyhlän (A-linjan) osalta viikon myöhemmin kuin oli suunniteltu. Teräselementti halusi, että Skanska valaa kerroksen maanvaraisen lattian kokonaan valmiiksi ennen elementtien asennusta. Tämä helpotti alumiinilasiseinien alapäiden kiinnitystä. Näin myös vältettiin turha ruuhka samalla työalueella. Suuremmissa mittakaavassa

asennus aloitettiin aikataulun mukaan 13.1.2009. Tämä työ ei aivan pysynyt aikataulussa. Elementtien asennus saatiin valmiiksi lähes aikataulun mukaan. Metallikasettien asennus ei sujunut niin nopeasti kuin oli suunniteltu. Lopullista valmistumista hidasti varmasti torninosturin puoleinen julkisivu, jota ei päässyt kasetoimaan ennen torninosturin purkamista ja maapohjan tasausta. Tämän opinnäytetyön puitteissa ei päästy seuraamaan auringonsuojasäleikköjen asennusta. Liitteenä Teräselementin laatima asennusaikataulu (liite 2).

6.7 Kehitysehdotukset Hermia 15:sta ilmenneisiin ongelmiin

Alapuolella löytyy taulukko 6 työmaalla ilmenneistä ongelmista. Ongelmakohtista on valokuvat, ne ovat taulukon perässä. Asennukseen liittyneet ongelmat olivat melko pieniä ja niitä oli vähän. Työturvallisuusasioiden käytäntöön tuomisessa Teräselementin asentajilla ja Skanskalla oli parantamisen varaa.

Taulukko 6: Ongelmat

ONGELMA	RATKAISUEHDOTUS
aloitusedellytykset ensimmäisessä työkohteessa puutteelliset (kuvio 52)	edellisinä päivinä järjestetään työkohteeseen niin, että päästään heti aloittamaan
ONGELMA	RATKAISUEHDOTUS
suunnittelematon ikkunan ja ulkoseinän välin tiivistys (kuvio 53)	suunnittelijoiden yhteistyön on oltava avoimempaa, vaikka jokainen ns. hoitaa vain oman ruutunsa
ONGELMA	RATKAISUEHDOTUS
ensimmäisellä asennusalueella paljon liikennettä (kuvio 54)	asennusaikojen suunnitelemisen etukäteen, jotta kaikille osapuolille aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa
ONGELMA	RATKAISUEHDOTUS
betoninen elementti liian matala (kuvio 55)	betonielementtitehtaan laadunvarmistus oltava tarkempaa
ONGELMA	RATKAISUEHDOTUS
yksi pilarin pohjalevy liian ulkona (kuvio 56)	rakennesuunnittelijan on tarkistettava suunnitelmansa etteivät pilarit mene julkisivun päälle
ONGELMA	RATKAISUEHDOTUS
kaiteiden purkaminen ennen elementin asennusta paikalleen (kuvio 57)	käytetään kaideratkaisuja, joita ei tarvitse purkaa ennen elementin asennusta, esim. holkkiasenteiset kaiteet, ei verkkoelementtejä
ONGELMA	RATKAISUEHDOTUS
kerrostasojen kulun osittainen sulkeminen (kuvio 58)	käytetään kaideratkaisuja, jota ei tarvitse purkaa ennen elementin asennusta mikäli kerrosten osien sulkeminen on välttämätöntä, käytetään vähätoisia ratkaisuja kuten purettavia metallijalkaisia puomeja
ONGELMA	RATKAISUEHDOTUS

turvalajaiden käytön laiminlyönti	<p>pyritään ensisijaisesti muihin putoamissuojauratkaisuihin</p> <p>kiinnityspisteiden suunnitelu julkisivuelementtiurakoitsijan työnjohdon kanssa, joka tietää mihin työntekijänsä haluavat ne</p> <p>sakkokäytäntö käytön laiminlyönnistä ensimmäisen huomautuksen jälkeen, vähennetään suoraan urakoitsijan maksueristä</p>
ONGELMA	RATKAISUEHDOTUS
holvin reunapalkkien sivusuunnassa sallittua enemmän heittoa (kuvio 59)	<p>betonielementtiasentajille painotetaan erityistä tarkkuutta pilarielementtien asennuksessa</p> <p>ilmoitus poikkeamasta heti työnjohdolle ja tehdään korjaavat toimenpiteet</p> <p>työnjohdon silmämääräinen tarkistus ennen ontelolaattojen ladontaa ja mahdolliset korjaustoimenpiteet</p> <p>betonielementtitoimittajan kanssa sovitaan tarkemmista toleransseista palkkikonsolien suhteen</p>
ONGELMA	RATKAISUEHDOTUS
pilarin jatkosten juotos elementin kiinnityslattojen tiellä, piikkaustyötä (kuvio 60)	<p>julkisivutoimittaja ottaa juotoksen muodon huomioon</p> <p>suunnitellessaan kiinnike pilarin jatkosten kohdalle</p>
ONGELMA	RATKAISUEHDOTUS
asennusaikataulu venyi	<p>tehdään tarkennettu aikataulu ennen hieman asennuksen alkua kun tiedetään työryhmän koko</p> <p>Aikataulussa huomioidaan työmaan muiden työvaiheiden mahdollisesti aiheuttamat viiveet asennukseen</p>



Kuvio 52: Elementin alapäästä varten olevia tartuntalappuja ei ole piikattu esiin (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 53: Lasiseinän ja välipohjan tiivistys on jäänyt suunnittelematta (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 54: Ontelolaattoja ja julkisivuelementtejä nostellaan samaan aikaan (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 55: Betonisen julkisivuelementin alapää on ollut liian matalalla (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 56: Pilarin pohjalevy julkisivun linjalla (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 57: Kaiteet jouduttu poistamaan kahdesta päällekkäisestä kerroksesta (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 58: Puusta rakennettu kulkueste asennusalueelle (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 59: Deltapalkkien sivusuunnassa oli pahimmillaan 80mm heitto moduulilinjan nähden (ei kuvan palkki) (Kuva: Teemu Saari)



Kuvio 60: Piikkaamisen välttämiseksi olisi suotavaa valmistaa pilarin jatkoskohtiin toisenlainen kiinnike julkisivuelementille (Kuva: Teemu Saari)

7 Yhteenveto

Metallirankarakenteisista julkisivuelementeistä tehtävien julkisivujen tekniikka on monille rakentajille vielä melko uutta, vaikka rakennettuja julkisivuja löytyy kymmenenkin vuoden takaa. Toimittajien menetelmät kehittyvät ja ovat kohdekohtaisia, joten toimittaja on tuotteidensa paras asiantuntija. Karkeasti julkisivutoimittaja toimii tässä ammattilaisena ja pääurakoitsija amatöörirakentajana.

Pääurakoitsijan ja julkisivutoimittajan pitäisi pystyä solmimaan kumppanuushenkinen suhde. Se on sitä tärkeämpi, mitä vaativampi kohde on kyseessä. Suhteen pitää perustua molemminpuoliseen luottamukseen ja molempien haluun kehittää toimintaa suunnittelusta työmaatoteutukseen. Omaa etua pitää tietenkin puolustaa, mutta tarpeeton toisen osapuolen rankaiseminen on pidettävä poissa.

Mitä aiemmassa vaiheessa esimerkiksi tuoteosakaupan tehnyt julkisivutoimittaja pääsee projektiin mukaan, sitä helpompi sen on muiden alojen suunnittelijoiden ja työmaan kanssa ohjata omaa ja siten osittain muiden osapuolten toimintaa kustannus- ja aikataulutehokkaampaan suuntaan.

Pääurakoitsijan tärkeimmät tehtävät ovat työmaan logistiikkaan ja työturvallisuuteen liittyvien ratkaisujen suunnitteleminen molemmille osapuolille hyväksi. Tämä perustuu kommunikointiin julkisivu-urakoitsijan kanssa.

Teräselementti Oy:n Tehoranka-elementin käyttöön perustuva julkisivujärjestelmä on pitkälle kehitetty tuote. Työmaalla huomaa, että tietoa on kerätty kentältä ja virheistä on otettu oppia. Kaikki on pyritty tekemään mahdollisimman yksikertaiseksi toteuttaa työmaalla. Tuoteosakauppa julkisivuista Teräselementin kanssa on ainakin Technopolis Hermia 15 - kohteen pohjalta hyvä ratkaisu. Mikäli tuotanto tehtaalla pystyy tuottamaan elementtejä kohteeseen aikataulun mukaan, ei aikataulullista riskiä Teräselementin kanssa pitäisi tulla. Tämä asennuskuvaus toivottavasti valottaa julkisivuelementtien asennuksen kulkua niille Skanska Talonrakennus Oy:n työntekijöille, joilla ei ole aiheesta muuta kokemusta.

Lähteet

Painetut lähteet

Mäki Tarja, Koskenvesa Anssi. 2007. Aikataulukirja 2008. 11. uud. painos. Helsinki. Rakennustieto. ISBN 978-951-682-860-5.

Mäki Tarja, Koskenvesa Anssi & Sahlsted Satu. 2008. Rakennustöiden laatu 2009. 9. uud.painos. Tampere. ISBN 978-951-682-897-1

Rautio, Arto. 2007 (5). Panorama Tower. Teräsrakenne-lehti. Teräsrakenneyhdistys ry

Sähköiset lähteet

Lamminsiivu Oy. [www-sivu]. [viitattu 1.3.2009] Saatavissa:
http://www.lamminsiivu.fi/esitteet/tadano_tr-300ex_web.pdf

Normek Oy. [www-sivu]. [viitattu 20.3.2009] Saatavissa:
http://www.normek.fi/page.php?page_id=16

Suomen Rakennusmääräyskokoelma E1. [www-sivu]. [viitattu 20.3.2009] Saatavissa:
<http://www.finlex.fi/data/normit/10530-37-3762-4.pdf>

Rautaruukki Oyj. [www-sivu]. [viitattu 20.3.2009] Saatavissa:
<http://www.ruukki.com/www/finland.nsf/Documents/1A442D894A180407C2257241005FEDD4?OpenDocument&lang=1>

Schüco International KG. a.[www-sivu]. [viitattu 25.3.2009] Saatavissa:
<http://www.schueco.com/web/fi/schueco/schueco-tuotteita>

Schüco International KG. b. Esite alumiinirunkoisista julkisivulasijärjestelmistä.
aluminum-systeme_fuer_fassaden_und_lichtdaecher.pdf

Teräselementti Oy. a.[www-sivu]. [viitattu 1.4.2009] Saatavissa:
<http://www.teraselementti.fi/fi/aineisto/esitteet.html/Tehorankaes/Tehoranka.pdf>

Teräselementti Oy. b.[www-sivu]. [viitattu 13.4.2009] Saatavissa:
<http://www.teraselementti.fi/fi/arkisto.html#HTC-Keilaniemi>

Vepe Oy. [www-sivu]. [viitattu 15.3.2009] Saatavissa:
<http://www.vepe.fi/documents/TURVAKAIDEOPAS2.pdf>

Painamattomat lähteet

A-insinöörit Oy 2009. Technopolis Hermia 15:den pohjapiirustus. A-insinöörit Oy.

Hirvelä, Harri. Tuotantopäällikkö, julkisivurakentaminen. Laadunvarmistus- ja mittauspöytäkirja. 16.1.2009. Teräselementti Oy.

Oivanen, Vesa. Tietoa alumiiniprofiileista. S-posti. vesa.oivanen@schueco.fi. Schüco International KG. Tulostettu 30.3.2009.

Ollikainen, Tero & Kalliokoski, Petri 2009. Deltapalkkien kaideratkaisut. S-posti. tero.ollikainen@peikko.com. petri.kalliokoski@peikko.com. Peikko Group Oy. Tulostettu 24.3.2009.

Kangas, Aki. Työmaan aluesuunnitelma 5.12.2008. Skanska Talonrakennus Oy

Peltonen, Raimo. Teräsasennusten vastaava työnjohtaja. Haastattelut marraskuu 2008-maaliskuu 2009. Teräselementti Oy.

Skanska Rakennuskone Oy. 2009. Vuokrahinnasto työmaille. Tulostettu 27.4.2009

Skanska Talonrakennus Oy. 2008. Aikataulu kohteesta Technopolis Hermia 15.

Syrjäsalo, Jyrki. Julkisivuosaston projektipäällikkö. Haastattelut 28.10.2008 ja 16.4.2009. Teräselementti Oy.

Teräselementti Oy. 2008. c. Elementtiasennusaikataulu kohteesta Technopolis Hermia 15.

Teräselementti Oy. 2008. d. Elementtiasennussuunnitelma kohteesta Technopolis Hermia 15.

Teräselementti Oy. 2009. e. Elementtiasennussuunnitelma kohteesta Technopolis Hermia 15.

Teräselementti Oy. 2009. f. Piirustuksia kohteesta Technopolis Hermia 15.

Teräselementti Oy. 2009. g. Elementtikaavio kohteesta Technopolis Hermia 15.

VTT:n selvitys Kauppakeskus Sellon turvallisuuskäytännöistä. Powerpoint-esitys.
P:\työturvallisuus\turvallisuusaineistoa\sello\15Sellon rakentamisen turvallisuuskäytännöt ja niiden hyödyntäminen.ppt. Saatavilla Skanskan intranetistä. Skanska Talonrakennus Oy.

Vuorinen, Kari. Metallirakentaja. Haastattelu 2.4.2009. Skanska Talonrakennus Oy.

Metallirankarakenteisten julkisivuelementtien asennus

Tämä ohje on erittäin tiivis yhteenveto tärkeimmistä asioista liittyen metallirankarakenteisten julkisivuelementtien asennuksen ennakkosuunnitteluun ja itse asennukseen. Ohjeet on koottu opinnäytetyön teon aikana kertyneiden tietojen pohjalta.

Ennakkosuunnittelu

- Ennakkotarjoukseen julkisivu-urakasta kannattaa yrittää saada mahdollisimman paljon tietoa elementtien kokoluokista, vaadittavasta nostokalustosta ja tarvittavista varastointialueista.
- Urakkasopimus kannattaa solmia luotettavan urakoitsija kanssa mahdollisimman pian pääurakan varmistuttua, jotta päästään yhteistyössä ohjaamaan suunnittelua ja suunnittelemaan työmaatoteutusta.
- Elementit kannattaa tilata työmaalle ilman sisäpuolista kipsilevytystä, koska se on arka kastumaan työmaaolosuhteissa. Sisäpuoli jää höyrynsulkupinnalle. Höyrynsulkumateriaalina voidaan käyttää peltiä.
- Nostokaluston käytön suunnittelu siten, että torninosturia voitaisiin käyttää julkisivuelementtien asennukseen. Muutoin aluesuunnitelmasta varataan nostopaikat autonosturille.
- Asennusajankohta kannattaa sovittaa yleisaikatauluun siten, että elementtien antamasta mahdollisuudesta saada rakennuksen vaippa nopeasti umpeen saataisiin mahdollisimman suuri hyöty.
- Elementit asennetaan rakennuksen sisältä päin. Holvin reunasta ulkonevia kaideratkaisuja ei kannata suunnitella käytettäväksi. Holvin reunapalkkien päälle hitsattuihin holkkeihin laitettavat holvinreunakaiteet puisilla käsijohteilla voidaan pitää paikallaan elementin kiinnitykseen saakka. Kannattaa harkita holkkien hitsausta palkkitoimittajan tehtaalla.

SKANSKA

Edeltävän työvaiheen laadunvarmistus työmaalla

- Rakennuksen uloimmat betonipilarit on asennettava tarkasti, etteivät ne kierry vaakatasossa. Seurauksena on muuten palkkikonsolien vinous moduulilinjaan nähden. Teräspalkeissa, esim. deltapalkeissa konsolin ja palkin liitos on tiukka, joten palkki pullistuu ulos ja voi osua julkisivun linjalle.
- Deltapalkkien reunoihin hitsatut valukotelot saattavat olla vääntyneitä, ja osua julkisivun linjalle. Niitä on tarkkailtava ja tarvittaessa ne oiotaan kuormaliinoilla vedättämällä ja järeämillä konsteilla ennen palkin juotosta.
- Julkisivussa kiinni olevien betonisten seinäelementtien sijainti on pidettävä suunnitelmien mukaisena, muutoin elementtien verhoilussa voi tulla ongelmia liian suurien saumojen takia.
- Holvin ja julkisivuelementin välin tiivistyksen suunnittelu selkeiksi urakkarajoiksi viimeistään tässä vaiheessa

Julkisivuelementtien asennus

- Riittävästi mestaa varattava asennukseen, jotta asennusnopeus voidaan hyödyntää.
- Satunnaiset tarkastukset suoritetaan kiinnitysten korroosiosuojauksen ja lämmöneristeiden tiivistyksen osalta.
- Julkisivutoimittajan asentajien työturvallisuusmääräysten noudattamista on tarkkailtava, ja epäkohdat korjattava.
- Elementtien lisäsuojataan tulevien työvaiheiden varalta. Maalattu alumiinipinta on erittäin herkkä vaurioitumaan ja tyylikäs paikkamaalaus on mahdotonta.

Ulkoerhousen asennus

- Ulkoerhous asennetaan poikkeuksetta saksilavalta.
- Ulkoseinän viereen on saatava saksilavalla kuljettava maasto ja siinä tapahtuvat muut työt suunnitellaan siten, etteivät ne häiritse ulkoerhousen asennusta.

- Verhousmateriaaleille varataan suojaisa varastoalue, etteivät ne vaurioidu.
Metallikasetit menevät helposti lommoille.

Teräselementti Oy

Päällikkö: Jyrki Syrjäsealo

Technopolis Herimia 15

Suunnittelija: te

Hierarkia	Selite	m2	(kpl)	Kesto	Alkaa	2008												2009				
						45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9
+1	SUUNNITTELU			87 pv																		
+2	TUOTANTO			73 pv																		
3	AASENNUS			143 pv																		
3.1	Alumiinilassetit	913		48 pv																		
3.1.1	A/-5.krs	434		32 pv																		
+3.1.1.1	rungot		32	28 pv																		
+3.1.1.2	lastus			22 pv																		
+3.1.1.3	liittymät ja listat			21 pv																		
3.1.2	linja 1 (pystyvaunut)	38	9	5 pv	19.1.2009																	
3.1.3	linja G (pystyvaunut)	34	8	5 pv	26.1.2009																	
3.1.4	C/2-5.krs	407		20 pv																		
3.1.4.1	elementit		20	5 pv	12.1.2009																	
3.1.4.2	liittymät ja listat			5 pv	2.2.2009																	
3.2	Tehorankasetit	770		10 pv																		
3.2.1	3-7- ja G-linja	770	38	10 pv																		
3.2.1.1	elementit		38	6 pv	19.1.2009																	
3.2.1.2	saumat			4 pv	27.1.2009																	
3.3	Kasetoinnit	522		15 pv	9.2.2009																	
3.4	Allmakin kohta (A/1-2)			2 pv	6.4.2009																	
3.5	Auringonsuojalasit			5 pv	15.6.2009																	

TERÄSRAKENTEIDEN ASENNUSSUUNNITELMA

TERÄSELEMENTTI OY
MARJAMÄENTIE 262
37550 LEMPÄÄLÄ

PUH. 03 253 6200
FAX. 03 212 8630

PROJ. N:O :

KOHDE: HERMIA 15 Technopolis Oyj

OSOITE: Insinöörinkatu 41 33700 Tampere

RAKENNUTTAJA:

TILAAJA: Technopolis Oyj
Hermiankatu 5 33720 TRE

PÄÄTOTEUTTAJA: Skanska Talonrakennus oy

**PÄÄTOTEUTTAJAN
NIMEÄMÄ VASTUUHENKILÖ:** Keijo Jämsen Vast.mest

TYÖMAAN VALVOJA: Pasi Vehkaniemi A-Rakennuttajat oy

PÄÄSUUNNITTELIJA:

**RAKENTEIDEN
PÄÄSUUNNITTELIJA:** Olavi Haarala A- Insinöörit oy

**TERÄSRAKENTEIDEN
PÄÄSUUNNITTELIJA:** Seinien kuorirakenteet Jyrki Syrjäsalo Teräselementti oy

**VASTAAVA TERÄSRAKENTEIDEN
ASENNUSTYÖNJOHTAJA:** Raimo Peltonen

Puh. : 0400-838321

Fax. :

Sähköpostiosoite: raimo.peltonen@teraselementti.fi

VAATIVUUSLUOKKA:

ELEMENTTITYYPIT, PÄÄMITAT JA PAINOT:

Ikkunaelementtejä ilman lasia paino 250 kg mitat 5,03m#6,28m

RAKENNEOSIEN KOKOONPANO:**ELEMENTTIEN KULJETUSTAPA:**

Maantiekuljetuksena Leveä kuljetus

KUORMAN PURKU, VASTAANOTTO JA ELEMENTTIEN TYÖMAAVARASTOINTI:

Purjetaan torninosturilla ja varastoidaan pääurakoitsijan osoittamaan paikkaan

ASENNUSAIKATAULU:

Sovitaan työmaalla

ASENNUSALUEET:

linja A 1-10

ASENNUSJÄRJESTYS:

Ruutuelementteihin tulevat alumiinikarmit 3kerros
Alumiinirakenne 1-2kerros
Ruutuelementteihin tulevatalumiinikarmit 4 - ja 5 kerros

ASENNUSAUKOT:

A 1-2 asennusaukkona tulee työmaa hissi

NOSTURIT, TYÖTAVAT, TYÖTASOT JA NOSTOAPUVÄLINEET ERI ELEMENTTITYYPEILLÄ:

3 -5 krs asennetaan sisäpuolelta ontelolaatta holvin päältä ilman apuvälineitä telineenä alumiiniteline tai vastaava.
1-2 krs nosturina Hiab -auto telineenä sisällä saxsi 6-8 , ulkona diesel käyttöinen saksilava
Asennuksessa käytetään nostopuomia (liite 1)
Lasituksessa käytetään imukuppinostinta

PUTOAMISSUOJAUS (NOUSUTIET, KAITEET, AUKKOJEN SUOJAUS):

Pääurakoitsija hoitaa

ASENNUSAIKAINEN TUENTA:

3-5 kers kiinnitetään välittömästi ruutuelementtiin
1-2 kers elementit nostetaan asennuspaikalle ja kiinnitetään pilareihin kuormaliinoilla. varsinainen asennus suoritetaan jälkikäteen

VÄHIMMÄISTUKIPINNAT:**ELEMENTTIEN KIINNITTÄMINEN:**

Ruuvi- ja hitsauskiinnitys (katso asennusdetaljit)

KIINNITYSHITSAUKSET (MENETELMÄT, MATERIAALIT, HITSAUSLUOKKA):

Kiinnihitsauksessa käytetään seospuikkoa ja ok 48 hitsattavien aineiden mukaan (katso detaljit)

MITTAUSJÄRJESTELMÄ JA TOLERANSSIT:

Mittaus tapahtuu modulilinjaista , jotka pääurakoitsija merkitsee rakenteisiin

PILARIEN JÄLKIVALUT:

ERITYISTOIMENPITEET:

Alumiini -ikkunaelementtien paikkamaalaaminen on käytännössä mahdotonta , mikä on otettava huomioon asennuksessa ja sen jälkeen tapahtuvissa töissä asennuspaikan läheisyydessä.

Valmiit lasipinnat on suojattava laikkaleikkaus- ja hitsaustöitä varten

MAALAUKSET TYÖMAALLA:

Hitsaukset käsitellään välittömästi hitsauksen jälkeen sinkki maalilla (sprei)

MUUT HUOMIOITAVAT ASIAT:

Pääurakoitsija järjestää ulkopuolelta tapahtuvaan lasitukseen mahdollisuuden suorittaa se keskeytettä .

ASENNUSSUUNNITELMAN LIITTEET:

Nosto puomi

ASENNUSSUUNNITELMAN ALLEKIRJOITUKSET:

ASENNUSSUUNNITELMAN LAATIJA:

TRE
PAIKKA

25.11.08

AIKA

Raimo Peltonen
nimenselvennös
Teräselementti Oy

TERÄSRAKENTEIDEN ASENNUSSUUNNITELMAN HYVÄKSYNTÄ:

Aika	Paikka	Allekirjoitus
_____	_____	_____ teräsrakenteiden pääsuunnittelija
_____	_____	_____ tilaaja/rakennuttaja
_____	_____	_____ vastaava työnjohtaja

Kuittaam lukeneeni asennussuunnitelman liitteineen:

vastaava asennustyönjohtaja

Aika

Paikka

Allekirjoitus

valvoja

asentaja/nimenselvennös

asentaja/nimenselvennös

asentaja/nimenselvennös

asentaja/nimenselvennös

asentaja/nimenselvennös

asentaja/nimenselvennös

asentaja/nimenselvennös

TERÄSRAKENTEIDEN ASENNUSSUUNNITELMA

TERÄSELEMENTTI OY
MARJAMÄENTIE 262
37550 LEMPÄÄLÄ

PUH. 03 253 6200
FAX. 03 212 8630

PROJ. N:O :

KOHDE: HERMIA 15 Technopolis Oyj

OSOITE: Insinöörinkatu 41 33700 Tampere

RAKENNUTTAJA:

TILAAJA: Technopolis Oyj
Hermiankatu 5 33720 TRE

PÄÄTOTEUTTAJA: Skanska Talonrakennus oy

**PÄÄTOTEUTTAJAN
NIMEÄMÄ VASTUUHENKILÖ:** Keijo Jämsen Vast.mest

TYÖMAAN VALVOJA: Pasi Vehkaniemi A-Rakennuttajat oy

PÄÄSUUNNITTELIJA:

**RAKENTEIDEN
PÄÄSUUNNITTELIJA:** Olavi Haarala A- Insinöörit oy

**TERÄSRAKENTEIDEN
PÄÄSUUNNITTELIJA:** Seinien kuorirakenteet Jyrki Syrjäsalo Teräselementti oy

**VASTAAVA TERÄSRAKENTEIDEN
ASENNUSTYÖNJOHTAJA:** Raimo Peltonen

Puh. : 0400-838321

Fax. :

Sähköpostiosoite: raimo.peltonen@teraselementti.fi

VAATIVUUSLUOKKA:

ELEMENTTITYYPIT, PÄÄMITAT JA PAINOT:

Kevyet julkisvuelementit Suurin = 7500 # 4700 #250 Paino 1850 kg

RAKENNEOSIEN KOKOONPANO:

Tehtaalla

ELEMENTTIEN KULJETUSTAPA:

Maantiekuljetuksena Osittain korkea kuljetus

KUORMAN PURKU, VASTAANOTTO JA ELEMENTTIEN TYÖMAAVARASTOINTI:

Työmaalla varattu tasainen alue elementtien varastointia varten

Kuormat puretaan torni / autonosturilla , elementti vakki kerrallaan . (Elementtivakki ja nostopuomi , katso liite 2)

ASENNUSAIKATAULU:

Liite 1

ASENNUSALUEET:

Linja C
G
3
7

ASENNUSJÄRJESTYS:

Linja C
G
3
7

ASENNUSAUKOT:

Asennusaukoista ei ole sovittu

NOSTURIT, TYÖTAVAT, TYÖTASOT JA NOSTOAPUVÄLINEET ERI ELEMENTTITYYPEILLÄ:

Elementtien nostot suoritetaan torni- ja autonosturilla
Päärakoitsijan kanssa sovitaan torninosturin käytöstä (Alustavasti sovittu torni TE:llä iltapäivä ja ilta)

Lasielementit nostetaan yhdistelmäpuomilla (liite 3)

Umpelementit nostetaan yhdistelmäpuomilla tehtaalla asennetuista nostosilmukoista.

Asennustyö suoritetaan rungon sisäpuolelta . Tarvittaessa alumiiniteline.

PUTOAMISSUOJAUS (NOUSUTIET, KAITEET, AUKKOJEN SUOJAUS):

Teräselementti poistaa kaiteet asennuskohdalta.
Asennustyössä käytetään turvavaljaita
Pääurakoitsija hoitaa kaiteet ikkunoiden kohdalle

ASENNUSAIKAINEN TUENTA:

Ei tarvita

VÄHIMMÄISTUKIPINNAT:**ELEMENTTIEN KIINNITTÄMINEN:**

Asennusdetaleiden mukaan

KIINNITYSHITSAUKSET (MENETELMÄT, MATERIAALIT, HITS AUSLUOKKA):

Kiinnihitsauksessa käytetään seospuikkoa ja ruostumatonta puikkoa hitsattavien aineiden mukaan (katso detaljit)

MITTAUSJÄRJESTELMÄ JA TOLERANSSIT:

Mittaus tapahtuu modulilinjoista , jotka pääurakoitsija merkitsee rakenteisiin

PILARIEN JÄLKIVALUT:**ERITYISTOIMENPITEET:**

Alumiini -ikkunaelementtien paikkamaalaaminen on käytännössä mahdotonta , mikä on otettava huomioon asennuksessa ja sen jälkeen tapahtuvissa töissä asennuspaikan läheisyydessä.

Valmiit lasipinnat on suojattava laikkaleikkaus- ja hitsaustöitä varten

MAALAUKSET TYÖMAALLA:**MUUT HUOMIOITAVAT ASIAT:**

Pääurakoitsija järjestää ulkopuolelta tapahtuvaan lasitukseen mahdollisuuden suorittaa se keskeytsettä .

ASENNUSSUUNNITELMAN LIITTEET:

- Liite 1 Asennusaikataulu
- Liite 2 Elementtivakki
- Liite 3 Nostopuomit
- Liite 4 Hitsauspätevyystodistus

ASENNUSSUUNNITELMAN ALLEKIRJOITUKSET:**ASENNUSSUUNNITELMAN LAATIJA:**

TRE
PAIKKA

25.11.08

AIKA

Raimo Peltonen
nimenselvennös
Teräselementti Oy

TERÄSRAKENTEIDEN ASENNUSSUUNNITELMAN HYVÄKSYNTÄ:

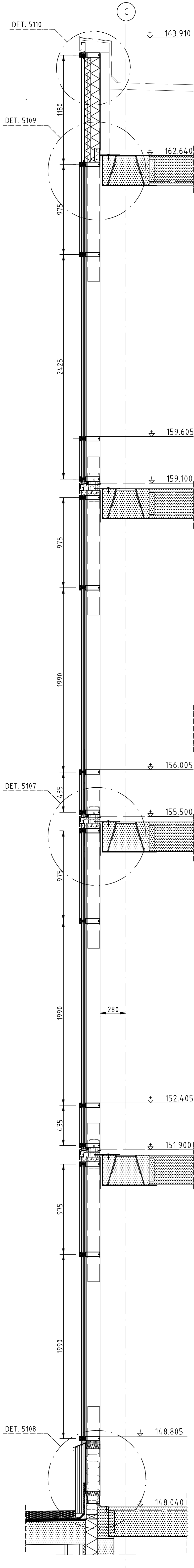
Aika	Paikka	Allekirjoitus
_____	_____	_____
_____	_____	teräsrakenteiden pääsuunnittelija
_____	_____	_____
_____	_____	tilaaja/rakennuttaja
_____	_____	_____
_____	_____	vastaava työnjohtaja
_____	_____	_____
_____	_____	vastaava asennustyönjohtaja

Kuittaaan lukeneeni asennussuunnitelman liitteineen:

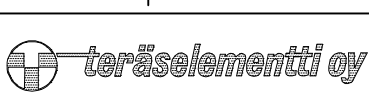
Aika	Paikka	Allekirjoitus
_____	_____	_____
_____	_____	valvoja
_____	_____	_____
_____	_____	asentaja/nimenselvennös
_____	_____	_____
_____	_____	asentaja/nimenselvennös
_____	_____	_____
_____	_____	asentaja/nimenselvennös
_____	_____	_____
_____	_____	asentaja/nimenselvennös
_____	_____	_____
_____	_____	asentaja/nimenselvennös
_____	_____	_____
_____	_____	asentaja/nimenselvennös
_____	_____	_____
_____	_____	asentaja/nimenselvennös

Kalustoryhma nimiketunnus	KALUSTONIMIKE	Vuokrahinta		Ohjeet, tekniset tiedot, ym. liitetiedostolinkit
		€/pv	€/kk	
1411	SUOJAKAITEET Vuokra on päivävuokra, työmaalittra 8170 Vepe Oy:n sekä Rakennuskoneen omia tuotteita			Putoamissuojauussuunnitelma Saados ST Mp 156/98
	Suojakaideolpat Erilaisin kiinnitystavoin, varustettu lyöntilukoilla			
141101_8652	Holvin reunakaidetolppa SK 600	0,05	1,50	Holvinreunakaide
141101_8725	Holvin reunakaidetolppa SK 450-1000	0,05	0,60	
141101_8662	Villanvälikaidetolppa	0,05	1,50	Villanvälikaide
141101_8726	Ontelolaattakaidetolppa	0,05	1,50	Ontelolaattakaide
141101_8727	Pinta-asenteinen reunakaidetolppa	0,05	1,50	Pinta-asenteinen kaide
141101_8661	Harjakattokaide (malli J)	0,05	1,50	Harjakattokaide
	Holkiasenteiset kaidetolpat			
141102_8657	Kaidetolppa 1200 mm lyöntilukoin	0,02	0,60	Holkiasenteinen kaide (VEPE)
141102_355	Kaidetolppa 1400 mm lyöntilukoin	0,02	0,60	Kaidetolppa lyöntilukoin
141102_8664	Kaidetolppa verkkoelementtikiinnikkein	0,02	0,60	Kaidetolppa verkkoelementille
	Vesikattokaiteiden kiinnitysosat			
141103_8654	Kiinteä perusosa 150 mm	0,03	0,90	Vesikattokaide
141103_8655	Säädettävä perusosa 300-600 mm	0,03	0,90	
141103_8656	Säädettävä perusosa 600-1000 mm	0,03	0,90	Säädettävä vesikattokaide
141103_8658	Säädettävä L-kaidetolppa 300-600 mm	0,03	0,90	
141103_8659	Säädettävä L-kaidetolppa 600-1000 mm	0,03	0,90	
141103_8663	Harja- ja pulpettikattokaiteen asennusosa	0,03	0,90	Harja-/pulpettikattokaide
141103_8722	Säädettävä harjakattokaiteen asennusosa	0,03	0,90	Liite 141103_8722
	Kaiteiden erilliset kiinnitysosat			
141105_8653	Suojakaide-elementin erillinen kiinnike	0,01	0,30	Kiinnike holvinreunakaiteeseen
141105_8665	Parvekekaiteen kiinnitysholkki	0,01	0,30	Parvekekaide verkkoelementin
141105_8651	Pinta-asenteinen kiinnitysholkki	0,01	0,30	Liite 141103_8651
	Kaide-elementit			
141115_8728	Villanvälikaide-elementti	0,17	5,10	Villanvälikaide-elementti
	Suojakaiteen verkkoelementit			
141116_8720	Suojakaiteen verkkoelementti 2400x1100 mm	0,09	2,70	Verkkoelementti
141116_8721	Suojakaiteen verkkoelementti 1200x1100 mm	0,09	2,70	
	Suojakaide-elementtien varastointikehiköt			
141117_8647	Villanvälikaide-elementtien varastokehikko	0,16	4,80	
141117_8648	Suojakaide-elementtien varastokehikko	0,16	4,80	
141119	Combisafe holvikaiteet	0,05	1,50	
1412	ALUFIX-VESIKATTOKAITEET			
141210_10901	Alufix -turvakaide 50 m sarja	4,16	124,80	Yleisesittely
141210_10907	Alufix -turvakaide 30 m sarja		0,00	
1413	TURVAPORTAAT, YM.			
141310_8751	Turvaporrasaskelma	0,06	1,80	Vepe-turvaporrasaskelma
141315_10845	Kaidetolppa teräsaskelmalle	0,03	0,90	
141330_4808	Rivitalopporras	1,60	48,00	Vepe-rivitalopporras

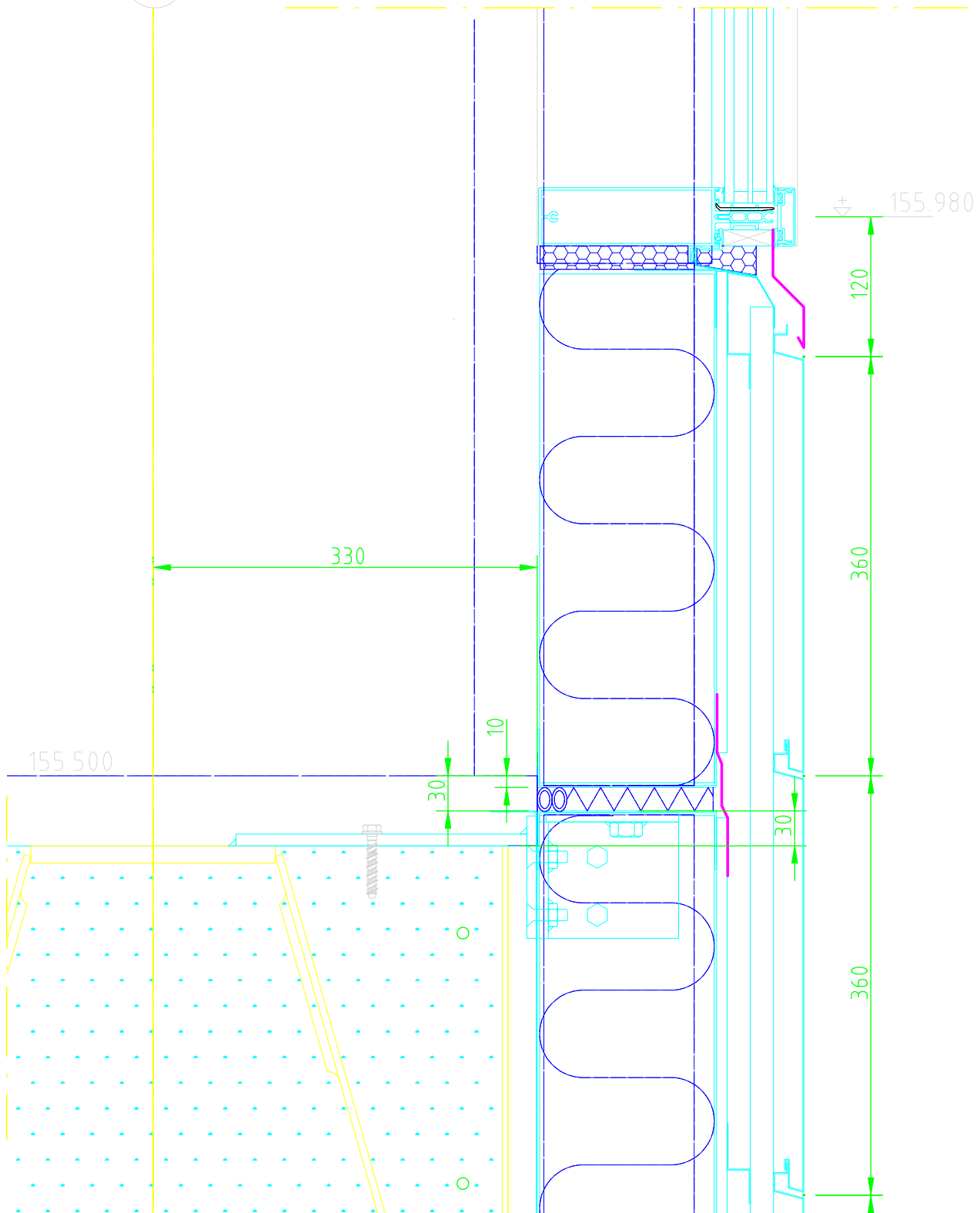
Kalustoryhmä nimiketunnus	KALUSTONIMIKE	Vuokrahinta		Ohjeet, tekniset tiedot, ym. liitetiedostolinkit
		€/pv	€/kk	
50	MUUT TUOTTEET			
500010	Putoamissuojainkassi Sisältää valjaan, jojon, köyden ja nykäksenvaimentimen	2,00	42,00	Työmaaliterra 8170
60	MYYNTITUOTTEET			
	Laskutetaan kalustojärjestelmän kautta kalustovuokrien yhteydessä			
	Skanska suojainkassit			Suojainkassin esittely
600100_5	Skanska suojainkassi	58,70 /kpl		Työmaaliterra 8170
	Myytävät työpukit Sovitusti vuokrakalustoon liittyvät tarvikkeet, kuten terät, imurin pölypusit, yms.			




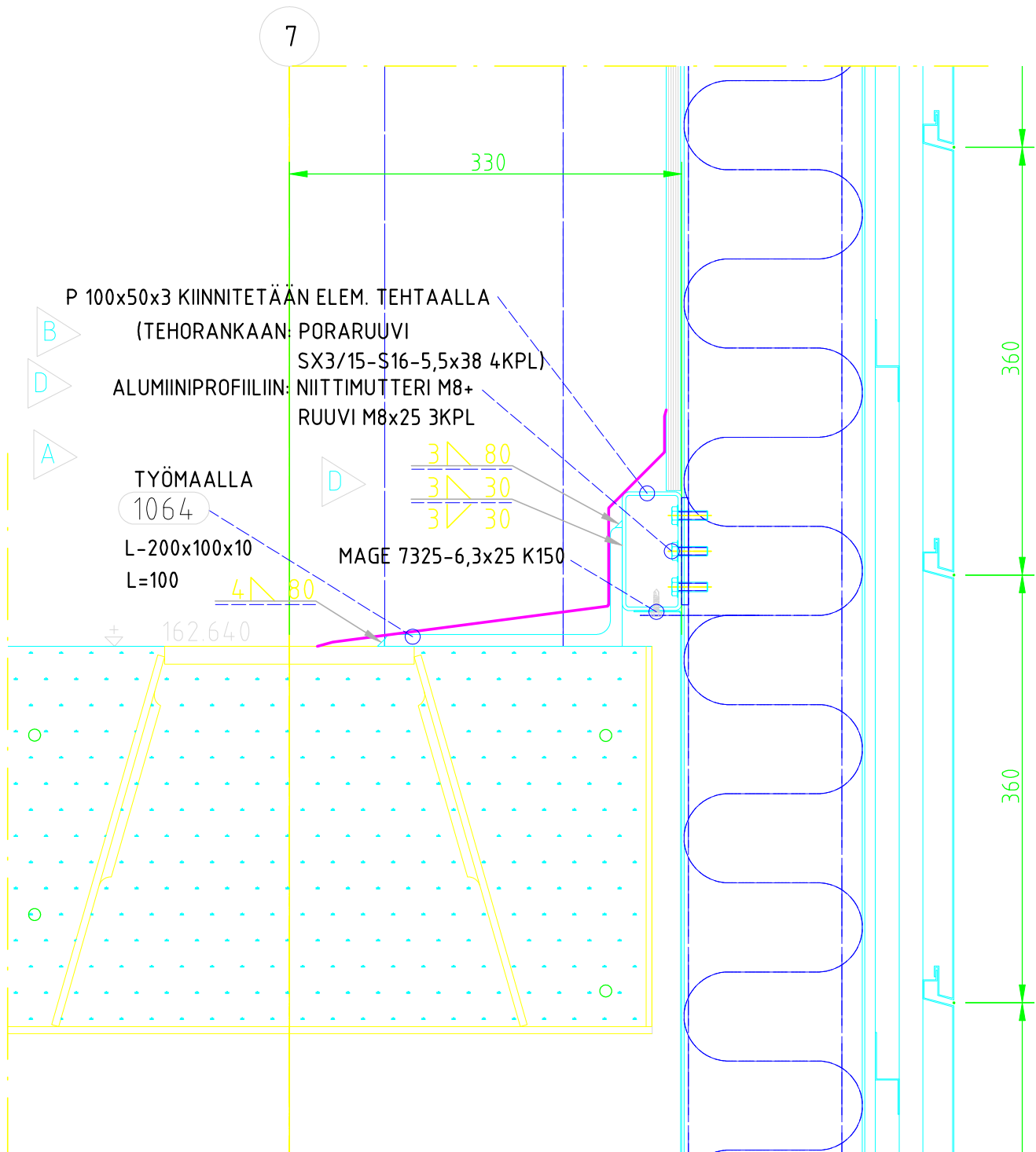
A	02.12.2008	MK-0	TÄYDENNETTY	
Muutosnro	Muutospvm	Tekijä	Muutoksen sisältö	
			Piirustuksen sisältö	Mittakaava
			LEIKKAUS	1:20
			LINJA C	
		Suunn. Pvm.	Suunnala, työnnumero ja piirustusnumero	Muutos
		M Kurikka-Oja 03.10.2008	RAK - 083093 - 5052	A




7

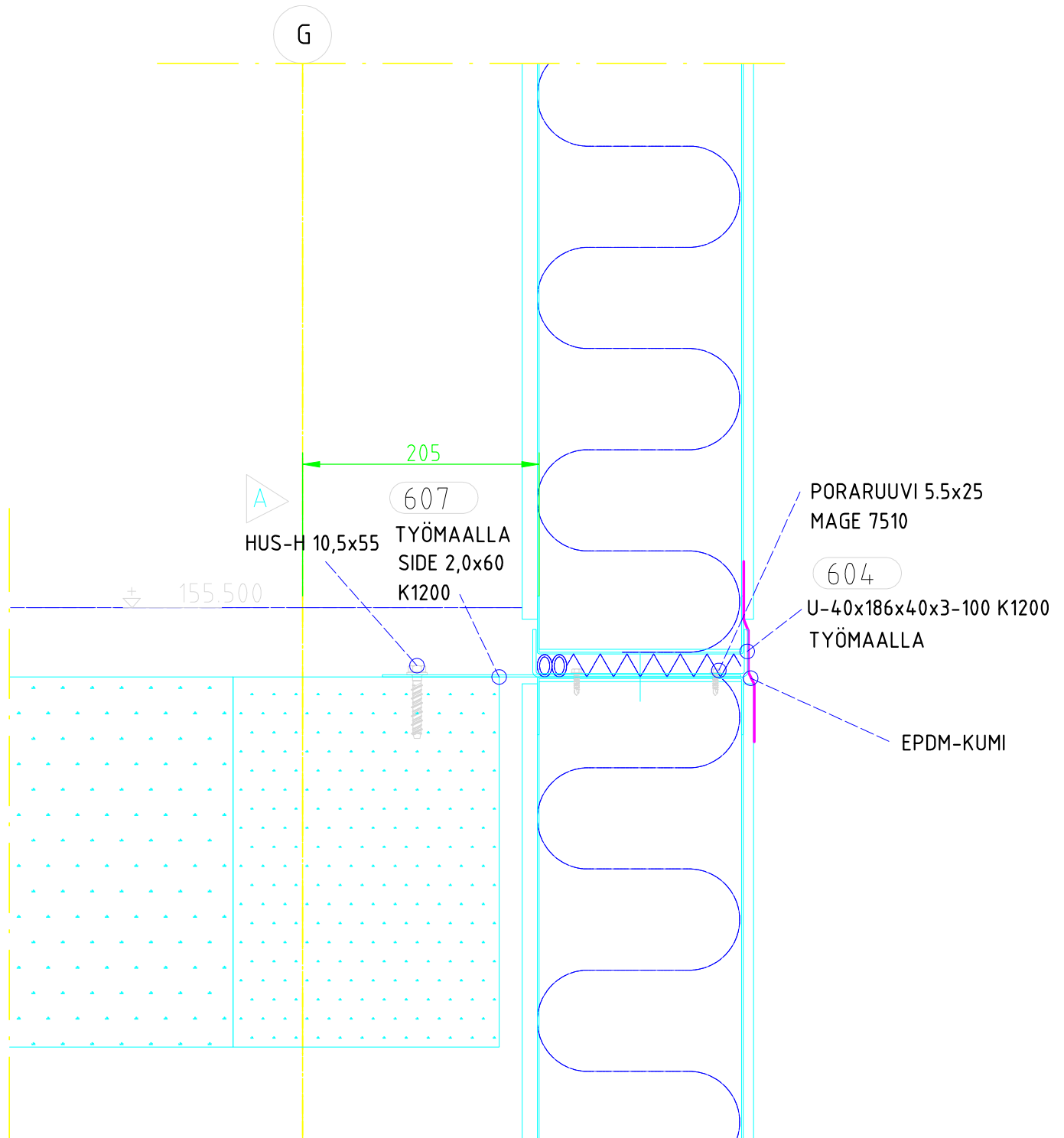



Muutostunnus	Muutospvm	Tekijä	Muutoksen sisältö	Mittakaava
Rakennuskohteen nimi ja osoite HERMIA 15 Technopolis Oyj Insinöörinkatu 41 33700 Tampere			Piirustuksen sisältö PYSTYDETALJI IKKUNAN ALAREUNASTA LINJA 7	
 teräselementti oy		Suunn. M Kurikka-Oja Pvm. 04.12.2008	Suunn.ala, työnnumero ja piirustusnumero RAK - 083093 - 5128	Muutos



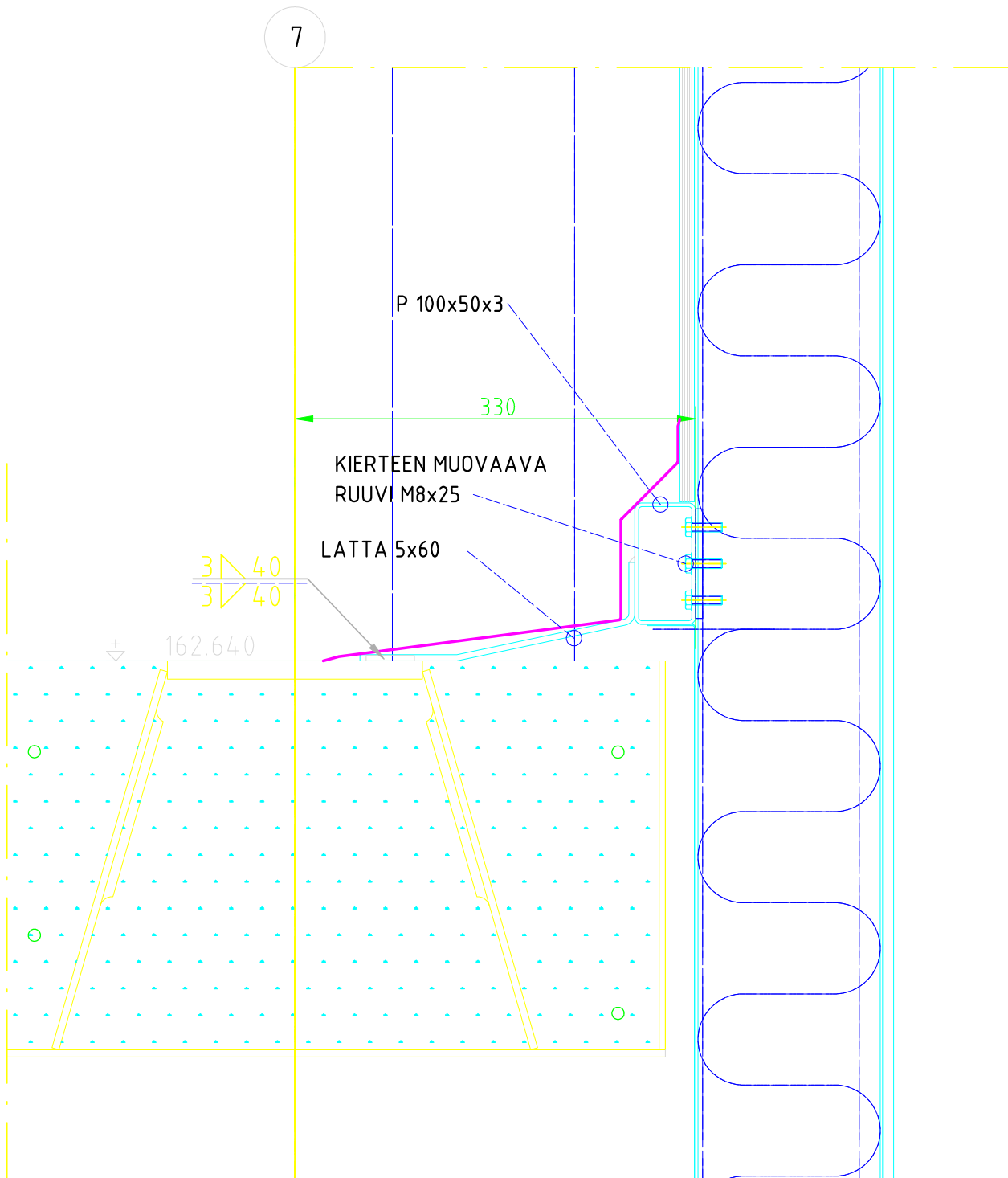
KATSO KIINNITYSKOHDAT PIIRUSTUKSISTA: 5011 JA 5012


D	27.01.2009	MK-0	HITSIT LISÄTTY	
Muutostunnus	Muutospvm	Tekijä	Muutoksen sisältö	
Rakennuskohteen nimi ja osoite HERMIA 15 Technopolis Oyj Insinöörinkatu 41 33700 Tampere			Piirustuksen sisältö PYSTYDETALJI TEHORANKAELEM. KIINNITYKSESTÄ YLÄP. LINJA 7	Mittakaava
		Suunn. M Kurikka-Oja Pvm. 10.10.2008	Suunn.ala, työnnumero ja piirustusnumero RAK - 083093 - 5112	Muutos D

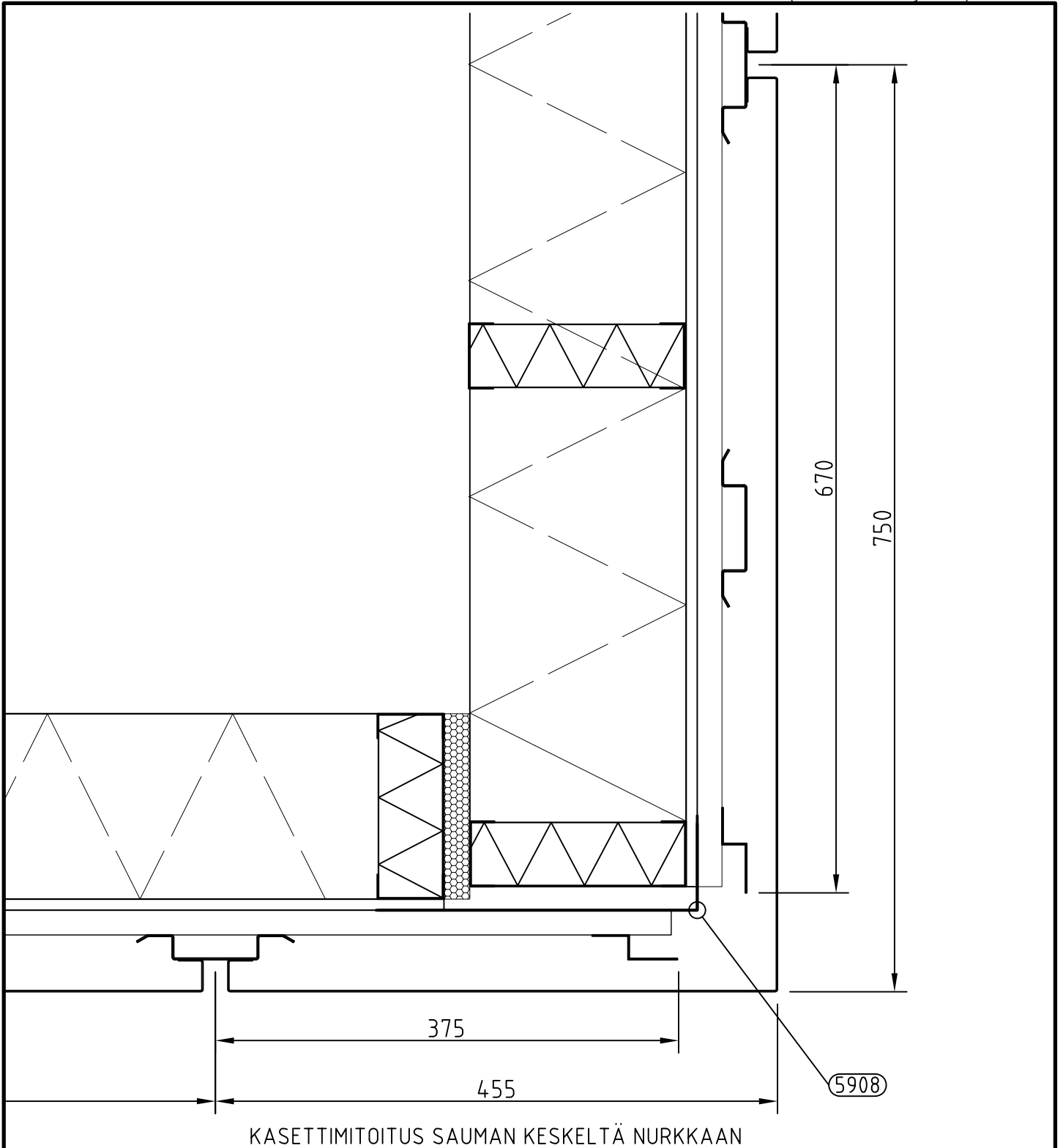



A	18.12.2008	MK-0	KOODINUMERO LISÄTTY	
Muutostunnus	Muutospvm	Tekijä	Muutoksen sisältö	Mittakaava
Rakennuskohteen nimi ja osoite HERMIA 15 Technopolis Oyj Insinöörinkatu 41 33700 Tampere			Piirustuksen sisältö PYSTYDETALJI LINJA G VÄLI 5-7, 4. KERROS	
		Suunn. M Kurikka-Oja	Suunn.ala, työnnumero ja piirustusnumero	Muutos
		Pvm. 06.11.2008	RAK - 083093 - 5123	A

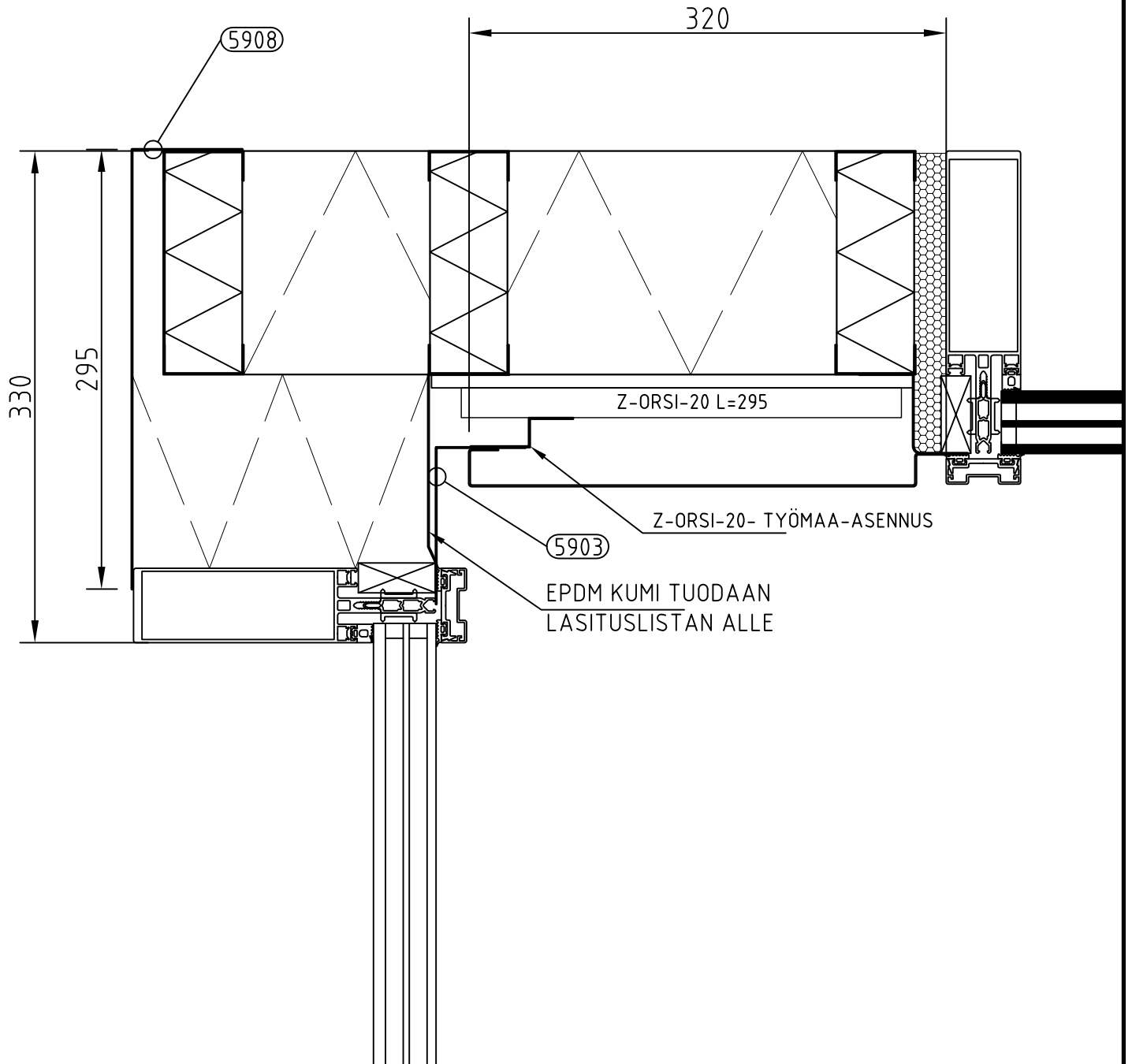
7




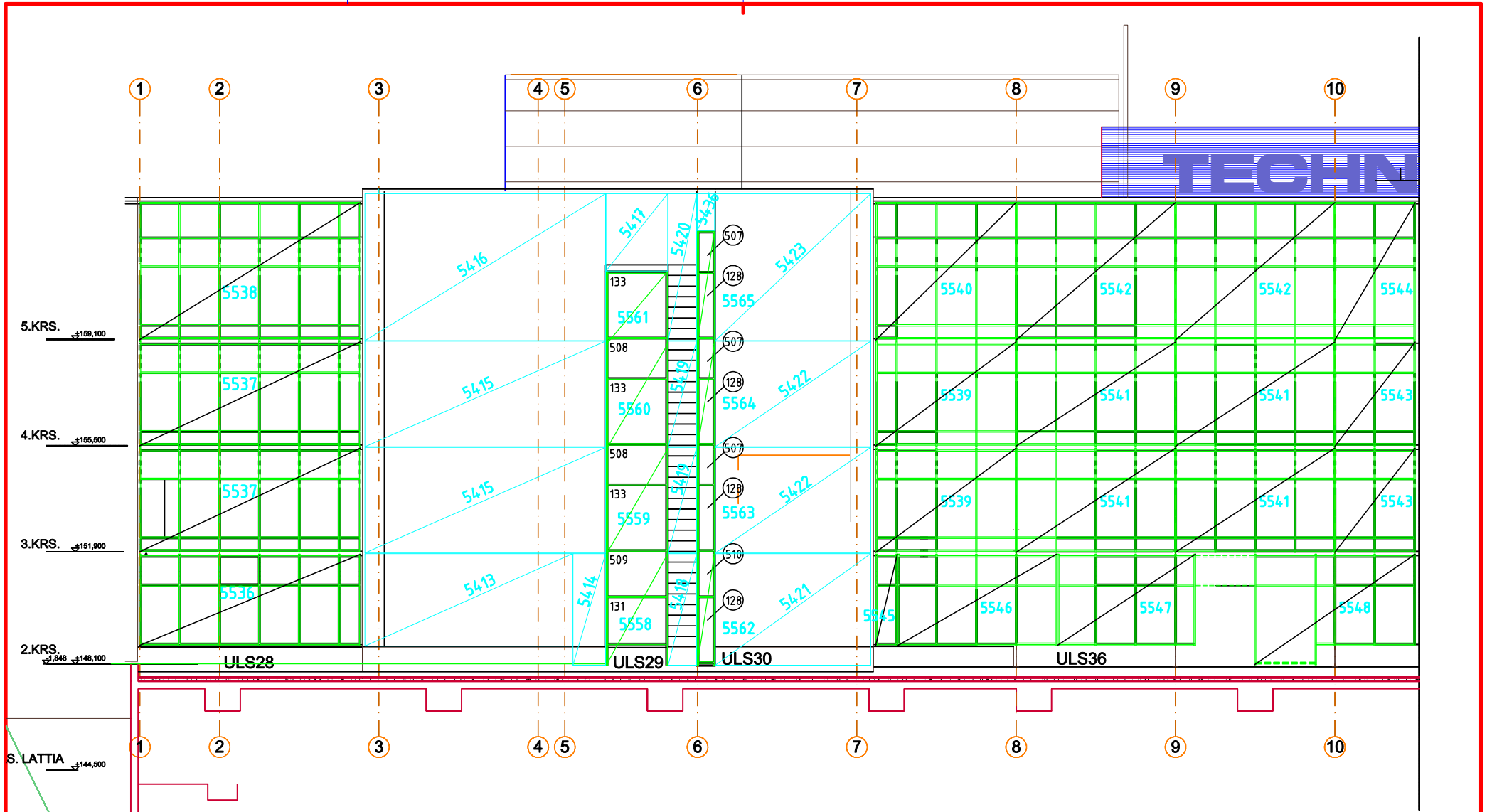
Muutostunnus	Muutospvm	Tekijä	Muutoksen sisältö	Mittakaava
Rakennuskohteen nimi ja osoite HERMIA 15 Technopolis Oyj Insinöörinkatu 41 33700 Tampere			Piirustuksen sisältö PYSTYDETALJI TEHORANKAELEM. SIDONNASTA YLÄP. LINJA 7	
		Suunn. M Kurikka-Oja Pvm. 14.10.2008	Suunn.ala, työnumero ja piirustusnumero RAK - 083093 - 5127	Muutos




Muutostunnus	Muutospvm	Tekijä	Muutoksen sisältö	Mittakaava
Rakennuskohteen nimi ja osoite Hermia 15 Insinöörinkatu 41 33700 TAMPERE			Piirustuksen sisältö VAAKADETALJI NURKASTA	
 teräselementti oy		Suunn. MJ Pvm. 03.02.2009	Suunn.ala, työnumero ja piirustusnumero RAK - 083093 - 5703	Muutos



Muutostunnus	Muutospvm	Tekijä	Muutoksen sisältö	Mittakaava
Rakennuskohteen nimi ja osoite Hermia 15 Insinöörinkatu 41 33700 TAMPERE			Piirustuksen sisältö VAAKADETALJI NURKASTA	
 teräselementti oy		Suunn. MJ Pvm. 03.02.2009	Suunn.ala, työnumero ja piirustusnumero RAK - 083093 - 5706	Muutos



Muutosnro	Muutospvm	Tekijä	Muutoksen sisältö	Mittakaava
Rakennuskohteen nimi ja osoite TECHNOPOLIS HERMIA 15 Insinöörinkatu 41 33720 Tampere			Piirustuksen sisältö Julkisivukaavio länteen Linja C ja G	
 teräselementti oy MARJAMAENTIE 262 FIN-37560 LEMPÄÄLÄ P. +358-3-253 6200 F. +358-3-367 7122			Suunn. LS M. Kurikka-Oja Pvm. 8.10.2008	Liittyy piir. Muutos
			Suunn.ala, työnnumero ja piirustusnumero RAK - 083093 - 6103	

