



LASIKATTORAKENTAMISEN RISKIT JA KEHITTÄMINEN

Niko Kytökorpi

OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2019

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohto

KYTÖKORPI, NIKO:
Lasikattorakentamisen riskit ja kehittäminen

Opinnäytetyö 41 sivua, joista liitteitä 4 sivua
Marraskuu 2019

Rakennustekniikan kehityksen myötä on arkkitehtuurisesti alkanut olemaan mahdollista rakentaa monimuotoisempia ja näyttävämpiä rakennuksia. Suuret lasipinnat ja monimuotoisuus ovat arkipäivää niin julkisissa kuin myös yksityisissä rakennuskohteissa. Opinnäytetyön esimerkkikohte on lasijulkisivuiltaan suuri sekä nykyaikakaudelle ja paikkakunnalleen merkittävä uudiskohde. Nopea kehitys ei tapahdu ilman vastoinkäymisiä, joita uusien rakennustekniikoiden ja järjestelmien vaikutuksesta tulee. Opinnäytetyö käsittelee haastavan lasikaton rakennus- ja takuuajaisia korjauksia ja näihin päteviä korjausmetodeja. Opinnäytetyöstä löytyy lasikattojen asennusaikainen tarkastuslista.

Opinnäytetyöstä saadaan ammattimaisia ratkaisuja lasikattojen korjaukseen ja rakennusvirheiden kartoitukseen esimerkkikohteen kautta. Yleisesti samat virheet ovat toistuneet vastaavanlaisissa lasirakenteissa viimeisten lähivuosien ajan, jonka vuoksi opinnäytetyö pyrkii tuomaan tietoa rakennusosalalle näin ollen edesauttaen koko alaa ja rakennusalan kestävää kehitystä.

Esimerkkikohteen lasikaton vuotojen syyksi opinnäytetyössä todetaan puutteet huolimattomissa asennustavoissa, mutta myös vallitsevassa työskulttuurissa, jossa aikataulu ja budjetti ovat keskeisessä roolissa. Opinnäytetyön tarkoitus on korostaa lukijalle aliurakoinnin valvonnan merkitystä ja ennen kaikkea laadukkaan tuotteen luovuttamista tilaajalle.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Construction Site Management

KYTÖKORPI, NIKO
Risks and Development of Glass Roof Construction

Bachelor's thesis 41 pages, appendices 4 pages
November 2019

With the advances in building technology, it has become architecturally possible to construct more diverse and impressive buildings. Large glass surfaces and diversity are commonplace in both public and private construction. The thesis has an example of a large project with a glass façade what is a significant novelty for the modern era and its locality. Rapid development will not happen without the setbacks of new building technologies and systems. This thesis deals with the challenging construction and warranty repairs of the challenging glass roof and the valid repair methods for these. The thesis includes a checklist for installation of glass roofs.

This thesis provides professional solutions for repairing glass roofs and mapping building faults through an example project. In general, the same mistakes have been made in similar glass structures over the last few years, which is why the thesis aims to bring information to the construction industry, thus contributing to the industry as a whole and to sustainable development.

The reason for this thesis is the lack of careless installation, but also of the prevailing work culture, where schedule and budget play a key role. The purpose of this thesis is to emphasize to the reader the importance of supervision of subcontracting and above all to hand over a quality product to the customer.

Key words: Glass roof, glass facade, glass roof repairs

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	LASIKATTOJEN RAKENNE	8
	2.1 Yleistä	8
	2.2 Asennus	9
3	HAVAITUT RISKIRAKENTEET JA ONGELMAT	13
	3.1 Kohde.....	13
	3.2 Lähtökohdat	14
4	KORJAUSTOIMENPITEET	21
	4.1 Lasikaton seinäliittymät	21
	4.2 Savunpoistoluukut.....	24
	4.3 Jiirit.....	28
	4.4 Alumiiniprofiilien jatkokset	30
5	POHDINTA	34
	LÄHTEET	37
	LIITTEET	38
	Liite 1. Lasikaton korjauksien aloituspalaveri	38
	Liite 2. Lasijulkisivujen keskeiset tarkastukset asennuksen aikana, riskit ja niiden torjunta	40

ERITYISSANASTO

Kyntetila	Lasirakenteen alumiinirunkoprofiilissa oleva vedenpoistoura, jolla mahdolliset kondenssio- ja vuotovedet johdetaan vedenpoistojärjestelmään.
Butyyliteippi	Lasijulkisivuissa käytetty tiivistysteippi, jossa butyyli vulkanisoituu paineen vaikutuksesta, esim. lasilistalla.
Vulkanisoituminen	Paineen tai lämmön vaikutuksesta butyyli tiivistyy ympäristöön pintoihin luoden vesitiiviin liitoksen.
Selektiivilasi	Lasi on pinnoitettu ohuella metallikerroksella, joka parantaa lasin lämpösäteilyn heijastuvuutta.

1 JOHDANTO

Rakennusalalla on koko historiansa ajan keskitytty kustannustehokkuuteen aikataulujen ja budjettien osalta. Samaan aikaan myös arkkitehtuurisesti on tehty kautta aikain toinen toistaan näyttävämpiä rakennuksia. Näiden lisäksi laatua ja työturvallisuutta on kehitetty paremmaksi. Ongelmiksi muodostuvat kiristyneet aikataulut ja vaativammat kohteet, jotka kuitenkin tulisi tehdä laadukkaasti työturvallisuutta unohtamatta. Rakennusliikkeiden laatujärjestelmät ovat nykyaikana hyvin kehittyneitä ja niiden kautta saadaan laadukas tuote tilaajalle. Tähän perustuu myös velvollisuus tehdä laadukasta ja hyvän rakentamistavan mukaista työtä jopa niillä osa-alueilla, mitkä eivät ole niin onnistuneet suunnitellun mukaisesti rakennusvaiheessa.

Työn esimerkkikohteen lasikaton korjauksissa opinnäytetyön kirjoittaja toimi työjohtajana ja opinnäytetyö on kokemuksen ja perehtyneisyyden pohjalta kirjoitettu. Lasikaton pinta-ala oli karkeasti noin 600 m² ja rakennusteknisesti vaativa. Jo rakennusvaiheen aikana esimerkkikohteen lasikatossa havaittiin useita vuoto-kohtia rakennusliikkeen sekä valvojaorganisaation toimesta. Kaikkien osapuolten suurin intressi oli saada tiivis ja vedenpitävä lasikattorakenne. Tästä johtuen kutsuttiin lasikattoihin erikoistunut asiantuntija valvoja x tutkimaan vuotojen syyt. Näistä tutkimuksista seurasi viisi raporttia eri syistä, mistä vuodot johtuvat. Valvojaorganisaation, rakennusliikkeen ja aliurakoitsijan yhteistyöllä alettiin suorittamaan korjauksia raporttien pohjalta kesällä 2019.

Opinnäytetyö käsittelee esimerkkikohteen lasikattokorjauksia. Joka on erinomainen esimerkki siitä, kuinka työvaiheet tulisi tehdä johdonmukaisesti ja huolella jo rakennusvaiheessa, jotta kalliilta ja työläiltä korjauksilta vältyttäisiin takuuajana. Opinnäytetyö toimii samalla dokumenttina tehdyistä töistä korjausten osalta ja pyrkimys on välttää vastaavia virheitä jatkossa lasirakenteita rakentaessa. Tarkoitus on myös kartoittaa riskirakenteita ja ne työvaiheet, jotka ovat kriittisiä onnistuneen lasikaton tiiveyden kannalta. Työssä käydään lävitse korjaustoimenpiteet tapauskohtaisesti ja ongelmien lähtökohdat. Samalla todennetaan, että korjaukset ovat onnistuneet. Lisäksi opinnäytetyön tavoite on tämän pohjalta laatia

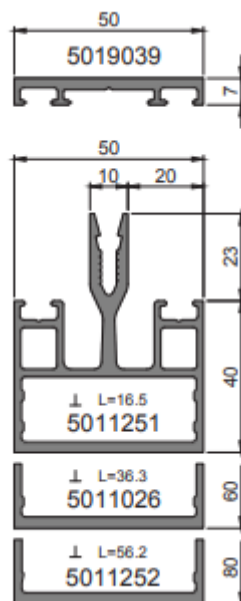
ohje lasikattorakentamisen keskeisimmistä laadunvarmistuskeinoista, joka löytyy opinnäytetyön liitteistä. Opinnäytetyö rajataan esimerkkikohteen lasikattokorjauksiin.

2 LASIKATTOJEN RAKENNE

2.1 Yleistä

Näyttävät ja valaisevat lasijulkisivut tarvitsevat tuekseen vahvan rungon. Lasielementeissä yleisin on alumiininen runkoprofiili, joka on sekä kestävä, että kevyt. Runkoprofiilit tulevat maksimissaan kuuden metrin mitassa. Jos Julkisivun jännevälit ovat pitempiä kuin kuusi metriä tulee alumiinirungolle rakentaa oma erillinen teräsrunko, sillä alumiini ei yksin kestä pitkiä jännevälejä. Teräsrunko mitoitetaan tulevan kuorman mukaan ja suunnitellaan huolella huomioon ottaen elämisvarat, mitä alumiininen runko voi liikkua.

Alumiinirunko itsessään sisältää kondenssiokanavat, joista sisä- ja ulkoilman aiheuttaman lämpötilaeron vuoksi syntyvä kosteus johdetaan vedenpoistojärjestelmiin (kuva 1). Myös mahdolliset vuotovedet johdetaan näitä reittejä pitkin.



KUVA 1. Alumiiniprofiilin poikkileikkaus (Purso Building Systems. valokatto P50L). Kondenssiokanavat ovat profiilin korkeimman kohdan sivuilla olevat urat.

Alumiiniprofiilit toimivat karmeina lasielementeille, joten asennuksen tulee olla mittatarkka. Lasielementit ovat useimmiten kolmikerroksisia selektiivilaseja, joista

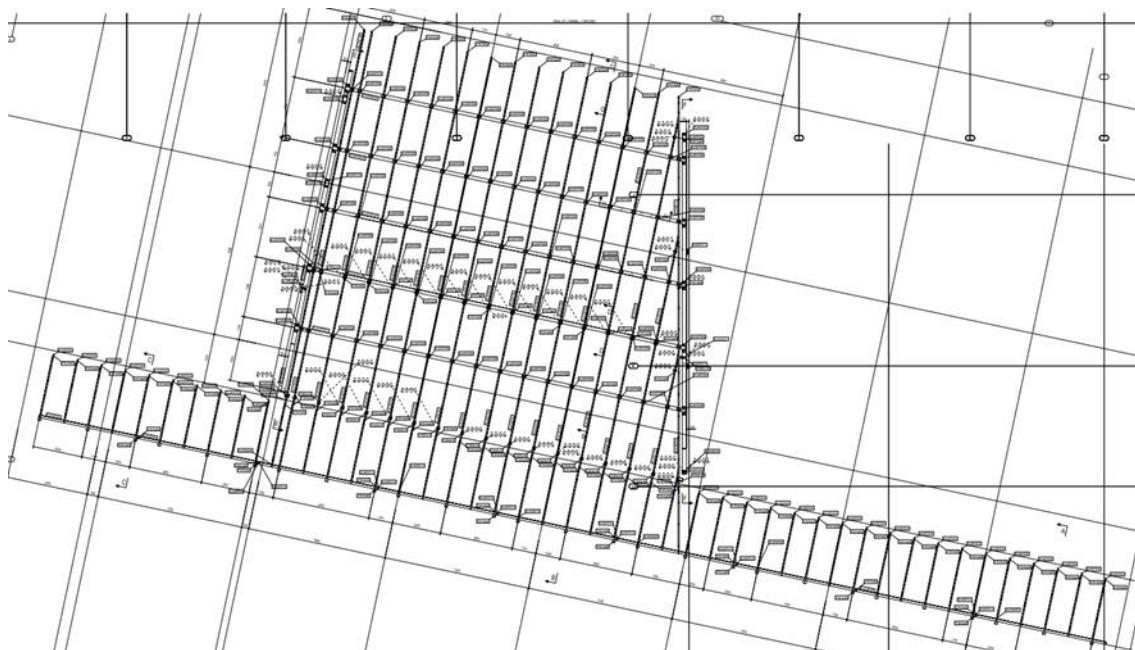
uloin lasi on karkaistu mahdollisia haittoja vastaan esim. katolta putoava jää, rakeet etc. Lasielementit ovat leveydeltään 1,2 metriä ja maksimipituudeltaan 3 metriä. Profiileissa lasielementtien väliin tulee solumuovista valmistettu lämmöneriste ja päälle lasilista, joka tiivistää lasien saumat vedenpitäväksi.

Itsessään lasi materiaalina on vedenpitävä, mutta kriittisimpiä kohtia lasikattorakenteissa ovat liittymät ympäröiviin rakenteisiin ja lasien keskinäinen liittyminen toisiinsa. Lasirakenteet ovat yleisimmin haastavia rakenteeltaan ja tämän vuoksi työ on tehtävä suurta huolellisuutta noudattaen.

2.2 Asennus

Ennen jokaisen työn aloitusta tulee käydä läpi annetut suunnitelmat ja niiden pohjalta lähteä laatimaan tehtäväsuunnitelmaa, arvioida työn riskit ja erityispiirteet. Työ tulee aikatauluttaa realistiseksi ja varmistaa töiden saumaton eteneminen erityisesti, jos muita työvaiheita liittyy kyseiseen työhön. Aloituspalaveri on pidettävä ennen urakan aloittamista laatustandardien täyttymisen varmistamiseksi. Raskaiden runko-osien ja lasielementtien nostot suoritetaan joko torni- tai ajoneuvonosturilla. Asennustyö suoritetaan telineiltä tai henkilönostimelta. Suurin sallittu tuulennopeus on nostotöissä 15 m/s ja henkilönostimelta työskenneltäessä 12 m/s. Korkealla työskenneltäessä on tärkeää muistaa myös turvaljaat ja putoamissuojat.

lasikaton runko kokoonpannaan ensimmäisenä. Pitkillä jänneväleillä rakennetaan teräsrunko riittävällä kantavuudella, jonka suunnittelija määrittelee. Yleisesti ensin vaakapalkit, joiden päälle asennetaan ns. kattotuolit teräksestä. Nämä kattotuolit laitetaan samalla jaolla palkkien päälle, mitä lasikaton alumiinirunko tulee olemaan (kuva 2). Teräsrungon tulee olla ehdottoman suora ja ristimitat pitää tarkistaa, sillä lasielementeissä ei ole mitään taittumavaroja tai suuria toleransseja mittavirheille.



KUVA 2. Esimerkkikohteen lasikattoristikon rakenne.

Teräsrunгон päälle asennetaan runkoalumiiniprofiilit. Paras tapa on hitsata korvakkeet teräsrunkoon, josta saadaan alumiinirungon lävitse poikkisuuntaisesti asennettua mekaaninen kiinnitys. Liikuntavara toteutetaan lasijärjestelmätoimitajan ohjeiden mukaisesti. Alumiinirungon pohjan lävistystä tulee aina ehdottomasti välttää. Alumiinirungosta tehdään myös vaakarungot juoksujen väliin, jolloin saadaan laseille ns. karmit. Alumiinirunkojen jatkoksissa käytetään lasikattojärjestelmän omaa jatkospalaa, joka tulee kitata huolellisesti. Jatkos tulee myös kiinnittää mekaanisesti vain toisesta päästä esimerkiksi ruuvilla, ettei mahdollinen eläminen vahingoita jatkosta.

Lasiasennus voidaan aloittaa, kun edelliset työvaiheet on suoritettu (Ratu-kortti 79-0318, Lasitus). Laseja lähdetään latomaan alhaalta ylöspäin aina varvi kerrallaan. Lasit lasketaan imukuppeja ja nosturia käyttäen runkoalumiiniprofiilien varaan. Ennen imukuppien irrottamista asetetaan lasikiilat paikoilleen ja asennuspalat, joilla lasi kiristetään ympäröivään profiiliin kiinni. Lasin ja profiilin kynnen välissä olevat tiivisteet tulee myös tarkistaa silmämääräisesti, että ovat pysyneet paikoillaan ennen lopullista lasin sijoitusta paikalleen. Imukupit irroittetaan ja kiristetään asennuspalat niissä olevin ruuvein. Asennuspalat yleisesti asennetaan noin 150 mm lasielementin kulmista, mutta aina pitää lukea myös

ikkunatyypin ohjeistus asennuspalojen sijainneista ja asennustiheydestä. Lasielementti ei saa missään tilanteessa olla kosketuksissa metallin kanssa (kuva 3).



KUVA 3. Lasielementin keltaiset lasikiilat ja mustat asennuspalat asennettuna.

Lasiasennuksen jälkeen asennetaan lasikattojärjestelmän omat lämmöneristyskaistat kaikkiin lasien välsiin saumoihin, jonka jälkeen listattomassa järjestelmässä kitataan saumat umpeen julkisivu käyttöön soveltuvalla elastisella kitillä. Lasilistallisessa järjestelmässä lämmöneristyskaistojen jälkeen lasisaumojen kohdalle asennettaisiin butyyliteippi, jonka päälle asennettaisiin lasilista ruuvein alumiiniprofiilin ruuvausuraan. Lasilista tiivistää butyyliteipin, jolloin butyyli vulkanisoituu paineen vaikutuksesta ja tiivistää sauman.

Näiden työvaiheiden jälkeen päästään tekemään liittymät valmiiksi ympäröiviin rakenteisiin, jotka tulee tehdä lasikattotoimittajan suunnitelmien mukaan. Näitä ovat seinäliittymät tai muut vesikattorakenteet. Lisäksi voidaan asentaa mahdolliset lisävarusteet, kuten esimerkkikohteessa savunpoistoluukut.

Laatuvaatimuksia lasikattorakenteelle määrittää Ratu-kortti 1197-S Metall- ja lasijulkisivut. Näistä keskeisimpinä asioina voidaan pitää asennusaukkoja, joiden tulee olla karmirakenteisina millintarkkoja sekä suorina. Rungossa tulee olla toimivat ja avonaiset tuuletus- ja vedenpoistoaukot, jotka vaativat kanavien perusteellisen puhdistuksen asennustöiden jälkeen ja ennen saumojen ummistamista.

Kiinnitystarvikkeiden tulee olla aina suunnitelmien mukaiset ja yleensä tarvikkeet ovat syöpymättömiä. Kiinnitystarvikkeet eivät myöskään saa vahingoittaa ympäröiviä rakenteita eivätkä varsinkaan alumiinirunkoprofiileja väärin asennettuna. Saumaustarvikkeissa tulee myös käyttää aina suunnitelmien mukaisia tarvikkeita. Saumaustyön ihanteellinen työskentelylämpötila on +5...+40 °C. Asennuskiilat lasielementtien asennuksessa pitää olla säänkestäviä ja kestävä lämpötilavaihtelun vähintään välillä -40...+70 °C, myöskään kosteusrasitteet eivät saa aiheuttaa asennuskiiloissa muodonmuutoksia. Tärkeimpiä asennuskiilan tehtäviä on kestää lasielementin aiheuttamat kuormat.

3 HAVAITUT RISKIRAKENTEET JA ONGELMAT

3.1 Kohde

Esimerkkikohde sijaitsee Pirkanmaalla ja on julkinen rakennus. Kohde oli kokoluokaltaan suuri ja rakentamisvaativuudeltaan poikkeuksellisen haastava. Kohteeseen kuului neljä eri osakohdetta, joilla kullakin oli omat toimintonsa ja käyttötarkoituksensa. Rakentamisalaa kokonaisuudessaan oli lähemmäksi 100 000 m². Rakentamisbudjetiltaan kohde oli noin 250 miljoonan euron hanke.

Opinnäytetyön esimerkkikohde sijoittuu yhteen näistä neljästä työmaasta. Aiheena oleva lasikatto sijaitsee uuden rakennuksen aulan yläpuolella (kuva 4). Hankkeen rakennusvaihe alkoi vuonna 2015 ja osakohteet valmistuivat vaiheittain vuosien 2018-2019 aikana.

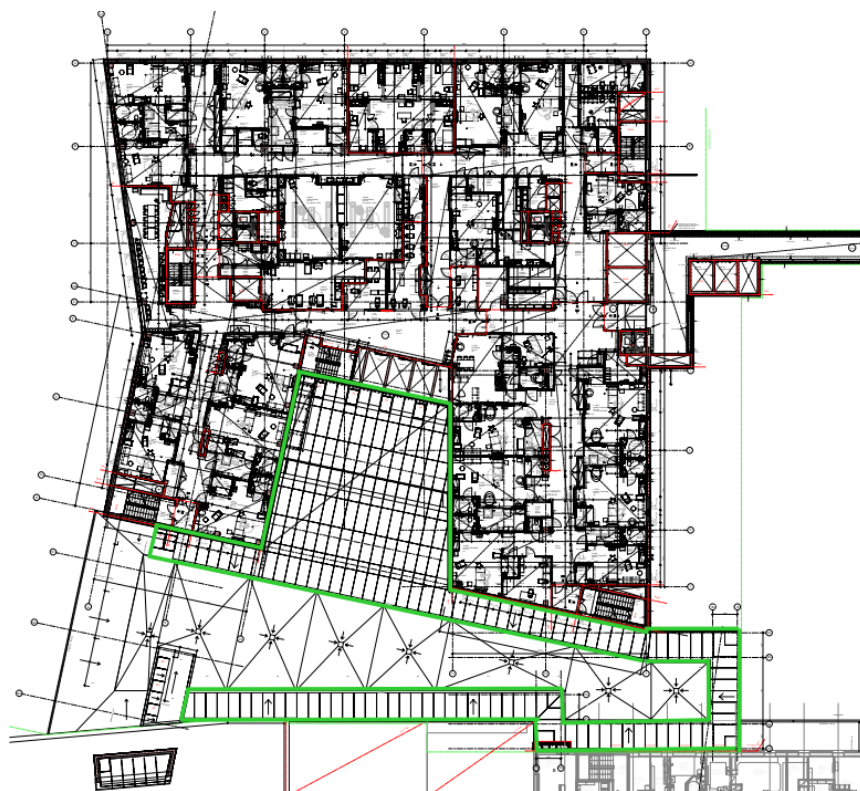


KUVA 4. Esimerkkikohteen lasijulkisivua.

3.2 Lähtökohdat

Aulan lasikaton ensimmäiset vesivuodot sateilla havaittiin syksyllä 2018. Tuolloin esimerkkikohde oli vielä rakennusvaiheessa sisätöiden osalta ja kaikki runkotyöt oltiin saatu valmiiksi, mukaan lukien lasikatto ja siihen liittyvät rakenteet.

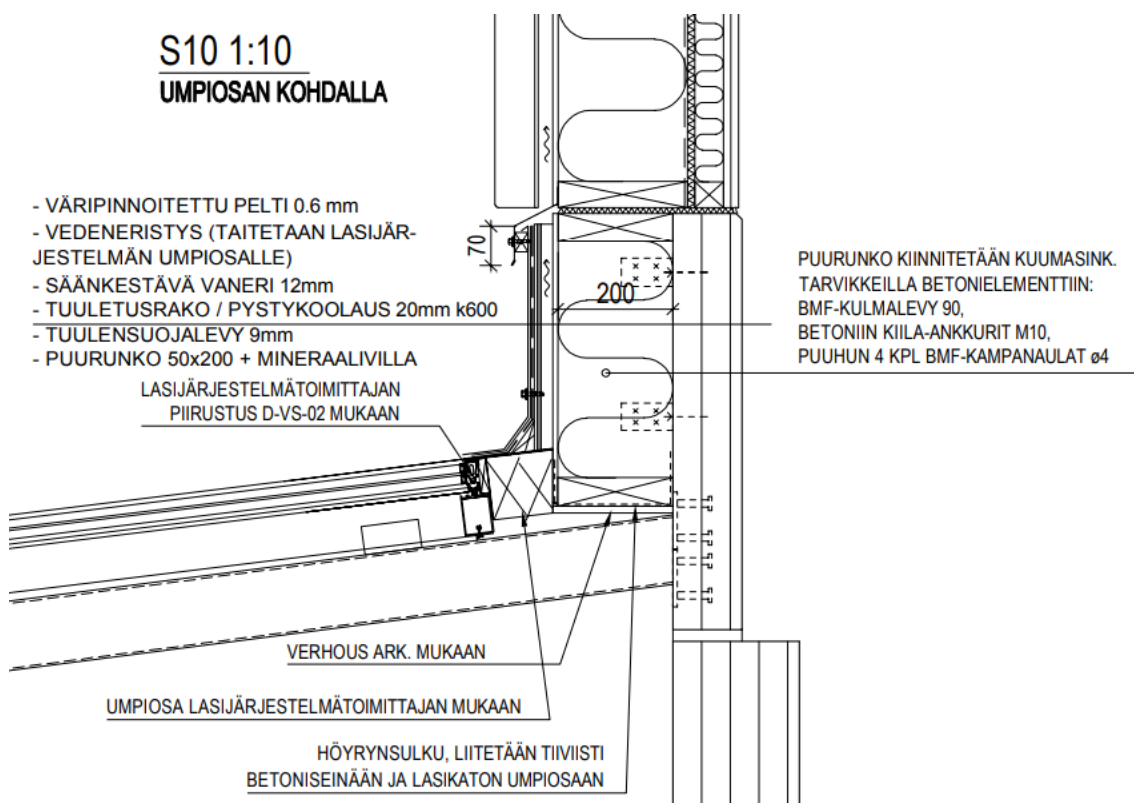
Lasikatto peittää aulasta noin 50 % ja on pinta-alaltaan aiemmin mainitun 600 m² (kuva 5). Vuotokohtia havaittiin useita rakennusliikkeen sekä valvojaorganisaation toimesta. Vuodot olivat hyvin haasteellisia, joita ei pystynyt korjaamaan pelkästään uusilla pellityksillä tai kittauksilla. Tämän vuoksi kesäkuussa 2019 pääkaupunkiseudulta kutsuttiin lasirakenneasiantuntija, jonka kanssa ryhdyttiin tutkimaan vuotojen syitä ja käytettyjä rakennusmetodeja. Parin päivän katselmusten ja tutkimusten jälkeen saatiin kartoitetuksi neljä merkittävää osa-aluetta vuotojen syiksi.



KUVA 5. Lasikatto rajattu vihreällä.

Lasikaton seinäliittymät

Seinäliittymissä, missä lasikattorakenne liittyy betoniseen ulkoseinäelementtiin havaittiin, että huopanoston ja lasin välinen butyyliteippaus ei ole tiivis. Tämä johtuu siitä, että butyyliteippaus oli viety huovan päälle. Huovan rosoisen pinnan vuoksi butyyliteippi ei vulkanisoidu, sillä teippaus vaatii aina tasaisen pinnan, jolla saavutetaan vesitiiviys. Lukijalle rakenteen ymmärtämiseksi poikkileikkaus virkkeen lopussa (Kuva 6).



KUVA 6. Poikkileikkaus seinäliittymärakenteesta. Kuvasta huomaa kuinka huopanosto tuodaan lasipinnan tasalle.

Huovan alustana olevan pellin tukiriman kiinnitysruuvit todettiin myös riskitekijöiksi, sillä näiden ruuvien oletettiin läpäisseen profiilin kyntetilan pohjan, jonka tehtävänä on kondenssikosteuden pois vieni ränneihin.

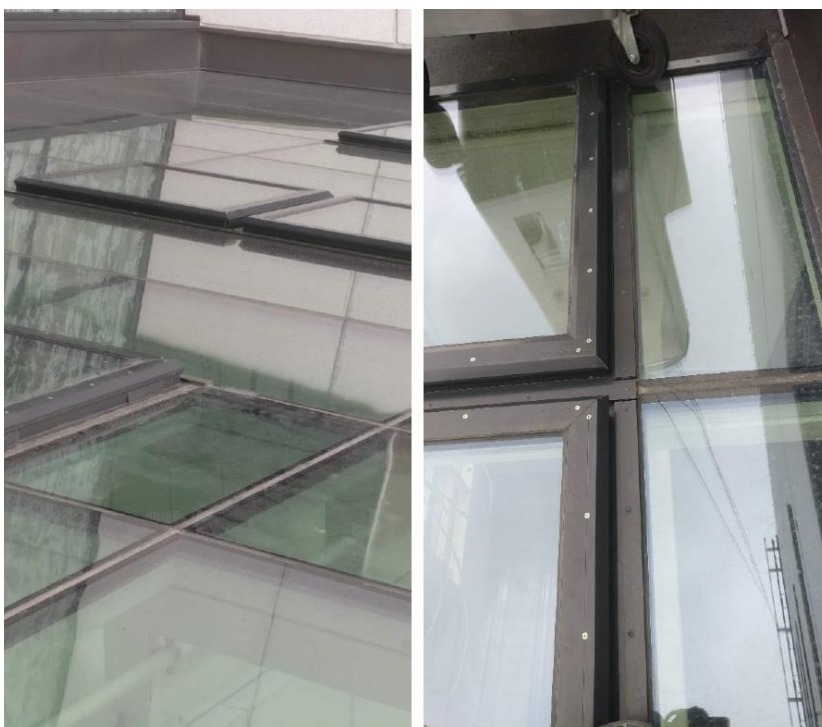
Lisäksi pellityksissä havaittiin puutteita. Tuuletusvälit olivat liian suuret vesipellin ja nostopellin välillä. Nostopellin myrskynokka ei pystynyt yli kahden senttimetrin tuuletusraossa estämään tuulenpaineen aiheuttamaa vedenpainetta, jolloin

sadevesi päätyi profiilin kyntetilaan, missä tukiriman kiinnitysruuvit olivat lävistäneet profiilin.

Kyntetiloissa havaittiin myös paljon rakennusjätettä, kuten puupurua ja kitti jäämiä. Näiden vuoksi kyntetilaan joko tuulenpaineesta tai kondenssiosta muodostuvalla vedellä on riski padottautua ja vuotaa sisätiloihin.

Savunpoistoluukut

Pääaulan katossa on neljä savunpoistoluukkuryhmää, joissa kussakin on kaksi karamoottorilla vastakkain aukeavaa luukkuja. Ensimmäiset ongelmat havaittiin luukkujen kehysten liittymissä itse lasikattoon (kuva 7). Toteutustapana on käytetty butyyliteippiä ja lasilistaa liittymän päälle, joka tiivistää liitoksen. Kuitenkin lasilistojen kittauksissa havaittiin puutteita, sillä lasilistojen päät olivat auki ja mahdollistivat veden pääsyn lasilistan alle.



KUVA 7. Lasikaton savunpoistoluukut.

Savunpoistoluukkuja kokeiltiin myös käsin ja havaittiin liikettä, vaikka karamoottori oli vetänyt luukun kiinni. Näin todettiin, että itse luukun tiiveyttä kehukseen

tulisi parantaa esimerkiksi säätämällä karamoottoria ja tarkistaa tiivisteet etteivät jäisi epäedulliseen asentoon luukun kiinni ollessa.

Savunpoistoluukuissa on vedenpoistoreiät, jotka ovat kuitenkin suhteellisen suuret. Tuulenpaineen vaikutuksesta vesi voi tätä kautta nousta savunpoistoluukkujen kyntetilaan ja sitä kautta vuotaa pääaulaan. Vesireikien vedenpaine-kokeissa havaittiin, että veden mukana tuli paljon roskaa. Tästä voidaan todeta, että tässäkin tapauksessa kyntetiloissa olevien epäpuhtauksien vuoksi on riski veden padottumiselle.

Kohdat missä ei ollut lasilistaa eli luukkuparien välit, niin nämä kohdat ovat kittattu. Näiden kittauksen osalta havaittiin, että kittaukset ovat kuperat. Kittauksen tulisi olla tasainen lasipintojen kanssa, sillä butyylyteippaus lasilistan alla vaatii tasaisen pinnan tiiveyden ja vulkanisoinnin saavuttamiseksi.

Tämän vuoksi on syytä olettaa, että vettä pääsee rankkasateilla kittauksen ja butyylyteipin liittymäkohdista sisätiloihin.

Jiirit

Lasikaton jiirien kohdalla on kaksi alumiinirunkoa, joilla jiirit on saatu mahdolliseksi (kuva 8). Yleisesti jireissä ei ole liikuntasaumoja, sillä lasipinnoitteet eivät siedä paljoakaan alusrakenteiden liikettä. Alumiiniprofiilien väliin on rakennettu pelti-lämmöneristys-pelti umpiosa, joka on ruuvein asennettu alumiiniprofiileihin. Lasilistat jiirien päällä ovat ruuvattu profiilin ruuviuraan.



KUVA 8. Vasemmalla ulkojiiri, oikealla sisäjiiri.

Ainoastaan sisäjiireissä havaittiin vuotoja sisätiloihin, ulkojiirit olivat tiiviitä. Päätäpäin tarkasteltaessa jiireissä ei näkynyt mitään pintapuolisia ongelmia tai syitä vuotoihin. Rakennetta kuitenkin sisältäpäin tarkasteltaessa havaittiin porankärkiruuvien lävistäneen alumiiniprofiilin vesitiiveyspinnan (kuva 9). Tätä kautta veden tulo on mahdollinen sisätiloihin. Kyse on tukirimojen ruuveista, joidenka aiemmin todettiin olevan ainakin osittainen syy vuodoille.



KUVA 9. Ruuvien lävistämä vesitiiveyspinta.

Jiirrakennetta avattaessa katolta päin havaittiin, ettei butyyliiteippi lasilistan alla ollut tarpeeksi tiivistynyt ympäröiviin pintoihin. Asennus oli virheellinen ja tästä johtuen vettä pääsi kyntetilaan ja sitä myöten puhkotuille vesitiiveyspinnoille. Lisäksi kyntetiloissa huomioitiin lasikiilat, jotka olivat valuneen kyntetilan pohjalle ja näin tukkineet vedenpoistoreitin, jonka vuoksi syntyy veden padotusta kyntetilassa ja täten myöskin haittaavat rakenteen oikeaoppista toimintaa.

Alumiiniprofiilien jatkokset

Pitkissä lappeissa käytetään jatkoksia alumiiniprofiileissa. Yhden profiilin mitta on kuusi metriä eli tätä pitemmissä lappeissa jatkokset ovat välttämättömiä. Itsessään jatkos on muovinen, jonka tehtävä on ylittää profiilin vaakasauma vesitiiviisti (kuva 10). Näin ollen varmistetaan profiilin kyntetilan vedenpitävyys.



KUVA 10. Profiilijatkos

Tavarantoimittaja Schücon ohjeen mukaan liimamassa joka tiivistää jatkoksen profiiliin tulisi levitä ulkoreunoille tiivisteeseen asti. Tämä on haasteellista, jos jatkos on ensin ruuvattu kiinni ja sen jälkeen puristettu massa sisään jatkoksen täyttöaukoista. Asennuksessa virheenä oli, että näin oli juuri käynyt ja jatkoksia vuosi viisi kappaletta vedenpainekekeissa ja kyntetiloja huuhtoessa. Liimamassaa ei

ollut riittävästi jatkosten alla, että riittävä tiiveys olisi saavutettu. Lisäksi jatkoksen kiinnitysruuvi oli lävistänyt profiilin alapinnan, jonka tulee olla ehdottoman tiivis.

4 KORJAUSTOIMENPITEET

4.1 Lasikaton seinäliittymät

Aloituspalaverin jälkeen voidaan aloittaa korjaustoimenpiteet, jossa määritettiin resurssit ja aikataulu (Liite 1). Lasikaton ja seinän liittymän vuodon syytä tarkasteltiin avaamalla ensin pintarakennetta. Kittaukset ja pellitykset poistettiin tutkittavasta kohdasta, joka oli tässä tapauksessa ulkonurkka, jonka kohdalta vesivuodot aulatilaan oli huomattu (kuva 11). Täten päästiin myös avaamaan lasin päällä oleva lasilista. Lasilistan poiston jälkeen pystyi varmistamaan, että butyyliteippi ei ole tiivistynyt riittävästi huopanoston päälle. Korjaustoimenpiteenä huopa leikattiin, niin että butyyliteipin pääsee asentamaan suoraan aluspellin päälle, jonka sileä pinta takaa butyyliteipin tarttuvuuden.



KUVA 11. Naamapelti poistettu ulkonurkan kohdalta, jonka takana huopanosto.

Rakennetta purkaessa huomioitiin, että runkoalumiiniprofiili, joka kulkee seinäliittymän kohdalla koko matkalta, oli asennettu puinen tukirima tämän profiilin päälle. Tämän riman tarkoitus oli selkeästi olla lasilistan mekaaninen alustuki ja

ruuvausosalusta lasilistalle. Tukiriman kiinnitys herätti epäilyksiä, sillä tämä oli kiinnitetty ruuvein. Rima poistettiin ja havaittiin, että riman ruuvit ovat lävistäneet alumiiniprofiilin kyntetilan, minkä tulisi olla ehdottoman ehyt ja vesitiivis. Tästä johtuen rakennetta purettiin pidemmältä matkalta asian todentamiseksi. Havainto todettiin aiheelliseksi, sillä riman ruuvit olivat koko puretun seinälinjan matkalta lukuisista kohdista lävistäneet kyntetilan.

Lisäksi rakennetta purkaessa huomattiin, että alumiinirunkoa päin tulevan veden ohjauspellin liittymä ei ole tiivis. Liittymässä oli rakoja, josta on mahdollista padottavan veden nousta profiilin kyntetilasta sisätiloihin.

Havaitut virheet olivat niin räikeitä ja valitettavasti liittymärakenteen alimmassa pinnassa, että tämän vuoksi oli syytä tehdä radikaali päätös purkaa liittymät kokonaisuudessaan runkoprofiiliin asti. Tämä johti siihen, että seinästä purettiin kaikki pellitykset, huopanostot ja tukirimat/pellit. Näin pääsi profiilin kyntetilasta asti rakentamaan rakennetta uudelleen pitkäikäiseksi ja ennen kaikkea vesitiiviiksi.

Purkutöiden jälkeen ensimmäinen vaihe on kyntetilan puhdistus ja reikien paikkaus. Reikien paikkuussa käytetään kohotonta paikkausmenetelmää, missä butyylimassalla liimataan alumiininen teräsoiro reiän päälle, joka on noin 30 cm pitkä. Täten ei haitata veden kulkemista kyntetilassa. Ylimääräisten roskien esim. kitti- ja puujätteen poistaminen tässä vaiheessa myös tärkeä huomio.

Seuraava vaihe on tiivistää aluspinnan profiili ja seinäliittymän pelti toisiinsa. Tiivistys toteutetaan sään kestäväällä liimamassalla. Tiivistäessä peltiä profiiliin tulee olla hyvin tarkka, että yli pursunneet massat poistetaan kyntetilasta, ettei tapahdu veden padottumista.

Näiden jälkeen voidaan ryhtyä tekemään pintojen tukirakenteita uusiksi. Ettei kyntetilaa uudelleen puhkottaisi, tulee tukirimat kiinnittää liimamassalla ilman mekaanisia kiinnikkeitä. Tukiriman molemmin puolin asennetaan myös lämmöneristeet, että kylmäsilta saadaan katkaistua. Tässä tapauksessa riman seinän puolelle polyuretaanivahto ja lasin puolelle lasijärjestelmän oma lämmöneristyskaista (kuva 12).



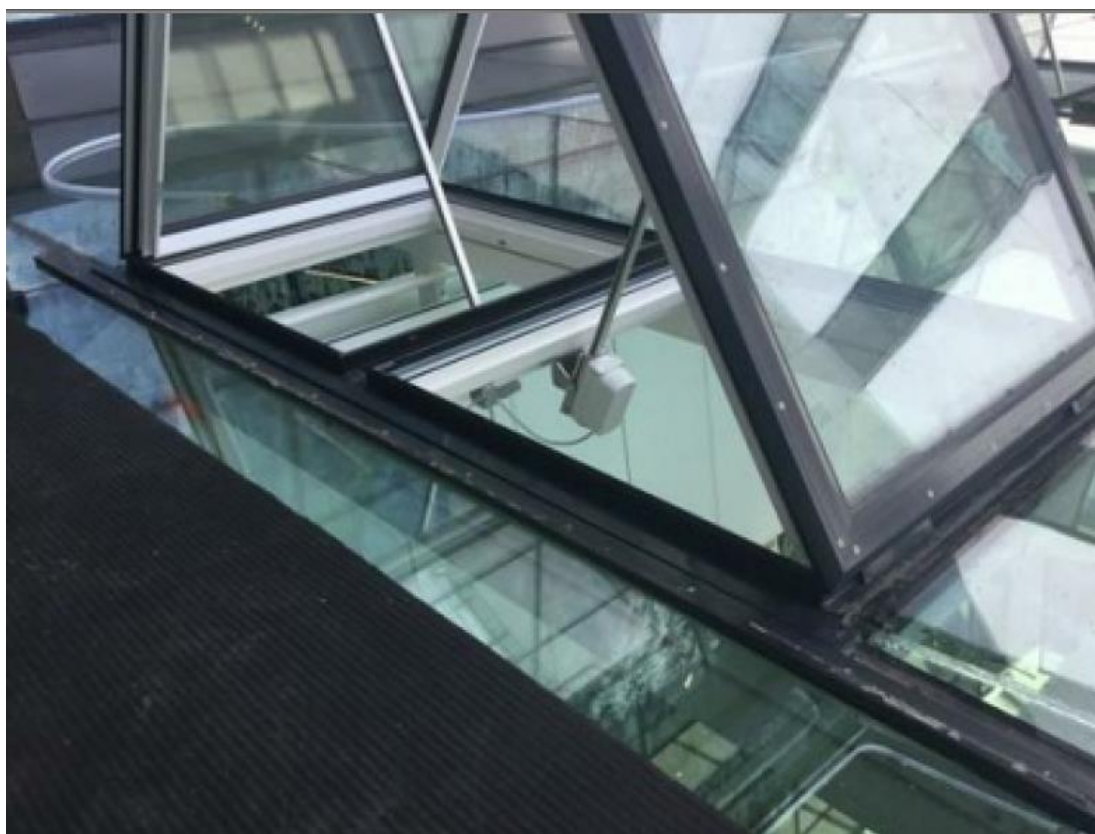
KUVA 12. Tukirima asennettu. Myös lasijärjestelmän oma lämmöneristyskaista asennettu (riman oikealla puolella). Huomioitavaa myös suojata aina kattolasit, kun niiden päällä joudutaan työskentelemään, että välttyttäisiin turhilta naarmuilta ja mahdollisilta kolhuilta.

Kun alusrakenteet on saatu valmiiksi ja rakenne olisi valmis rakenteen ummistamiselle on hyvin tärkeää tässä vaiheessa tehdä kyntetilan vedenpainekoe. Vedenpainekokeessa alumiinirunkoprofiilin yläpäältä lähdetään valuttamaan vettä kyntetilaan kohtuullisia määriä (esimerkkikohteessa vesiletkulla pienellä teholla). Vedenpainekokeen aikana seurataan veden esteetöntä kulkua rakenteessa ja mahdollisia vuotoja, jos niitä ilmaantuu. Veden tulee ohjautua vedenpoistojärjestelmään, joka esimerkkikohteen kohdalla oli sadevesiränni. Kokeen onnistuessa virheettömästi voidaan rakenne sulkea. Vedenpainekokeen yhteydessä huuhdotaan samalla kyntetilat puhtaaksi ylimääräisestä roskasta.

Esimerkkikohteen seinänostokorjauksissa meni kahdelta rakennusammattimiehellä kolme viikkoa saada rakenne purettua ja rakennettua takaisin. Työ on erittäin työläs ja riskien minimoimiseksi on syytä käyttää suurta huolellisuutta työtä tehtäessä.

4.2 Savunpoistoluukut

Ensimmäinen oletus savunpoistoluukkujen osalta on, että itse luukku ja karmi ovat tehdastyöllä tehty, niin näissä harvoin on kokoonpanovirheitä. Vesivuotojen helpoin korjausyritys on kiristää luukun karamoottoria, että moottori vetää luukun tiiviimmin kiinni karmiinsa (kuva 13). Katselmuksessakin oli todettu pientä liikehdintää luukun ja karmin välillä. Savunpoistoluukkuasentajalta moottorin säätö on nopea työ ja vaikutus heti havaittavissa. Lisäksi lisätään suojapellit vedenpoistorei'ille, ettei tuulenpaineesta johtuva veden nousu pääse estoitta rakenteeseen.



KUVA 13. Esimerkkikohteen savunpoistoluukut. Kuvassa näkyy keskellä karamoottori, joka avaa ja sulkee savunpoistoluukun. Oikealla luukun karmin alapinnassa näkyy vedenpoistoreikien suojapellit.

Kun korjaavat toimenpiteet on suoritettu (karamoottorien kiristys ja suoja pellit), voidaan toteuttaa vedenpainekokeet. Tällä kertaa vedenpainekoe tehdään vesiletkulla, mutta suurella veden paineella. Luukut kastellaan ympäriinsä ja tarkkailaan luukun alapuolelta mahdollisia vesivuotoja. Luukkujen kastelu tulee olla myös pitkäkestoista, että voidaan varmentua onnistumisesta.

Noin 30 minuutin vedenpainekokeen jälkeen havaittiin vuoto. Ensin yksi tippa, sitten kaksi, jonka jälkeen alettiin laskemaan vuototiheyttä. Vuototiheydeksi saatiin 1 tippa/5 min. Edellä mainitut korjaustoimenpiteet eivät tuottaneet haluttua tulosta tiiveydestä, sillä savunpoistoluukku ei saisi vuotoa missään tilanteessa tippaakaan. Näin ollen joudutaan avaamaan karmin ja lasikaton välinen liittymärakenne ja tutkia muita syitä miksi rakenne ei toimi suunnitellulla tavalla.

Rakenteen avaus aloitetaan päältäpäin lasilistojen ja kittausten purulla. Heti ensimmäisten kittausten poiston jälkeen havaittiin, että solumuovieriste on tukkinut savunpoistoluukun karmin vedenpoistoreiän (kuva 14). Vedenpoistoreiän tarkoitus on ohjata karmiin kertynyt vesi lasikaton kyntetiloihin, josta se jatkaa esteettä matkaansa vedenpoistojärjestelmään. Näin ei tule toteutumaan virheellisen solumuoviasennuksen vuoksi. Solumuoviin tehdään viillot, joilla varmistetaan veden pääsy pois karmista. Toimivuus on myös helppo testata. Luukun auki ollessa kaadetaan vettä karmin vesiuraan ja kittauksen ollessa auki, voidaan seurata kuinka vesi poistuu vedenpoistoreiästä kyntetilaan.



KUVA 14. Savunpoistoluukun karmin vedenpoistoreikä näkyy nostetun solumuovieristeen kohdalla.

Rakennetta avattaessa huomioitiin myös savunluukkuparien välinen kittaus. Lasilistaa irroittaessa havaittiin, että kittaus ei ole tarpeeksi tullut lasilistan alle. Silmä määräisesti pystyttiin jo toteamaan, että työjärjestys on ollut väärä. Lasilista on asennettu ensin ja sitten kitattu, vaikka ennen listan asennusta tulisi aina alemmat kerrokset olla tehtynä. Lisäksi kittauksen tulee olla tasan kaikkien ympäröivien pintojen kesken, että taataan lasilistan alla olevalle butyyliteipille otolliset olosuhteet vaatimusten mukaiselle tarttuvuudelle. Rakenne korjattiin edellä mainituin keinoin, lisäksi lasilistat kitattiin vielä ympäri, että saadaan lisää pois suljettua vuotoriskejä.

Savunpoistoluukut on kokoonpantu tehtaalla. Itse luukun tiiveyden varmistamiseksi havainnointimielessä avattiin yhden luukun päälipelti. Suureksi yllätykseksi havaittiin, että päälipellin alla ei ollut butyyliteippiä, mikä on ehdottoman tärkeä, että luukun saumat ovat tiiviitä. Tästä johtuen kaikki luukkujen päälipellit avattiin ja lisättiin butyyliteippi näiden alle (kuva 15). Esimerkkikohteen muutkin savunpoistoluukut käytiin lävitse päälipeltien osalta, mutta näistä vastaavaa

puutetta ei löytynyt. Tehtaiden kokoonpanossa voi sattua myös virheitä ja näitä mahdollisuuksia ei tule pois sulkea ongelmia ilmetessä.

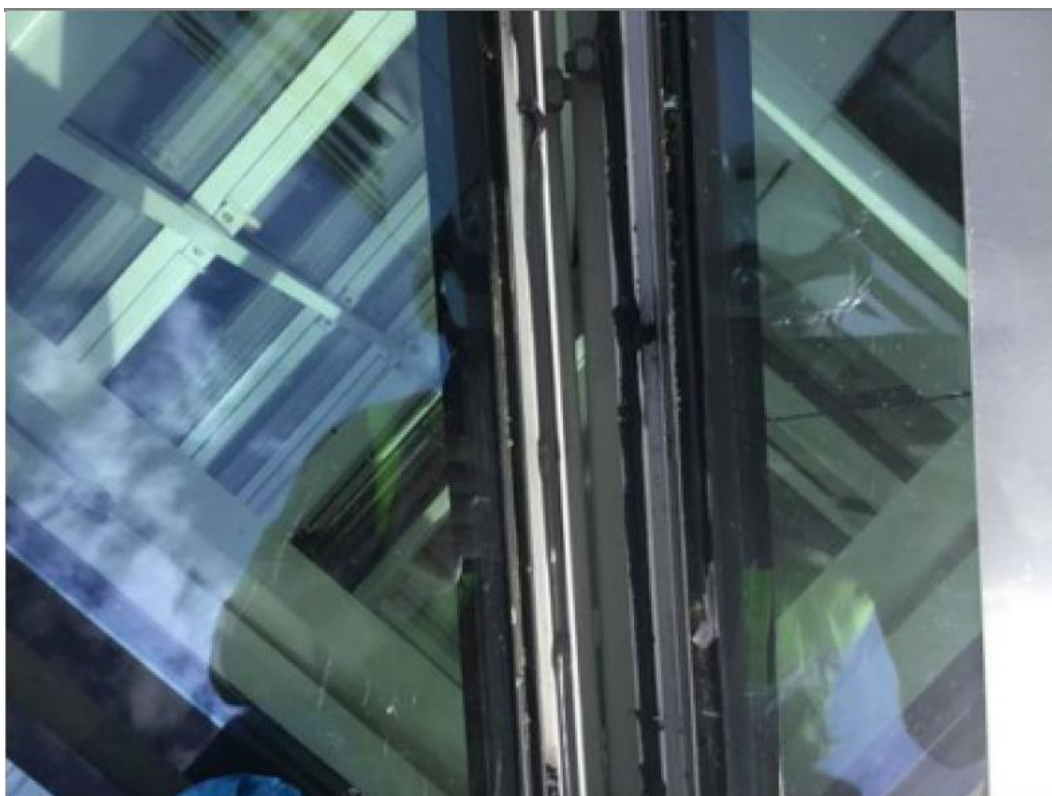


KUVA 15. Butyyliteipin lisäys savunpoistoluukun päälipellin alle.

Kaikkien mahdollisten korjausten jälkeen päästään jälleen suorittamaan vedenpainekoe. Vedenpainekokeelle on annettava lisäarvoa myös siitä, kuinka sillä saadaan vesi- ja kyntetila puhdistettua. Edellä mainittujen korjausten jälkeen vedenpainekoe oli menestys ja vuotoja ei havaittu. Koetta suoritettiin kaksi tuntia ja erittäin mittavalla vesimäärällä. Savunpoistoluukkuja seurattiin myös kovien sateiden aikana ja todettiin korjausten onnistuminen. Työ oli jälleen kerran työläs ja kahdelta ammattiasentajalta työhön meni kaksi viikkoa, kun esimerkkikohteen neljä savunpoistoluukkuparia korjattiin kauttaaltaan.

4.3 Jiirit

Sisäpuolelta havaitut virheet ja runsaat vesivuodot sateilla sisäjiirien kohdalla eivät antaneet muuta mahdollisuutta kuin purkaa sisäjiiri päältä päin kulmakohdastaan alimpaan rakennekerrokseen asti. Kun purkutyöt oli saatettu loppuun, niin voitiin todeta, mikä oli jo nähtävissä alhaalta päin jiirejä tarkasteltaessa. Vedenohjauspelti oli lävistetty ruuvein ja tämä tulee vaihtaa uuteen ehyeen peltiin. Poistettaessa vanhaa lävistettyä peltiä havaittiin, että kyntetilatkin oli puhkottu ruuveilla (kuva 16).



KUVA 16. Vanha lävistetty pelti poistettu ja näkymä alumiinirunkoprofiilien kyntetiloihin. Oikean puoleisessa selkeä reikä, jota ei saisi missään nimessä olla kyntetilassa.

Korjaukset tulee aloittaa kyntetiloista, joissa alumiinisoiorolla ja butyyliimassalla saadaan kohoton ja vesitiivispaikka reiän päälle. Tätä ennen on myös huolehdittava kyntetilojen ehdoton puhtaus, että butyyliimassa tarttuu kyntetilan pohjaan. Tämän jälkeen voidaan asentaa uusi aluspelti ulkokäyttöön soveltuvaa liimakitä käyttäen (kuva 17). Liimatessa tulee kuitenkin huolehtia, ettei liimamassa tuki aluspellin alla olevia kyntetiloja.



KUVA 17. Uusi aluspelti asennettu. Ylhäältäpäin laitettu jo tulevan päälipellin alustukipalatkin.

Aluspellin lähtökohtainen tarkoitus on ohjata sadevedet vedenpoistojärjestelmään eli ränneihin. Vedenpainekoe tulee suorittaa tässä vaiheessa, kun liimamassat ovat saaneet tarpeeksi kuivua. Onnistuneen vedenpainekokeen jälkeen voidaan jatkaa rakenteen uusimista valmiiseen pintaan.

Rakennusvaiheessa oli virheellisesti asennettu päälipellin tukipalat ruuvein. Esimerkkikohteessa tukipalat liimattiin liimamassalla ja tuettiin liimauksen ajaksi. Tukipalojen asennuksen jälkeen saadaan päälipelti paikalleen. Tämä voidaan ruuvata tukipaloihin, kunhan on varmistettu, että tukipalat ovat kunnolla kiinnittyneet alustaansa. Päälipellin ollessa paikallaan voidaan liimata butyyliteipit ja asentaa lasilistat. Pohjat tulee puhdistaa erityisellä huolella ennen butyyliteipin laittamista, sillä purkutyön johdosta puretuilla pinnoilla voi olla edellisiä kitti- ja butyylijäämiä, joihin uusi butyyliteippi ei tiivistyisi. Huomioitavaa on myös kitata lasilistan rajapinnat joihin on vaarana jäädä vesi seisomaan.

Esimerkkikohteessa oli kolme sisäjiiriä, jotka kaikki todettiin väärällä tavalla tehdyiksi ja korjaustarpeen omaaviksi. Kahdelta aliurakoitsijan ammattirakennusmieheltä työhön meni kokonainen työviikko. Pahimmassa jiirissä jouduttiin kolmeen kertaan tekemään vedenpainekoe, jotta lopulta saatiin haluttu tiiveys rakenteelle. Rakennusvirheet olivat hyvin selkeät ja vaativat rakenteen uudelleen rakentamisen. Rakennusvaiheessa tältä olisi vältytty riittävällä ammattitaidolla työntekijöiden osalta ja että oman työn valvonta olisi ollut riittävää.

4.4 Alumiiniprofiilien jatkokset

Aiemmin havaittujen jatkosprofiilien vesivuodot ovat hyvin hankalia vaihtaa, sillä jatkokset sijaitsevat lasikaton lasien alla. Toisin sanoen jatkoksen molemmin puolin joudutaan nostamaan lasit irti, että päästään vialliseen jatkokseen käsiksi. Ensimmäiseksi paikallistetaan vaihdettava jatkos ja lasit, jotka tullaan nostamaan. Lasielementtien ympäriltä avataan kittisaumat, poistetaan lämmöneristyskaistat ja irroitetaan lasielementin asennuspalat.

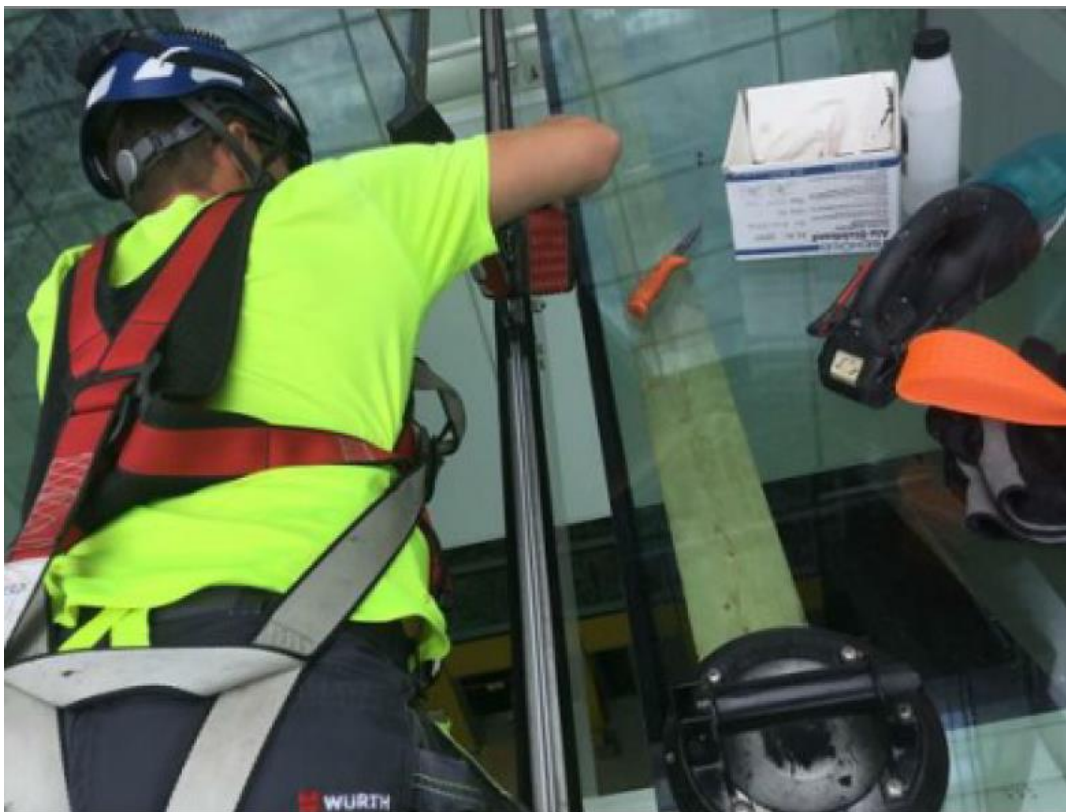
Lasien nosto on oma työnsä, sillä yleisesti 1,2 m x 3,0 m selektiivilasielementti painaa noin 250 kilogrammaa. Esimerkkikohteen lasikatolle ei ollut pääsyä enää nosturilla ja torninosturikin oli poistunut jo tontilta vuosi sitten. Ilman nostokalustoa, työ joudutaan suorittamaan miehillä. Tässä tapauksessa lasien nostoihin tarvittiin kerralla kuusi miestä jokainen imukupilla varustettuna. Työturvallisuutta ei tule myöskään unohtaa, sillä jos kattoa avataan, niin aina tulee käyttää valjaita. Työpisteen alapuolella tulee myös eristää alue, sillä nostojen ja työn aikana kukaan ei saa olla alhaalla samassa kohtaa, mitä katolla tehdään töitä.

Esimerkkikohteessa nostotyöryhmän vahvuus oli 1+6 ja yksi profiilijatkos kerrallaan nostettiin lasit, ettei kerralla lasikatto olisi ollut monesta kohtaa auki. Lasielementti tulee nostaa noin 20 cm lasikaton päälle molemmin puolin, että alumiinirunkoprofiilin ympärille saa riittävästi työstötilaa. Lasikatto suojattiin solumuovieristeellä naarmujen välttämiseksi ja lasielementin aukon päälle jäävä sivu tuettiin patikalla, ettei lasi putoa aukosta (kuva 18).



KUVA 18. Alumiinirunkoprofiilin molemmin puolin lasielementit nostettu sivuille.

Lasien noston jälkeen päästiin vaihtamaan jatkospala. Ensimmäinen havainto oli, että jatkospalan kiinnitysruuvi oli väärässä profiilissa. Lasikatto on kalteva ja ruuvi oli kiinnitetty alempaan profiiliin, vaikka aina kiinnitysruuvi tulisi kiinnittää ylempään profiiliin jatkoskohdassa. Tämä sen vuoksi, että jos rakenteessa elämistä tapahtuu, niin jatkospala ja kitti aukeavat yläpäältä, jolloin valumavedet uivat suoraan jatkospalan alle ja siitä alla oleviin tiloihin. Liimamassauksessa havaittiin myös puutteita. Jatkospalan vaihto on taitoa vaativa operaatio, jonka voi suorittaa vain rakenteeseen perehtynyt ammattirakennusmies (kuva 19). Kaltevalla katolla tulee myös varmistaa, että kun jatkospalaa mennään vaihtamaan, niin varmistetaan mekaanisesti, ettei ylös nostetut lasit pääse valumaan ja sitä myöden putoamaan.



KUVA 19. Asentaja vaihtaa jatkospalaa.

Vanha jatkospala ja liimamassat poistetaan. On myös hyvä imuroida kyntetilat, sillä purkutyöstä tulee aina pientä roskaa rakenteeseen. Uusi jatkospala asennetaan ruuvaamalla oikean kokoisella ruuvilla, joka ei enää lävistä profiilia enempää mitä on tarpeen (kuva 20). Liimakittiä tulee myös laittaa ruuvausko- loon ennen ruuvausta. Ruuvauksen jälkeen jatkospalan täyttöaukoista reiät täy- tetään liimamassalla. Vedenpainekoe suoritetaan tässä vaiheessa ennen raken- teen takaisin eheyttämistä. Hillityllä vesimäärällä lähdetään laskettelemaan vettä jatkospalan yläpuolisesta kyntetilasta ja tarkastellaan, että jatkospala tosi- aan on vesitiivis. Onnistuneen kokeen jälkeen lasielementit voidaan laskea ta- kaisin paikoilleen. Takaisin asennus suoritetaan asennusohjeen mukaisesti, paitsi esimerkkitilanteessa nostokaluston puutteen vuoksi jouduttiin miesvoimin myös takaisinlaitto suorittamaan.



KUVA 20. Uusi jatkospala odottaa asennusta. Kuvasta näkyy jatkospalan täyttö-
aukot.

Vuotavia profiilijatkoksia oli havaittu viisi kappaletta ja kaksi kappaletta myöhemmin lisää loppukesän sateiden aikana. Työ on vaativa, mutta ajallisesti nopea. Seitsemän jatkospalan vaihtoon meni kolme työpäivää kahdelta ammattirakennusmieheltä ja tarvittaessa neljä rakennusmiestä lisää lasielementtien nostoihin ja laskuihin. Riskejä korjaustyössä on paljon putoavan taakan ja putoamisvaaran vuoksi. Takuuajana työt joudutaan suorittamaan yöllä, jos kyseessä on julkinen rakennus, sillä siviilejä ei saa alapuolella olla ollenkaan.

5 POHDINTA

Esimerkkikohteen lasikattokorjaukset onnistuivat parin työlään kuukauden jälkeen erinomaisesti. Paikalle kutsutun lasijulkisivuihin erikoistuneen valvoja x:n raporteissa oli paljon myös olettamuksia asiantuntijuuden lisäksi vuotojen syistä. Näitä olettamuksia saatiin joko vahvistettua tai kumottua korjaustöiden aikana. Ristiriitaisia rakenteita vältettiin ja korjaustyöt pystyttiin suorittamaan pienimuotoisilla kompromisseilla. Muutokset yhteisesti suunnitelluissa korjaustavoissa tulee aina hyväksyttäväksi valvojalla.

Johtopäätöksenä korjausten pääsyyksi voidaan todeta aliurakoitsijan asennusvirheet, jotka johtuivat lähinnä aliurakoitsijan kokemattomista asentajista. Heidän työnjohtonsa ei ollut antanut riittävää perehdytystä heidän asentamastaan tuotteesta, eivätkä osanneet varoa huonoksi todettuja asennusmetodeja. Korjaukset tulivat kalliiksi aliurakoitsijalle, mutta myös rakennusliikkeelle tuli piilokuluja kaikista korjauksista aiheutuneista aputoista ja työnjohdosta, joita ei pystytty suoraan liittämään korjausten yhteyteen, kuten katselmukset ja katselmusten aikaiset rakenteiden avaukset.

Yksinään aliurakoitsijan huonoa työsuoritusta ei voi syyttää esimerkkikohteen lasijulkisivujen korjaustarpeesta. Työsuorituksiin vaikuttavat monet tekijät, kuten aikataulu, logistiikka, sääolosuhteet, muut työt jne. Eräs Tampereen ammattikorkeakoulun luennoitsija sanoi kerran, että ”norsu ei voi piiloutua hiiren taakse”. Tämä tarkoittaa sitä, että pääurakoitsijalla on aina vastuu aliurakoitsijoidensa töistä, niin hyvässä kuin pahassa.

Tiukka aikataulu oli yksi merkittävä seikka epäonnistuneissa työvaiheissa. Esimerkkikohteesta oli sovittu torninosturin purku seuraavalle päivälle ja lasikaton lasiasennukset olivat täysin kesken. Torninosturi oli ainoa vaihtoehto nostoille. Kiire tuo virheitä, mikä on valitettavan yleinen trendi tällä hetkellä rakennusalalla. Aikatauluun vaikuttaa budjetti, jolloin työvaiheet on pakko saada tehtyä tietyssä ajassa tai muuten budjetti ylittyy. Kiristyneet kilpailumarkkinat ja suhdanteet saavat rakennusliikkeet tilaajien toimesta tiukoille. Olisi tärkeää päästä urakkaneuvotteluissa ajatuksesta, että halvin tarjous aina voittaa. Suurempaa

painoarvoa voisi antaa esim. asiantuntijuudesta, ammattitaidosta, resursseista ja referensseistä. Tarjousvaiheessa nämäkin kyllä huomioidaan, mutta aivan liian pienellä marginaalilla, jolloin urakat joudutaan tarjoamaan halvalla ja jotka tulevat onnistumaan taloudellisesti ainoastaan ilman vastoinkäymisiä, mikä on mahdottomuus erityisesti suurissa kohteissa tai jopa tapauskohtaisesti pienemmissä kerrostalotyömaissa, joissa aikataulut eivät kestä yhtään viivästyksiä. Suurimmat kehitystarpeet näyttävät olevan rakenteiden sijaan nykyisessä rakennuskulttuurissa, jossa rahalla on liian suuri merkitys onnistuneen hankkeen kannalta.

Opinnäytetyön osittaisena tarkoituksena on myös herätellä lukijaa seuraamaan työn suoritusta tiiviisti jo rakennusvaiheessa erityisesti vaativissa rakenteissa. Omantyonvalvonta on elinehto onnistuneelle rakenteelle ja rakennukselle. Aliurakoitsijat yrittävät saada aina nopeasti ja kustannustehokkaasti oman työnsä suoritettua, mikä voi pahimmassa tapauksessa näkyä juuri virheellisinä asennustapoina. Aina tulee olla varauksellinen aliurakoitsijoita kohtaan ja pyrkiä pitämään kattavia aliurakoitsijapalavereita, että kaikki osapuolet ovat työvaiheen tilanteen tasalla ja ongelmakohtiin keretään puuttumaan ennen kuin on jo myöhäistä.

Esimerkkikohteen onni oli, että kohteen pääurakoitsijana toimi hyvin vastuuntuntoinen ja korkea laatujärjestelmää ylläpitävä rakennusliike. Aliurakoitsija oli omalla alallaan asiantuntija, mutta ei onnistunut suuren hankkeen äärellä kerralla urakastaan. Sekä pääurakoitsija, että aliurakoitsija kärsivät resurssipulasta esimerkkikohteen rakennusvaiheessa, joka kostautui virheellisinä asennustapoina ja työmetodeina. Suhdanteet vaikuttavat resursseihin ja välillä on tilanteita, ettei resursseja yksinkertaisesti ole riittävästi. Tähän resurssiongelmaan ei ole mitään yksinkertaista parannusideaa, mitä edes opinnäytetyön kirjoittaja osaisi ehdottaa suhdanne alttiille alalle.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä myös selkeä tarkastuslista lasikattoasennuksiin liittyen, jonka pohjalta voi katsoa kriittisiä työvaiheita (Liite 2). Tärkeää on myös perehtyä lasikattotoimittajan antamiin asennusohjeisiin ja detaljeihin. Kaikkien etu on saada kerralla valmis tuote, sillä korjaukset ovat aina työläitä ja kalliita joka korostuu varsinkin haastavissa rakenteissa.

Valvojien rooli on myös merkittävä edesauttaa hyvää rakentamistapaa ja toimia yhdessä rakennusliikkeiden kanssa halutun lopputuloksen saamiseksi. Esimerkikohteen lasikaton osalta olisi ollut hyvä valvojaorganisaation lasijulkisivuasiantuntijan käydä tutustumassa kohteeseen ja antamassa neuvoja kriittisistä työvaiheista jo ennen asennustyön alkamista, jolloin olisi ollut mahdollista ennaltaehkäistä tapahtuneita virheitä. Asiantuntijuuteen kannattaa vedota vaikeissa kohteissa jo hankintavaiheessa, jolloin ennakointi ja perehtyneisyys antavat mahdollisuudet onnistuneille työsuorituksille.

Tärkeintä on muistaa, että rakentaminen on yhteistyötä, jossa kaikki osapuolet pyrkivät toimimaan saumattomasti yhteen. Näin saadaan lopputulos, jota kaikki osapuolet voivat laatukriteerien ja oman ammattiympäristön puolesta katsoa tuotteen eliniän ajan kunnialla.

LÄHTEET

Purso Building Systems. valokatto P50L. Luettu 23.9.2019.
<https://pursobuilding.fi/fi/tuotteet/julkisivujarjestelmat/valokatto-p50/>

Ratu-kortti 1197-S, Metalli- ja lasijulkisivut. Luettu 1.10.2019.
www.rakennustieto.fi

Ratu-kortti 79-0318, Lasitus. Luettu 1.10.2019.
www.rakennustieto.fi

LIITTEET

Liite 1. Lasikaton korjauksien aloituspalaveri

1 (2)

Esimerkkikohde

Lasikaton korjauksien aloituspalaveri 11.7.2019

Läsnä: Työnjohtaja 1 Pääurakoitsija
 Työnjohtaja 2 Pääurakoitsija
 Valvoja 1
 Aliurakoitsija 1
 Aliurakoitsija 2

Eri työvaiheet dokumentoidaan. Työvaiheet dokumentoitu congridiin.

Vedenpaineekokeet pidetään ennen rakenteiden sulkemista. Suoritettu, erityisesti kyntetilojen aukinaisuus varmistettu.

Kuittaukset työvaiheista pääurakoitsijan ja valvontaorganisaation edustajilta. Valvoja 1:stä pyydetty jokaisessa kriittisessä työvaiheessa paikalle. Pääurakoitsijan työnjohto ollut vähintään paikalla.

1. Sisäjiiriliitokset (3kpl) (Katso Gongrid lista vesikatto korjaukset)
 - Rakenteet on avattu kyntetilaan asti
 - Kyntetila on puhdistettu ja ruuvireiät on paikattu vesitiiviiksi. Korjaustapa SG-kitti reikään ja päälle liimataan alumiininen lista sg-kitillä. Toteutustapa valvojan ohjeistama)
 - Uusi pelti on asennettu.
 - Vedenpaineekoe pidetty.
 - Puurimat korvattu muovisilla rimoilla. Kiinnitystapa muutettu ruuvikiinnityksestä massakiinnitykseksi.
 - Lasien asennuskiilat nostetaan vedenpoistourasta pois niin että vesi pääsee virtaamaan. Asennuskiila liimataan SG-kitillä niin että asennuskiila ei pääse valumaan vesiuraan takaisin.
 - Lämmöneristys vaahto asennettu
 - Tiivistysteippi asennettu (SIKA)
 - Lasipelti asennettu
 - Butyylinauhan asennus
 - Lasilista asennettu
 - Lasilistan ja SG-saumojen liitokset kitattu
 - MUUTA: Alumiinirungon alapään vedenpoistoreiät toteutettu, ettei vesi jää vuototapauksessa alumiiniprofiilin sisälle ja jäädy. Tehdään 4mm reikä.]
2. Savunpoistoluukut ison lasikaton osalla (4 x 2luukun ryhmät)
 - Savunpoistoluukkujen moottorit on säädetty. Lähtötilanne 6mm ja säädön jälkeen 4mm
 - 1 moottori oli vioittunut. Moottorin irrotuksen yhteydessä ruuvien kiinnitysreijistä valui vettä alumiiniprofiilin sisältä aulan lattialle

2 (2)

- Vedenpainekokeet tehdään ensiksi luukku kiinni ja toiseksi luukkuauki ja vedenpoistourakokeena.
 - MUUTA: A-osan savunpoistoluukussa ylimääräinen reikä. Tukitaan ruuvilla ja SG-kitillä.
 - MUUTA: Asiantuntija 1:sen muistiossa A-osan savunpoistoluukussa irtonainen kiinnike. Tarkastettu ja moottorin kiinnitysruuvi on ruuvattu vinoon. Kiinnike ok.
 - MUUTA: LA-yhdystunnelin katolle mentävästä luukusta puuttuu vedenpoistoreiät.
3. Pystyrunkojen huuhtelut
- Kaikki muut pystyrungot ovat ison lasikaton osalta huuhdeltu paitsi A ja D osan reunimmaisat.
 - Puuttuvat pystyrungot huuhdellaan ja todetaan että ne ovat puhtaat ja vesitiiviit.
 - Viikmanin muistiossa 26.6.2019 sivu 7 vedenpoistourassa liima/tiivistysmassaa. Vedenpoistourassa oleva ylimääräinen tiivistysmassa poistetaan.
 - Samalla tarkastetaan, että kyntetiloissa ei ole vesiuraapuhkaisevia ruuvinreikiä.
4. Vaakarunkojen tarkastukset
- Tehdään tarkistusavauksia kittien kuperissa kohdissa.
 - Samalla tarkastetaan kyntetilan puhtaus, SG-kiinnikkeen kiinnitys ja lasikiilan oikeanlainen asennus.
5. Pystyrunkojen jatkoksien vaihdot (5kpl)
- Toteutetaan asiantuntija 1:sen ohjeen mukaan.
 - SG-kittien poistot, tarvittavien räystäsrakenteiden aukaisut.
 - Lasin siirto sivulle
6. Liukuportaan päällinen
- Nostopellit poistetaan
 - Kermiä poistetaan pellinpäältä niin että lasilistan osuus on ilman kermiä.
 - Tarkastetaan että puuriman ruuvit eivät ole vaurioittanut vesiuraa.
 - Rakennesuunnittelijan hyväksymä uusi liitos toteutetaan A-osan ison lasikaton lappeelle ja A-osan alapään lasikaton osuudelle.

Viikolla 28 ohjelma

- Jiiriliitokset
- Vaakasaunojen aukaisu
- 1 pystyliitoskohdan aukaisu ja työtavan toteaminen

Viikon 29 ohjelma (Ma klo.12:00 -

- Savunpoistoluukkujen vedenpainekokeet
- Pystyliitoskohtien korjaus
- Liukuportaan päällinen

Liite 2. Lasijulkisivujen keskeiset tarkastukset asennuksen aikana, riskit ja niiden torjunta

Rakennusliike X

Laadunvarmistus

7.11.2019

1 (2)

Lasijulkisivujen keskeiset tarkastukset asennuksen aikana, riskit ja niiden torjunta

Teräsrungot (alumiinirunkoprofiilien tukirunko)

-Millintarkka ja suora asennus → Tarkistettava teräsrungon ristimitat ja linjojen suoruus ennen lasijulkisivun alumiinirunkoprofiilien asennusta.

-Mahdollinen eläminen huomioitu liitoksissa → Suunnitelmien paikkansa pitävyys ja tarvittaessa suunnittelun ohjaus.

Alumiiniprofiilirungot

-AL-profiilirunkojen mittatarkkuus → Suoruus ja linjat tukiteräsrungon mukaan, pienet mittaheitot korjattavissa AL-profiilirungoilla, jotta lasielementeille on mittatarkka kehys.

-AL-profiilirunkojen kyntetilan eheys tarkistettava. Kyntetilat myös puhdistettava huolellisesti.

-Kiinnitys lävistämättä kriittisiä profiilin osia.

-Jatkosten asennus → Suuri huolellisuus, erityisesti kittaukset.

Lasielementit

-Lasielementit tarkistettava ennen asennusta → Elementissä olevien lasien välinen kittaus oltava siisti. Huono kittaus voi kerätä kosteutta lasielementin sisälle.

-Lasien pinnat oltava puhtaat ennen imukuppien laittoa ja nostoa.

-Lasikiilat → Täytyy olla lasitoimittajan hyväksymät. Asentaessa varmistettava, etteivät tuki kyntetilaa.

-Asennuspalat → Ruuvien kireys varmistettava, etteivät jää löysälle. Riittävä asennustiheys.

Butyyliteippaus

-Pinnat → Oltava ehdottoman puhtaita ja tasaisia ennen teippausta.

-Butyyliteippi → Oltava lasirakennetoimittajan hyväksymä tuote.

-Ei saa altistaa liialle auringonvalolle, ettei butyyliteippi haurastu.

Lasiliistat

-Tiivisteet → Tarkistettava etteivät ole vaurioituneet ennen asennusta ja asennuksen jälkeen katsoa, etteivät ole rutussa.

-Tarvittaessa varmuuskittaus paikkoihin, missä vaarana, että vesi voi jäädä seisomaan.

Kittaus

-Materiaali → Hyväksytty tuote lasikattorakenteisiin.

-Tiivis ja tarkka asennus.

-Huomioitava, että kittauksen tulisi olla samassa tasossa ympäröivien pintojen kanssa mahdollisten veden seisomisten ja liittyvien rakenteiden vuoksi.