

Risto Laakso

# **Alumiinijulkisivuikkunan tuotantoprosessin kehitystarkastelu**

Opinnäytetyö

Kevät 2015

SeAMK Tekniikka

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

**SeAMK** 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan Yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Risto Laakso

Työn nimi: Alumiinijulkisivuikkunan tuotantoprosessin kehitystarkastelu

Ohjaaja: Ilkka Estlander

Vuosi: 2015 Sivumäärä: 40 Liitteiden lukumäärä: 0

---

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan erään eteläpohjanmaalaisen alumiinijulkisivu- ja valmistavan yrityksen tuotantoprosessia. Työssä lähdettiin tutkimaan yrityksen tuotantoprosessia vaiheittain tarjouksen hyväksymisestä aina valmiin tuotteen asennukseen asti. Työn tarkoituksena oli löytää mahdollisia esiin tulevia kehitysideoita, jotka korjaamalla pystyttäisiin parantamaan tuotannon läpimenoaikaa tai kehittämään tuotetta entistä paremmaksi.

Työhön ryhdyttiin, koska uskottiin löytyvän jotain kehitettävää nykyisistä toimintatavoista, jos tuotantoprosessi käydään lävitse vaihe vaiheelta. Työn alussa käydään läpi alumiinin ominaisuuksia ja alumiinin yleistymistä rakennusalalla. Tämän jälkeen tutustutaan yrityksen valmistusprosessiin vaihe vaiheelta.

Yhteenvedossa tarkastelemme, minkälaisia kehitysideoita työn aikana syntyi ja pystyisikö ideoita ottamaan käytäntöön yrityksen tuotantoprosessissa.

Avainsanat: Alumiini, julkisivu, ikkuna, tuotanto

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Risto Laakso

Title of thesis: Development review of potential targets in the production process of the aluminum window facades

Supervisor: Ilkka Estlander

Year: 2015                      Number of pages: 40      Number of appendices: 0

---

This thesis examines the production process of the aluminum facades of a company located in Southern Ostrobothnia. The research started from the accepted offer and continued gradually to the installation of the product. The main purpose of this thesis was to find the possible development targets, which could get the process faster, or make the product better.

The research was started because it was believed that there might be some possible courses of action that can be improved if the process is gone through gradually. In the beginning the features of aluminum and how it became popular in the building trade are being told. After this the thesis will go on with the company manufacturing process.

In the summary the courses of action that came to be thought during the review are being told. Also the ideas are being discussed, if those could be possible to be taken in use.

Keywords: Aluminum, facade, window, production

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract .....	2
SISÄLTÖ .....	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	7
1 JOHDANTO .....	8
1.1 Työn taustat ja tavoitteet.....	8
1.2 Yritysesittely.....	8
2 ALUMIINI RAAKA-AINEENA .....	10
2.1 Alumiinin ominaisuuksia.....	11
2.2 Alumiinin historia.....	12
3 ALUMIINIPROFIILEIDEN VALMISTUS SUOMESSA .....	13
4 JULKISIVUN TUOTANTOPROSESSIN ALOITUS .....	15
4.1 Materiaalihankinta.....	15
4.1.1 Runkoprofiilit .....	16
4.1.2 Liitosprofiilit, lämpökatkot ja lasilistat .....	17
4.1.3 Tiivisteet.....	18
4.1.4 Savunpoistoavaajat .....	20
4.2 Lasien hankinta.....	20
4.2.1 Lasien turvallisuusvaatimukset .....	20
5 SAHAUS JA KONEISTUS .....	22
5.1 Sahaus ja välivarastointi .....	22
5.2 Koneistus ja välivarastointi.....	23
6 KOKOONPANO .....	25
6.1 Oksinta.....	25
6.2 Kokoonpano.....	26
6.2.1 Tiivistys .....	26
6.2.2 Reunapuut .....	27
6.2.3 Kiinnitysreiät .....	27

6.2.4 Elementin nimeäminen .....	28
6.3 Alumiinioven kiinnittäminen julkisivuelementtiin .....	28
6.4 Savunpoistoluukun kiinnittäminen julkisivuelementtiin .....	29
6.5 Lasilistojen tiivistys ja pintalistojen rei'itys .....	29
6.6 Välivarastointi.....	30
<b>7 ASENNUS.....</b>	<b>32</b>
7.1 Karmin asennus.....	33
7.2 Elementin lasittamien.....	34
<b>8 YHTEENVETO.....</b>	<b>38</b>
<b>9 LÄHTEET.....</b>	<b>40</b>

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Stroitel Oy:n tuotantotilat.....	9
Kuvio 2. Raudan ja alumiinin vertailutaulukko (perustuu Lepola & Makkonen 2000, 17).....	11
Kuvio 3. Purson vakio runkoprofiilit (Purso Oy 2013c).....	16
Kuvio 4. P50L-järjestelmän runkoliitosprofiilin leikkauskuva (Purso 2013c).....	17
Kuvio 5. P50L-järjestelmän lämpökatkot (Purso 2013c). ....	18
Kuvio 6. P50L-lasilistavaihtoehdot (Purso 2013c).....	18
Kuvio 7. Yleisimmät tiivisteet julkisivujärjestelmässä (Purso 2013c).....	19
Kuvio 8. Havainnollistamiskuva eri lasityypeistä (Porvoon Lasi Oy 2010). ....	21
Kuvio 9. Mecal SW 453-alumiiniprofiilisaha. ....	23
Kuvio 10. Mecal MC 302 GEOS-5-työstökeskus.....	24
Kuvio 12. Ruuvitaskut profiilin päässä. ....	26
Kuvio 13. Alumiiniovi ikkunaseinään asennettuna. ....	28
Kuvio 14. Savunpoistoluukun liittyminen P50L-sarjaan (Purso 2013c). ....	29
Kuvio 15. Vakiopintalistojen lisäksi on mahdollisuus valita lukuisia erikoispintalistoja (Purso 2013c). ....	30
Kuvio 16. Tuotteet pakattuina ja valmiina asennukseen. ....	31
Kuvio 17. Asennusauto valmiina lähtemään työmaata kohti. ....	32
Kuvio 18. Puolet ikkunaseinästä kasattuna.....	33
Kuvio 19. Seinä kasattuna ja kiinnitettynä lopulliseen tilaansa. ....	34
Kuvio 20. Imukuppi pysyy lasissa kiinni alipaineella. ....	35

Kuvio 21. Lasit asennettuina onnistuneesti paikoilleen. .... 36

Kuvio 22. Seinä lasitettuna ja vaakalistat ruuvattuina paikoilleen. .... 37

## Käytetyt termit ja lyhenteet

**P50L** Purso Oy:n yksi rakennusjärjestelmä, josta valmistetaan alumiini-ikkunoita.



# 1 JOHDANTO

Tässä työssä tarkasteltiin Etelä-Pohjanmaalla, Kauhavan kaupungissa toimivan ikkuna- ja ovivalmistaja Stroitel Oy:n alumiinijulkisivun valmistus- ja asennusprosessia. Työssä tutustuttiin alumiiniin materiaalina ja käsiteltiin myös hieman Stroitelin yhteistyökumppania Purso Oy:tä, joka toimittaa alumiiniprofiilit yritykselle. Työssä esiteltiin vaiheittain, miten alumiiniprofiileista valmistettava ikkunaseinä tehdään tehtaalla ja miten se asennetaan paikoilleen työmaalla. Lisäksi käytiin läpi myös elementin lasitusta ja oheistuotteita, jotka liittyvät ikkunaseinään. Lopussa tehtiin yhteenveto Stroitelin toiminnassa huomatuista kehitettävistä asioista, joita tämän opinnäytetyön kirjoittaja kohtasi työssään ja yrityksen toimintatavoissa.

## 1.1 Työn taustat ja tavoitteet

Yrityksellä on noin 25 vuoden kokemus alumiini-ikkunoiden valmistuksesta. Pitkäästä historiasta huolimatta tuote- ja toimintatapakehitystä täytyy tehdä jatkuvasti. Alumiiniprofiilit ja vaatimukset niiden suhteen muuttuvat jatkuvasti ja muutoksissa on pysyttävä mukana. Tästä syystä lähdettiin tarkastelemaan yrityksen toimintatapaa, mikäli sieltä löytyisi mahdollisia heikkouksia tai kehittämisideoita. Tarkoitus oli löytää solmukohtia tuotannosta tai asennuksesta sekä tapoja, joilla jokin asia saataisiin entistä helpommin valmistettua tai vietyä eteenpäin.

Kehityskohteet listataan ja niitä tarkastellaan työn kahdeksannessa luvussa, jossa tehdään yhteenveto.

## 1.2 Yritysesittely

Stroitel Oy sijaitsee Etelä-Pohjanmaalla Kauhavan kaupungissa. Kyseessä on perheyritys, joka valmistaa alumiinirakenteita kotimaan markkinoille. Yritys on perustettu vuonna 1981 ja toiminta aloitettiin pääsääntöisesti asennustöillä. Vuonna 1982 yritys siirtyi metallitöiden pariin valmistamaan muun muassa hallien teräskehikoita ja tehden erinäisiä hiekkapuhallustöitä. Teräksiset ovet tulivat työnkuvaan myös samaisella vuosikymmenellä.

Vuonna 1988 toimenkuvaan tulivat ensimmäiset alumiiniset julkisivurakenteet ja seuraavan vuosikymmenen aikana alumiini syrjäyttikin teräksen niin, että vuonna 2000 yritys siirtyi valmistamaan tuotteitaan pelkästään alumiinista.

Vuonna 2015 yrityksellä on 15 työntekijää, joista neljä on perheenjäsentä. Suurimpia asiakasryhmiä ovat rakennusliikkeet, julkiset laitokset, kunnat ja vähäisissä määrin yksityiset henkilöt. Yritys valmistaa tuotteitaan ainoastaan mittatilaustyönä. Tuoteperehen pääryhmän muodostavat alumiiniset ovet ja ikkunat. Näiden lisäksi yritys valmistaa parvekekaiteita ja valokattoja sekä tekee alumiinin alihankintakoneistuksia ja -hitsauksia. Yritys asentaa ja lasittaa tuotteensa pääsääntöisesti itse, jotta yritys voi taata tuotteen toimivuuden ja asiakkaan tyytyväisyyden myös asennuksen jälkeen.

Yrityksen nykyiset toimitilat (kuvio 1) rakennettiin Kauhavalle Viinikan kylään vuonna 1985. Tuotantotilaa on tällä hetkellä yhteensä 900 neliometriä, varastotilaa 730 neliometriä ja toimisto- ja sosiaalitiloja 250 neliometriä. Tiloja on laajennettu moneen otteeseen yrityksen kasvaessa.



Kuvio 1. Stroitel Oy:n tuotantotilat.

## 2 ALUMIINI RAAKA-AINEENA

Alumiini on piin ja hapen jälkeen maankuoresta löytyvistä alkuaineista kolmanneksi yleisin. Se on metallinen alkuaine ja kuuluu näin ollen alkuaineiden jaksollisessa järjestelmässä booriryhmään. Sitä esiintyy luonnossa pääsääntöisesti hapen ja piin yhdisteinä sekä alkali- ja maa-alkalimetallien kanssa. Rautaa maankuorella on noin 5 %, kun taas alumiinia noin 8,1 %. (Metalliteollisuuden Keskusliitto 2002, 30.)

Alumiini kuuluu kevyisiin metalleihin, sen tiheys on  $2,7 \text{ g/cm}^3$ . Puhdas alumiini on väriltään hopeanharmaata ja se on koostumukseltaan pehmeää ja helposti muovattavaa. Sillä on myös hyvä korroosionkesto useimmissa olosuhteissa. Alumiini johtaa hyvin lämpöä ja sähköä. (Metalliteollisuuden Keskusliitto 2002, 30.)

Noin 25 % alumiinipitoisuuden omaavasta bauksiitista saadaan teollisesti rikastamalla alumiinia. Kallioperän hidas rapautuminen lisää maapallon jo valmiiksi suuria bauksiittivarantoja. (Metalliteollisuuden Keskusliitto 2002, 30.)

Raudan ja alumiinin ominaisuuksia			
Metalli	Rauta	Alumiini	Yksikkö
Tunnus	Fe	Al	
Tiheys	7,86	2,7	g/cm <sup>3</sup>
Sulamispiste	1535	658	°C
Lämpölaajenemis- kerroin	12,3	23,6	10 <sup>-6</sup> /°C
Lämmönjohtavuus	79	230	W/m°C

Kuvio 2. Raudan ja alumiinin vertailutaulukko (perustuu Lepola & Makkonen 2000, 17).

## 2.1 Alumiinin ominaisuuksia

Alumiinin käyttö on yleistä monilla aloilla sen hyvien ominaisuuksien vuoksi. Se painaa noin kolmasosan teräksen ominaispainosta. Siitä huolimatta samojen lujuusominaisuuksien alumiinipalkki on noin kaksi kertaa kevyempi kuin teräspalkki. Tästä on paljon hyötyä muun muassa kuljetusteollisuudelle, missä sen keveys tuo merkittäviä säästöjä käyttökustannuksissa ja antaa mahdollisuuden suurempaan hyötykuormaan. Esimerkkinä laivoissa, lentokoneissa, junissa ja autoissa hyöty on merkittävä. (Purso Oy 2013a.)

Alumiinin käyttöikä on huomattavasti pidempi kuin teräksellä. Oikein huollettuna alumiini kestää ulkoilmavaihtelut todella pitkään koska se ei ruostu. Alumiini muodostaa kovan ja tiiviin oksidikerroksen yhdessä ilmassa olevan hapen kanssa. Alumiinin ulkonäköä voidaan vielä parantaa anodisoinnilla, mikä antaa sille vieläkin paremman korroosiosuojan. (Purso Oy 2013a.)

Alumiini on helppoa työstettävää sen muotoiltavuuden ansiosta. Suuri osa alumiinista pursotetaan profiileiksi jatkojalostusta varten. Pursotustyökaluja pystytään valmistamaan asiakkaan toiveiden mukaan ja näin asiakkaalle pystytään räätälöimään tarvittaessa omia profiileja. Profiilit pystytään pintakäsittelemään useilla eri

menetelmillä, esimerkiksi pulverimaalauksella tai anodisoinnilla. Tällä tavalla profiileista saadaan asiakkaan tarpeiden mukaisia. (Purso Oy 2013a.)

Elektroniikkateollisuus hyödyntää runsaasti alumiinia sen hyvän lämmönjohtavuuden ansiosta. Alumiini johtaa lämpöä noin kolminkertaisen määrän rautaan verrattuna. (Purso Oy 2013a.)

Alumiini itsessään johtaa sähköä erittäin hyvin ja sen johtavuutta voidaan vielä parantaa siihen tarkoitetulla erikoisseoksella. Kuparijohtimeen verrattuna alumiinijohdin painaa noin puolet vähemmän. (Purso Oy 2013a.)

Alumiinin kierrätysaste uusiokäyttöön on 75 %, joka on merkittävän suuri kansantaloudellisesti. Sekundäärialumiinin sulatukseen tarvitaan vain 5 % energiasta, jonka primäärialumiinin sulatus vaatii. Alumiinin tuottaminen bauksiitista vaatii sähköenergiaa noin 16000 kWh/tonni. Se on paljon, mutta uusissa koelaitoksissa energiankulutus on pystytty jo laskemaan 10000 kWh/tonniin. (Purso Oy 2013a.)

## **2.2 Alumiinin historia**

Vuonna 1855 esiteltiin Pariisin maailman näyttelyssä ensimmäinen alumiinikappale. Tuolloin alumiini oli kalliimpaa kuin kulta. Alumiinin valmistus kasvoi vähitellen joka vuosi ollen 1900-luvun alussa noin 8000 tonnia. Tämän jälkeen kasvu on ollut tasaista ja vuonna 2001 sitä valmistettiin jo noin 24 miljoonaa tonnia vuodessa. (Metalliteollisuuden Keskusliitto 2002, 30.)

### 3 ALUMIINIPROFIILEIDEN VALMISTUS SUOMESSA

Alumiinin käyttö rakennusalalla on viimeisimpien vuosikymmenten aikana lisääntynyt huomattavasti sekä Suomessa että ulkomailla. Varsinkin kunnallisten ja julkisten sektorien keskuudessa tämä on yleistä. Yksityiset tahot eivät vielä suuresti käytä alumiinia rakentamiseen tämän korkean hinnan vuoksi. Alumiinia käytetään paljon muun muassa ikkuna- ja oviteollisuudessa. Vanhat teräksiset ovet korvataan nykyään usein alumiiniovilla ja myös vanhat teräksiset tai puiset ikkunakehykset valmistetaan alumiinista. Tämä siksi, että alumiinin ominaisuudet verrattuna teräkseen ja puuhun ovat todella hyvät. Metalliteollisuuden keskusliiton (2002, 18) julkaisun mukaan alumiinista valmistetut ovet ovat tukevia eivätkä laajene lämmöstä tai kosteudesta samalla tavoin kuin puuovilla on tapana. Ne eivät myöskään aiheuta kosteuden tiivistymistä.

Suomessa on kolme yritystä, jotka pursottavat ja valmistavat julkisivujärjestelmiä alumiinista. Etelä-Pohjanmaalla Alajärvellä sijaitseva Mäkelä Alu Oy on perheyritys, joka on työskennellyt metalliteollisuuden parissa jo yli 70 vuotta. Sen toiminta on keskittynyt alumiiniprofiileiden pintakäsittelyyn ja puristamiseen viimeisen kahdenkymmenen vuoden ajan. Mäkelä Alun tuotteista on noin 90 % räätälöity asiakkaiden tarpeiden mukaan. (Mäkelä Alu Oy.)

Nordic Aluminium Oyj on Sipoossa toimiva pitkälle jalostettuja alumiinikomponentteja ja profiileita valmistava yritys. Se on Suomessa suurin alumiinisia kaapelitietuotteita valmistava yritys ja hallitsee markkinoita Euroopassa kosketinkiskovalmistajana. (Nordic Aluminium 2013a.) Heillä on Kirkkonummen Pikkalassa tehdas, jossa pursotetaan, pintakäsitellään ja suunnitellaan asiakas- ja vakioprofiilit. Siellä sijaitsee myös profiileiden jatkojalostamo, jossa muun muassa sahataan, koneistetaan, taivutetaan ja hitsataan alumiinituotteita. Pikkala toimii myös varastona valmistuville kosketinkisko- ja kaapelitietuotteille. (Nordic Aluminium 2013b.)

Suurin osa Stroitelin tuotantoon menevistä alumiiniprofiileista tulee Purso Oy:ltä. Heidän kanssaan Stroitelilla on ollut yhteistyötä aina 1980-luvulta lähtien. Purso on Nokian Siurolla vuonna 1959 perustettu perheyritys. Purson toimenkuvaan kuuluu suulakepuristettujen alumiiniprofiileiden valmistus sekä niiden jatkojalostus. Purso

valmistaa myös monipuolisia rakennusjärjestelmiä alumiinista. Henkilöstöä Pursolla on noin 230. (Purso Oy 2013d.)

Pursolla on tuotantotilat Siurolla ja Ikaalisissa. Ikaalisten tehtaalla sijaitsee sulatto, jossa käytetään pääosin kierrätyksestä saapunutta alumiinia, joka sulatetaan, seostetaan ja valetaan uudelleen alumiiniharkoiksi. Kaikki Purson käyttämät alumiinit ovat kierrätettäviä ja täyttävät eurooppalaiset EN-normit. Pursotuslaitos, kevytmetallikonepaja, rakennusjärjestelmäyksikkö, ajoneuvoyksikkö ja pintakäsittelylaitos sijaitsevat Siurolla. (Purso Oy 2013b.) Stroitelin jätealumiinit menevät Ikaaliin Purson sulattoon uudelleen jalostettaviksi. Tässä työssä tarkastelemme Purson profiileista tehtyjä rakennusjärjestelmiä Stroitel Oy:n tuotannossa.

## 4 JULKISIVUN TUOTANTOPROSESSIN ALOITUS

Prosessi käynnistyy siinä vaiheessa, kun ostaja on hyväksynyt yrityksen jättämän tarjouksen. Ennen tätä yritys on saanut tarjouspyynnön esimerkiksi rakennusliikkeeltä. Tarjouspyyntö pitää yleensä sisällään arkkitehdin kuvat ovista ja ikkunoista sekä tarvittavaa tietoa vaadittavista elementtien ominaisuuksista.

Tältä pohjalta yrityksen suunnittelija piirtää karkeat kuvat arkkitehdin kuvien perusteella, jonka pohjalta pystytään tarkastelemaan miten paljon materiaalia työhön tulisi kulumaan. Tämän lisäksi täytyy arvioida muun muassa elementtien kokoonpanoajat, asennusajat ja muut mahdollisesti esiin tulevat menot, kuten nostokaluksen asennuksille. Laseista pyydetään ennakkotarjous lasiliikkeeltä. Näin pystytään antamaan rakennusliikkeelle kokonaishinta urakasta.

### 4.1 Materiaalihankinta

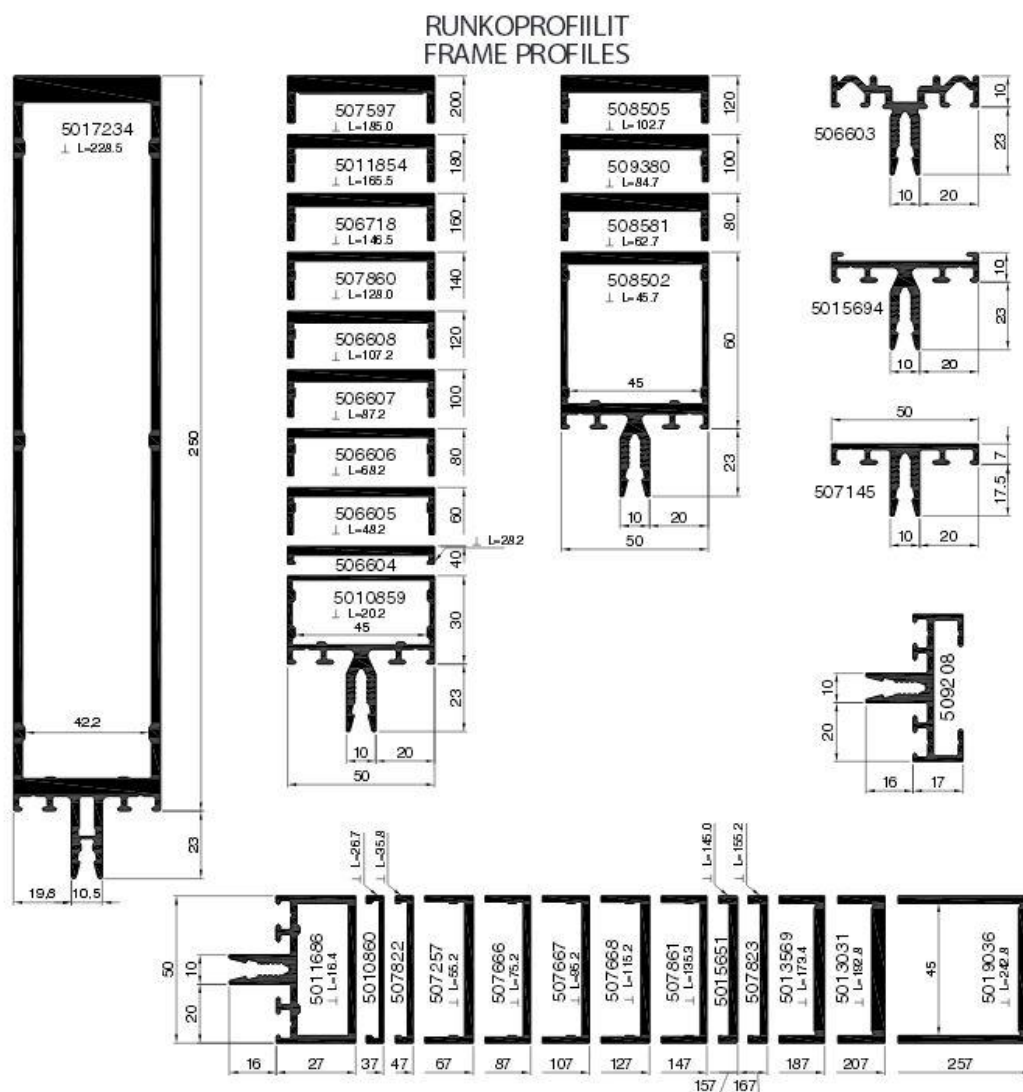
Tarjouksen tultua hyväksytyksi jäädään odottamaan, että työmaalla olevat aukot joihin ikkunat ja ovet tulisi asentaa, on saatu siihen vaiheeseen, että niistä voidaan ottaa tarkat valmistusmitat. Mitat otetaan yleensä yhdessä työmaamestarin kanssa, jotta voidaan olla varmoja mitoista ja elementtien ulkonäöllisistä seikoista. Myös myöhemmin asennusvaiheessa voi ilmetä haittaa, mikäli esimerkiksi kirvesmiehet ovat käyneet muuttamassa aukon kokoja jälkeinpäin. Tällöin muodostuu tärkeäksi, että mestari on ollut mukana mittoja otettaessa.

Työ- ja hankintakuvat piirretään Cads Planner -ohjelmistolla. Myös Purson itse kehittämää Pursocal -ohjelmistoa käytetään kuvia piirrettäessä.



### 4.1.1 Runkoprofiilit

Pursolla on monia erilaisia julkisivujärjestelmiä, joilla voidaan toteuttaa ikkuna seinän rakentaminen. Esimerkissä käsitellään P50L-sarjaa, jossa rungon (kuvio 3) kooksi voi valita leveydeltä 50 millimetriä ja syvyydeltä 5-250 millimetriä (Purso 2013c). Elementtejä voidaan kasata päittäisliitoksin tai limiliitoksin. Limiliitos on yleisempi vaihtoehto paremman U- arvon takia, koska siinä vaakarunko on 7 millimetriä paksumpi kuin pystyrunko ja ne liittyvät toisiinsa limittäin.



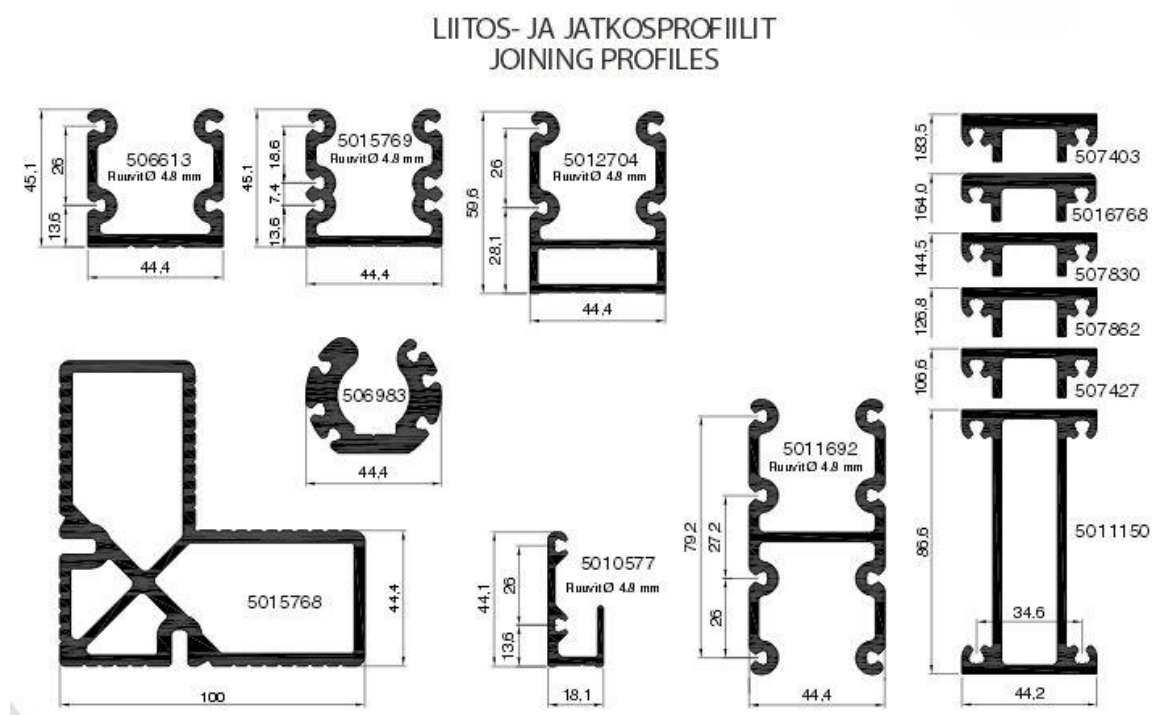
Kuvio 3. Purson vakio runkoprofiilit (Purso Oy 2013c).

Rungon koko määräytyy seinän ja lasien koon mukaan. Pursoilla on olemassa ko- nepajakansio, mistä voi tarkistaa suoraan taulukosta oikean koon. Riittää kun tie-

tää elementin leveyden, korkeuden, välivaakojen ja pystyjen jaon, valoaukkojen koon ja lasin painon. Tuulen mitoituspaineeksi on Suomessa määritelty 0,6 kN/ m<sup>2</sup>. (Purso 2013c.)

#### 4.1.2 Liitosprofiilit, lämpökatkot ja lasilistat

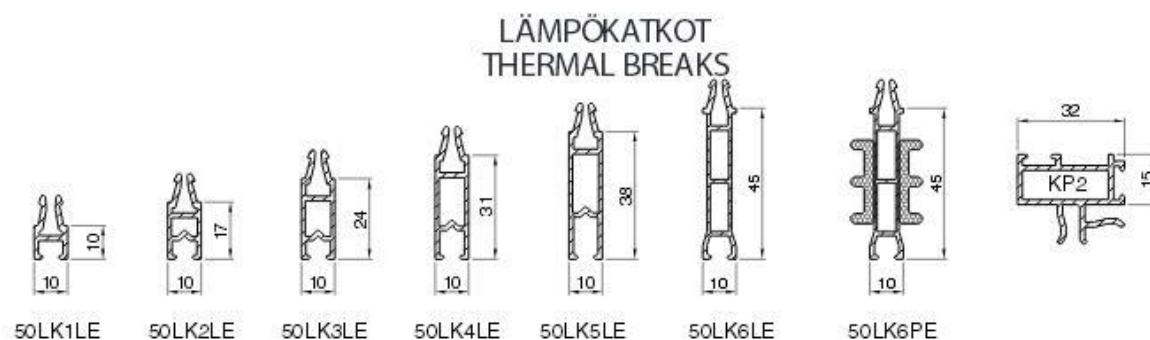
Rungot liitetään toisiinsa liitosprofiileiden (kuvio 4) ja ruuvien avulla. Liitosprofiileita saa Pursolta valmiina rei'itettynä ja leikattuna oikean mittaisiksi tai 6,6-metrisenä profiilina. Itse leikkaamalla liitosprofiilit oikeaan mittaan hankinta tulee huomattavasti halvemmaksi.



Kuvio 4. P50L-järjestelmän runkoliitosprofiilin leikkauskuva (Purso 2013c).

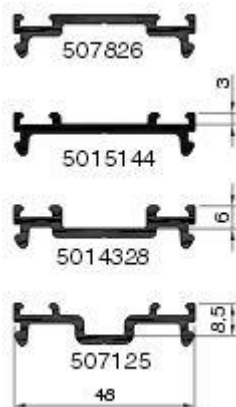
Koska alumiini johtaa hyvin lämpöä, on tärkeää saada lämmön siirtyminen katkaistua ulkoa sisään ja sisältä ulos. Tämä tehdään muovisella lämpökatkoprofiililla (kuvio 5), joka asennetaan runkoprofiilin uraan napsauttamalla se paikoilleen. Lämpökatkoprofiili on ikkunaelementin kanssa samassa syvyydessä, jolloin se katkaisee lämmön siirtymisen parhaiten. Lasin paksuus määrää lämpökatkon kor-

keuden. Lämpökatko toimitetaan 6,6-metrisenä salkona ja se sahataan itse oikeaan mittaan.



Kuvio 5. P50L-järjestelmän lämpökatkot (Purso 2013c).

Ikkunaelementin kiinnitys seinään tapahtuu lasilistoilla (kuvio 6). Lasilista ruuvataan 200 millimetrin välein lämpökatkon läpi runkoon ruostumattomilla ruuveilla. Ruuvi kiinnittyy rungossa olevaan ruuvitaskuun. Lasilistoja on useita erimuotoisia, jotka määräytyvät lämpökatkon ja lasin paksuuden mukaan.



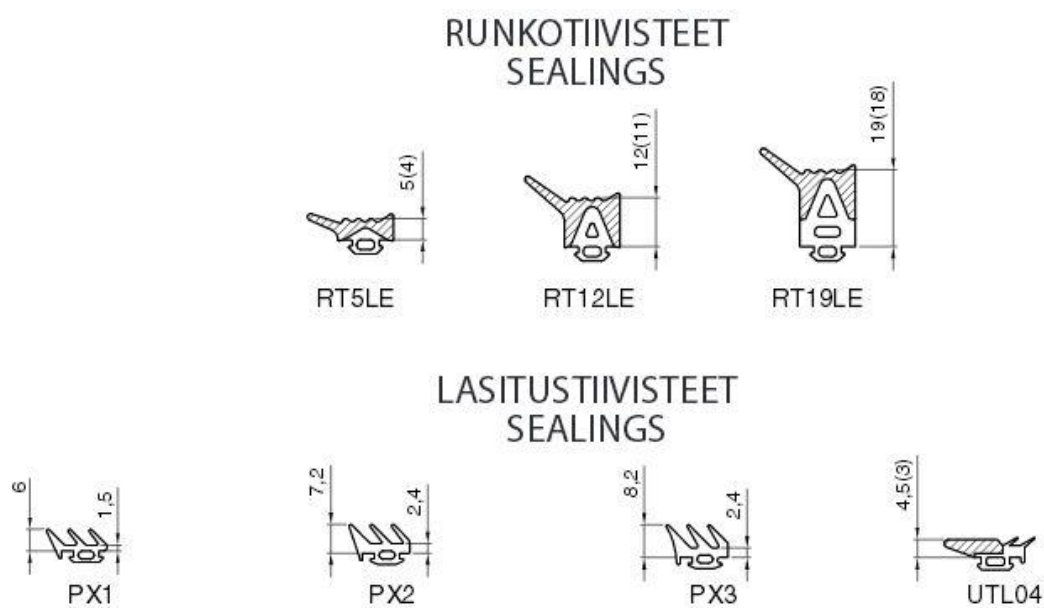
Kuvio 6. P50L-lasilistavaihtoehdot (Purso 2013c).

#### 4.1.3 Tiivisteet

Tiivisteet Stroitel hankkii pääsääntöisesti OT-Kumi Oy:ltä listä sekä Pursolta. OT-Kumi valmistaa muun muassa Purson profiileihin sopivia tiivistekumia ja on Suo-

men johtavia tiivistevalmistajia (OT-Kumi). Tiivistemateriaali on EPDM-kumi eli eteenipropeenikumi. Se on raaka-aineena käytetyin kumitiiviste sen hyvän lämmön- ja kemiallisen kestävyuden ansiosta. Se säilyttää ominaisuutensa kuumassa ja kylmässä lämpötilassa sekä myös kuumassa höyryssä ja vedessä. EPDM ei kuitenkaan kestä polttoainetta tai mineraaliöljyä. Vesipohjaiset kemikaalit, jotka ovat emäksisiä tai heikkohappoisia eivät vaikuta EPDM-kumiin. Tiivistekumi on väriltään mustaa. (FP FinnProfiles Oy.)

Materiaalitilausta tehdessä tulee aina tarkastaa, mitä tiivisteitä varastosta löytyy. On tärkeää, että tiivisteitä on varastossa aina riittävän paljon, koska se on kuluva materiaalia ja se ei saa päästä loppumaan kesken projektin. Niitä pystytään hankkimaan parissa päivässä tarvittaessa lisää.



Kuvio 7. Yleisimmät tiivisteet julkisivujärjestelmässä (Purso 2013c).

#### **4.1.4 Savunpoistoavaajat**

Esimerkiksi kerrostalojen porrashuoneissa on usein isot lasiseinät. Tulipalon sattuessa mahdollinen savu sekä lämpö nousee ylöspäin ja siitä syystä ikkunaseinän yläreunassa täytyy olla savunpoistoluukku. Arkkitehti määrittelee tarvittavan savunpoistoluukun ilmavirran neliömäärän. Tällä tiedolla pystytään piirtämään riittävän kokoinen savunpoistoluukku.

Savunpoistoluukku vaatii vielä savunpoistoavaajan. Näitä on saatavana manuaaliohjauksella sekä palohälytyksen tullessa itsestään aukeavina. Avaajia on ketju- ja hammastankomallisina. Ketjuavaajia on esimerkiksi 450, 600 ja 800 millimetriä pitkinä. Pituus määritellään oikeaksi avauskulman mukaan. Luukun tulee aueta niin paljon, että auki ollessaan sen sivujen muodostaman kolmion ja ylhäällä olevan suorakaiteen yhteenlaskettu pinta-ala on vähintään yhtä paljon kuin itse savunpoistoluukun pinta-ala.

#### **4.2 Lasien hankinta**

Arkkitehti määrittelee ominaisuudet, jotka lasien tulee täyttää. Suunnittelija piirtää Cads Plannerilla ikkunaelementit ja piirtovaiheessa määrittelee lasityypit ohjelmaan. Lopuksi ohjelmasta saa tulostettua lasiluettelon, jonka mukaan pystyy lähettämään tarjouspyynnön lasiliikkeelle.

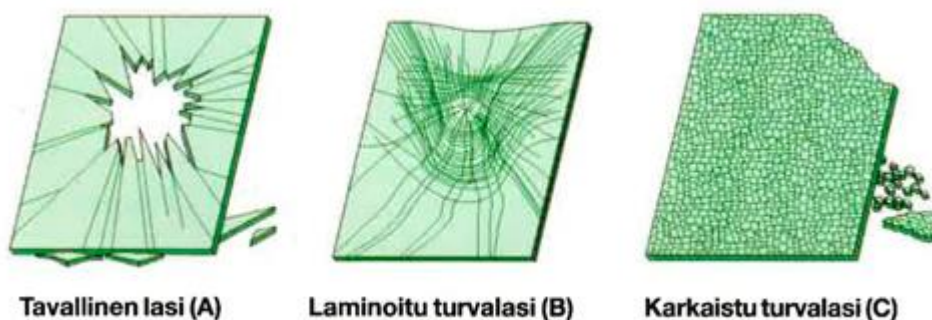
Lasit tilataan yleensä suoraan työmaalle, jolloin riski lasien rikkoutumiselle on pienempi, koska siirtelyjä tulee vähemmän. Pienemmät erät otetaan yleensä tehtaalle ja viedään elementtien kanssa samanaikaisesti työmaalle.

##### **4.2.1 Lasien turvallisuusvaatimukset**

Lasivalinnoilla pystytään vaikuttamaan paljolti tilan turvallisuuteen ja viihtyvyyteen. Laseilla on helppo säädellä auringon tuottamaa lämmön, valon ja aurinkoenergian määrää. Laseilla pystytään myös äänieristämään rakennusta hyvin. (Seloy Oy, [Viitattu [27.2.2015].])

Turvalasit voidaan luokitella kahteen pääryhmään, jotka ovat karkaistut ja laminoitunut turvalasit. Karkaisu tapahtuu lämmittämällä lasi uunissa 600 asteeseen ja jäädyttämällä se nopeasti. Tästä johtuen lasin ulkopinta jäähtyy sisäosaa nopeammin ja synnyttää pintaan puristusjännityksen. Karkaistua lasia ei voi työstää enää karkaisemisen jälkeen. Karkaistua lasia kestävä taivutusta, iskuja ja lämmönvaihteluita paremmin kuin tavallinen lasi. Rikkoutuessaan se murenee pieniksi murusiksi ja on näin ollen turvallisempi kuin tavallinen lasi (Selay Oy, [Viitattu 28.2.2015].)

Laseja voidaan yhdistää toisiinsa laminoimalla. Yleisin tapa on kalvolaminointi, jolloin lasipintojen väliin asennetaan polyvinyylibutyraalikalvo eli PVB. Lasit voidaan yhdistää myös nestemäisellä aineella, joka kovettuu ja liimaa lasit yhteen. Laminoinnilla pystytään yhdistämään erilaisia laseja, kuten esimerkiksi karkaistuja ja laminoituja. Tällä menetelmällä tehdään myös kaikki murren-, paineen-, luodin- ja melunsuojalasit. Laminoitu lasi on myös tehokas UV-säteilyä vastaan. Laminoitun lasin turvallisuusominaisuus perustuu sen kykyyn pysyä muodossaan rikkoutumisen jälkeenkin. Laminointikalvo pitää lasinpalaset tiivisti kiinni itsessään. (Selay Oy, [Viitattu 28.2.2015].)



Kuvio 8. Havainnollistamiskuva eri lasityypeistä (Porvoon Lasi Oy 2010).

## 5 SAHAUS JA KONEISTUS

Purson lähetettyä alumiinit ne saapuvat rekalla tehtaalle, jossa niiden kunto tarkastetaan ja mahdolliset vauriot kirjataan rahtikirjaan. Tuotteet saapuvat 6,6-metrinä salkoina tiiviisti paketoituina paketteina. Paketissa on useampi lappu, jossa kerrotaan tiedot lähetyksestä, kuten tilaaja, kohde, väri, pakkaaja ja paketin sisältö. Paketit varastoidaan kylmään varastokatokseen, missä ne ovat säältä suojassa. Ne eivät saa kastua, koska paketissa oleva pakkausmateriaali saattaa jättää kastuessaan valmiisiin maalattuihin profiileihin jälkiä, varsinkin jos aurinko pääsee paistamaan paketteihin suoraan.

Muutama päivä ennen sahausta paketit otetaan lämpiöön, jossa ne saavat lämmentä tai jäähtyä lähemmäksi hallin sisälämpötilaa. Tämä siksi, että alumiinin lämpölaajeneminen on melko suurta verraten esimerkiksi rautaan ja mikäli profiilit sahataan oikein kylminä, niin ne muuttavat mittaansa ennen elementin kokoamista.

### 5.1 Sahaus ja välivarastointi

Sahaaja kuljettaa alumiiniprofiili paketit siltanosturilla lämpiöstä sahan viereen. Suunnittelija on piirtänyt elementeistä kuvat ja tehnyt niistä katkaisulistat. Cads Planner suunnittelee katkaisulistat siten, että hukan määrä minimoituu. Usein ensimmäisistä profiileista hukkaa jää vain muutama millimetri.

Alumiinit sahataan italialaisella Mecal SW 453 CNC-sahalla (kuvio 9). Sahalla pystytään sahaamaan 0,01 millimetrin tarkkuudella ja kumpikin terä kääntyy portaattomasti välillä 22,5–135 astetta.

Alumiiniovien sahauskessa kulman täytyy olla tasan 45 astetta. Kymmenyksenkin heitto näkyy valmiissa ovesa, koska pintoja ei enää viimeistellä mitenkään. Siksi on tärkeää, että alumiini on huoneenlämpöinen sahatessa. Valmiit kappaleet sahaaja nimeää tussilla sahauslistan mukaan ja siirtää ne välivarastoon hyllyille odottamaan koneistusta ja jatkojalostusta. Sahaaja myös tarkastaa sahaamansa kappaleet ja tekee merkinnät työseurantalomakkeeseen, mikäli havaitsee niissä poikkeamia.





Kuvio 9. Mecal SW 453-alumiiniprofiilisaha.

## 5.2 Koneistus ja välivarastointi

Urakan saanut lukkoliike toimittaa heloitustiedot, joiden mukaan oviin työstetään tarvittavat lukot. Lukkomalleja on kymmenittäin ja lähes kaikille on erilaiset työstöt. Stroitelilla on vuonna 2009 hankittu viisiakselinen profiilityöstökeskus Mecal MC 302 GEOS-5 (kuvio 10). Sillä pystytään työstämään 7,5-metristä profiilia yksinään tai kahta lyhyempää profiilia yhtä aikaa. Toisen pään työstäessä voi toiseen päähän konetta vaihtaa kappaletta. Profiilia pystyy työstämään kaikista muista suunnista paitsi alhaaltapäin yhdellä kiinnityksellä. Ikkunaseiniin ei koneella tehdä mitään työstöjä.





Kuvio 10. Mecal MC 302 GEOS-5-työstökeskus.

## 6 KOKOONPANO

Kokoonpanossa täytyy huomioida useita seikkoja. Elementit ovat yleensä hyvin kookkaita, jopa yli 20 metriä korkeita. Tällöin on selvää, ettei sitä pystytä viemään työmaalle kokonaisena, vaan se täytyy purkaa pienempiin osiin kuljetuksen ajaksi. Stroitelilla on käytössä kuorma- ja pakettiautoja sekä 7 metriä pitkät peräkärret, joilla elementit siirretään työmaalle. Tieliikennelaki (87§ 6.11.1992/989) ja sillat rajoittavat kuorman korkeuden ylöspäin ja peräylitykset taaksepäin.

Toinen huomioitava asia on työmaalla ovi- ja ikkuna-aukkojen koko. Mikäli elementti tulee asentaa sisätiloihin, se täytyy saada mahtumaan jostain aukosta myös sisään. On hyvä tarkistaa työmaalta mitat ennen kokoonpanoon ryhtymistä, jotta välttyään turhilta purkamisilta työmaalla.

Työntekijälle annetaan työn alussa kokoonpanokuva sekä kokoonpanon tarkastuslista. Tarkastuslistaan työntekijä kuittaa nimimerkillään tehneensä kaikki työvaiheet, jotka listaan on merkitty. On tärkeää että työntekijä tutustuu kokoonpanokuvaan tarkasti ennen työhön ryhtymistä, koska jokainen ovi on yksilöllinen.

### 6.1 Oksinta

Runkoprofiilit liitetään toisiinsa liitosprofiileilla eli niin sanotuilla oksilla (kuvio 4). Sahaaja sahaa oikean määrän oksia elementteihin ja kokoonpanija tekee niihin 6 kappaletta reikiä stanssikoneella. Oksien paikat katsotaan kuvista ja merkitään runkoprofiiliin rullamittaa ja kynää käyttäen. Oksa asetetaan paikoilleen rungosta tehdyn tulkin avulla. Oksan kiinnitys tapahtuu ruostumattomilla ruuveilla alumiini-profiiliin.

Kokoonpanijan täytyy olla tarkkana, ettei ruuvaa oksia väärälle puolen runkoprofiilia tai tee palikoista peilikuvia. Koska materiaalia ei tilata ylimääräistä, virheisiin ei ole usein varaa.

## 6.2 Kokoonpano

Ennen kokoonpanoa vaakarunkojen päihin tehdään reiät samalla monikäyttöisellä stanssikoneella kuin oksiin ja liitosprofiileihinkin. Tämän jälkeen vaakarunkojen päihin tehdään 15 millimetrin lovet lovikoneella. Kokoonpano toteutetaan kokoonpanopöydillä. Vaakarungot liitetään pystyrunkoihin ja ruuvataan liitosprofiileissa oleviin ruuvitaskuihin kiinni (kuvio 12). Tämän jälkeen elementtiin asennetaan lämpökatkoprofiilit paikoilleen.

Osina kuljettava elementti kootaan kokonaiseksi tehtaalla, jotta voidaan olla varmoja osien yhteensopivuudesta työmaalla. Kokoamisen jälkeen elementti puretaan pienemmiksi kokonaisuuksiksi.



Kuvio 11. Ruuvitaskut profiilin päässä.

### 6.2.1 Tiivistys

Vain lasiaukkoihin asennetaan tiivisteet. Pystyrunkoon tulee RT12LE ja vaakarunkoon 7 millimetriä matalampi RT5-tiiviste (kuvio 7). Tiivisteitä asentaessa niihin

täytyy laskea lyhenemisvaraa muutamia senttejä. Tiivistekumi on hyvin elastista, joten sitä on helppo asentaa hieman ylimääräistä. Tiivisteet ovat paljolti auringon paisteessa ja mikäli ne leikataan juuri oikean mittaisiksi, ne saattavat ajansaatossa kutistua liian lyhyiksi.

### **6.2.2 Reunapuut**

Elementin reunoille asennetaan kiertämään painekyllästetystä laudasta leikatut oikean korkuiset puurimat. Rimän korkeus määräytyy lasin paksuuden mukaan. Se tulee olla 1 millimetrin lasinpintaa alempana, jotta siihen voidaan asentaa vielä 0,8 millimetrin paksuinen reunapellitys myöhemmin. Painekyllästettyä puuta käytetään sääolosuhteiden takia, ettei puu ala ajansaatossa lahoamaan. Reunapuu kiinnitetään ruuveilla runkoon kiinni. Paljon käytetään myös kittilistaa reunoilla, jolloin ei tarvitse pellitystä ollenkaan vaan elementin ja seinän välinen ura voidaan kitata umpeen. Kittilistaa käytettäessä voidaan myös asentaa lasilistat välittömästi lasituksen jälkeen paikoilleen, eikä tarvitse odottaa peltimiehen pellityksiä valmiiksi.

### **6.2.3 Kiinnitysreiät**

Elementti kiinnitetään yleensä ruuveilla aukon ympärillä kiertävään puuhun rungon lävitse. Tätä varten runkoihin tulee tehdä kiinnitysreiät. Runkoon porataan sisäpintaan 15 millimetrinen reikä, joka lopuksi tulpataan. Ulkopuolelle porataan samaan kohtaan 8 millimetrin kokoinen reikä. Pystysuunnassa kiinnityskohta sijoittuu yleensä lähelle vaakaprofiilia. Kiinnityskohtia tulee olla kuitenkin vähintään 1,5 metrin välein.

Kiinnityssyvyys tulee tarkastaa työmaalla jo mitoitus vaiheessa, koska puun sijainti syvyysuunnassa hieman vaihtelee tapauskohtaisesti. Joskus aukossa ei ole puuta ollenkaan. Silloin joudutaan ottamaan tartunta hitsaamalla tai teräksisillä siirto-kiinnikkeillä.

### 6.2.4 Elementin nimeäminen

Suunnittelija nimeää piirtäessään jokaisen elementin yksilöksi. Yleensä ne kulkevat juoksevalla numeroinnilla. On tärkeää, että kokoonpanossa elementit nimetään selkeästi tussilla ulkoreunoista. Tällöin teksti ei jää näkyviin, mutta asentajien on helppo selvittää, mikä elementti on kyseessä. Elementtiin tulee merkitä kohde, elementtinumero ja selvitys, mikä reuna elementistä on kyseessä.

### 6.3 Alumiinioven kiinnittäminen julkisivuelementtiin

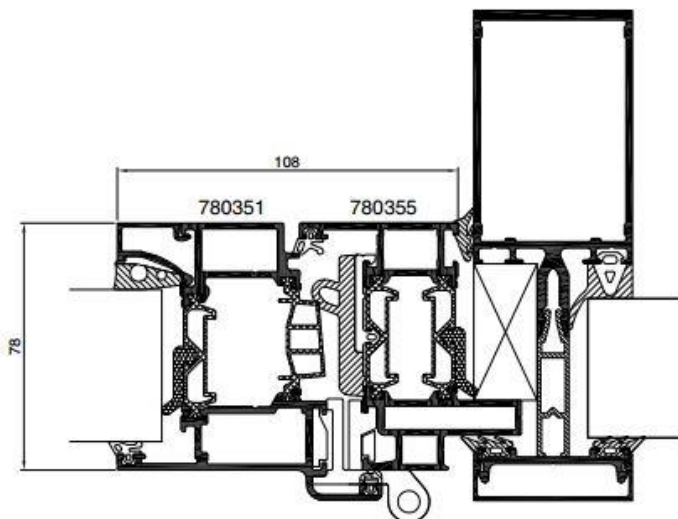
Alumiiniseinäelementtiin voidaan liittää myös alumiininen käyntiovi (kuvio 13). Tällöin elementissä olevaan oviaukkoon mihin ovi asennetaan, laitetaan samanlainen painekyllästetty puu kiertämään kuin ulkoreunoillakin. Tämän puun tulee olla 5 millimetriä lasipinnan alapuolella, koska ovi kiinnitetään 5 millimetrin paksuisella huulloslistalla ruuvaamalla ikkunaelementtiin kiinni. Ovi valmistetaan leveydeltään 10 millimetriä ja korkeudeltaan 5 millimetriä pienemmäksi kuin aukko, johon se asennetaan. Tällöin sisäpuolelle mahtuu vielä tiivistekumi kiertämään oven karmin ja ikkunaelementin väliin.



Kuvio 12. Alumiiniovi ikkunaseinään asennettuna.

#### 6.4 Savunpoistoluukun kiinnittäminen julkisivuelementtiin

Savunpoistoluukku asennetaan samoin kuin ovikin eli ruuvaamalla ulkoapäin. Ero-  
na oveen huuloksen paksuus on luukulla 11 millimetriä. Savunpoistoluukku on  
hyvä lasittaa ennen asennusta mikäli mahdollista, koska se lasitetaan sisäpuolelta  
päin ja usein siellä on porraskäytävä tai jokin muu korkea tila, jolloin lasittaminen  
voi muuttua haasteelliseksi.



Kuvio 13. Savunpoistoluukun liittyminen P50L-sarjaan (Purso 2013c).

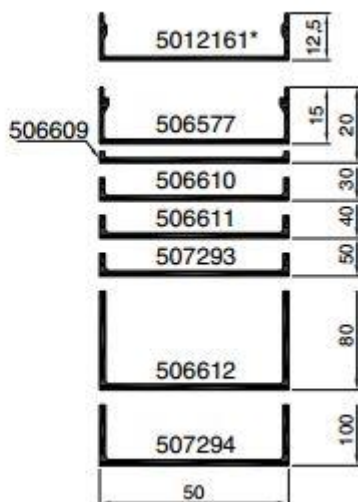
#### 6.5 Lasilistojen tiivistys ja pintalistojen rei'itys

Lasilistat (kuvio 6) tulevat valmiiksi rei'itettyinä 6,6-metrinä salkoina. Katkaisun  
jälkeen niihin tulee tehdä uudet reiät 50 millimetrin päähän päistä. Vaakalistoihin  
tehdään myös vesireiät noin 400 millimetrin välein, jotta vesi pääsee valumaan  
niistä ulos mahdollisen vuodon tapahtuessa. Listoihin asennetaan PX2-tiiviste (ku-  
vio 7). Pystylistoihin jätetään ylimääräistä noin 5 millimetriä kumpaankin päähän ja  
vaakalistoihin ylitystä tulee olla noin 20 millimetriä kumpaankin päähän. Vaakalis-  
tojen tiivisteiden tulee yltää pystylistojen alle.

Vaakapintalistoihin tehdään myös vesireiät, että lasilistoista ulos valunut vesi pää-  
see valumaan pintalistan sisältä ulos. Lasi- ja pintalistat paketoidaan elementtikoh-

taisesti nippuihin ja nimetään selkeästi. Ne asennetaan vasta työmaalla lasituksen yhteydessä.

#### PEITELISTAT COVER STRIPS



Kuvio 14. Vakiopintalistojen lisäksi on mahdollisuus valita lukuisia erikoispintalistoja (Purso 2013c).

## 6.6 Välivarastointi

Työnjohtaja tarkistaa valmiin elementin ennen kuin se nostetaan teräksiselle kuljetuspukille. Elementit kuljetetaan pääsääntöisesti pystyssä ja niiden väliin laitetaan kovat pehmusteet, etteivät ne vaurioidu kuljetuksessa. Elementtikuormista tehdään valmiita kuljetukseen sitomalla ne teräspukkiin kiinni ja pyörittämällä suojakelmu koko pukin ympärille (kuvio 16). Valmis pukki viedään ulkovarastoon odottamaan asennuspäivää.





Kuvio 15. Tuotteet pakattuina ja valmiina asennukseen.



## 7 ASENNUS

Sovittua asennuspäivää edeltävänä päivänä tulee tehdä kuorma valmiiksi. Autoissa on vakiot asennustyökalut aina mukana, mutta niitä tulee täydentää, mikäli niissä on puutteita. Kuluvat tavarat, kuten asennuskiilat ja ruuvit tulee tarkastaa aina ennen asennuksille lähtöä. Kaikki elementit eivät välttämättä mahdu mukaan samana päivänä, joten on tärkeää selvittää, mitä elementtejä työmaalla halutaan kiinni ensimmäisenä.

Asentajat ovat yleensä yrityksen näkyvimmit ihmiset eli niin sanotut käyntikortit. Onkin tärkeää että asentajilla on siistit ja oikeaoppiset suojavaatteet, kypärät ja suojalasit päällään työmaalla. Asentajalta vaaditaan myös oma-aloitteisuutta ja maalaisjärkeä, että hän pystyy tekemään itsenäisiä päätöksiä muuttuvissa asennusolosuhteissa. Asentajia on aina vähintään 2 henkilöä matkassa. Poikkeustilanteissa asentaja voidaan laittaa tekemään jokin pieni viimeistelytyö loppuun yksin.



Kuvio 16. Asennusauto valmiina lähtemään työmaata kohti.

## 7.1 Karmin asennus

Asentajien saapuessa työmaalle mestari tarkastaa heidän työturvallisuuskorttinsa ja veronumeronsa ja pitää heille työmaaperehdytyksen. Työmaakerroksen yhteydessä asentajat käyvät mestarin kanssa läpi elementtien sovitut asennuskorkeudet ja -syvyydet.

Isoille elementeille on hyvä vaaita laserilla suora korko, johon ne asennetaan. Tämä tapahtuu eripaksuisilla asennuskiiloilla. Elementti nostetaan yleensä suoraan kuormasta paikoilleen. Tämä tapahtuu elementin koosta riippuen käsin, kurottajalla, kuorma-autolla, joka on varustettu kappaletavaranostimella, autonosturilla tai torninosturilla. Mikäli elementti on osina, se kootaan suoraan seinälle päin (kuvio 18). Elementti kiinnitetään kunnolla vasta, kun se on kasattu kokonaan.



Kuvio 17. Puolet ikkunaseinästä kasattuna.

Mikäli on kyseessä iso seinä, se tulee kiinnittää myös kerroslaattoihin tai muihin pilareihin elementin keskiosasta. Kiinnikkeiden täytyy olla kuitenkin suunniteltu

siten, että elementti pääsee tekemään luonnollista lämpölaajenemistaan eri suuntiin. Kuvio 18:n kaltaisissa seinissä täytyy olla liikuntasaumot elementissä useammassa kohdassa. Siihen Pursolla on oma liikuntasaumaprofiili, joka koostuu uros- ja naarasprofiileista.

Kun runko on saatu kokoon, se kiinnitetään tarkkuuspassin avulla suoraan. Asentajat tulppaavat kiinnitysreiät saatuaan ruuvit kiinnitettyä. Rakennusliike vaahdottaa polyuretaanivaahdolla elementin ja seinän välisen asennusraon tiiviiksi. Se myös tukevoittaa seinää.



Kuvio 18. Seinä kasattuna ja kiinnitettynä lopulliseen tilaansa.

## 7.2 Elementin lasittaminen

Karmin asennuksen jälkeen alkaa lasituksen valmistelu. Jokaisen valoaukon reunoihin laitetaan alumiiniset lasinkannattimet ja niiden päälle 2,5 millimetrin muovi-



kiilat jonka päälle ikkuna asennetaan. Ilman kannattimia lasin paino menee pääosin lämpökatkon varaan, joka ei kestä rasitusta yhtään, vaan lähtee irti.

Pienet lasit voidaan nostaa käsin paikoilleen, mutta isompien kanssa tulee käyttää akkutoimista imukuppinostinta. Nostimessa on vakiona 4 imukuppia, joiden nostoteho on 400 kiloa. Koneeseen on mahdollista asentaa vielä kaksi ylimääräistä lisäkuppia, jolloin nostotehoksi tulee 600 kiloa. Imukuppinostin kiinnitetään esimerkiksi kappaletavarannostimella varustetun kuorma-auton nostokoukkuun, jonka avulla lasi nostetaan paikoilleen. Kappaletavarannostin on todettu tarkkaliikkeiseksi ja hyväksi lasittamiseen. Myös kuljettajan täytyy olla tarkkana, että osaa tehdä liikkeet varovaisesti. Asentajat menevät lasin mukana erillisellä henkilönostimella, esimerkiksi kuukulkijalla, saksilavalla tai kurottajan henkilökorissa.



Kuvio 19. Imukuppi pysyy lasissa kiinni alipaineella.

Lasi lasketaan tilaansa varovasti ylhäältä päin. Asentajien täytyy olla tarkkana lasia asetettaessa reikänsä, että sen kulmat eivät osu mihinkään mikä voisi rikkoa sen. Lasin nostajalla on suuri rooli työssä.



Kuvio 20. Lasit asennettuina onnistuneesti paikoilleen.

Lasit kiinnitetään väliaikaisesti lyhyillä lasilistan paloilla ja lopuksi kun kaikki lasit on saatu asennettua paikoilleen ja nostin on poistunut, niin aloitetaan varsinaisten lasilistojen ruuvaaminen ikkunaelementtiin. Lasilistojen ruuvauksen jälkeen pintalistat lyödään kumivasaralla paikoilleen. Täytyy olla kuitenkin varovainen, ettei lyö pintalistaa lommolle kumivasaralla. Usein pintalistat jätetään irti joksikin aikaa, että peltimies saa asennettua peltinsä reunapuiden päälle. Reunapelti jätetään lasilis-

tan alle. Lopuksi kaikkiin lasilistojen kulmiin vedetään silikoniliima, jonka avulla ehkäistään mahdolliset tiivistevuodot.



Kuvio 21. Seinä lasitettuna ja vaakalistat ruuvattuina paikoilleen.

## 8 YHTEENVETO

Työssä käsiteltiin alumiini-ikkunan valmistus materiaalin tilauksesta asennettuun ja lasitettuun elementtiin asti. Työssä tarkasteltiin toimintatapoja, miten tuote menee tehtaan lävitse aina asiakkaalle asti. Opinnäytetyön kirjoittaminen laittoi pohtimaan toimintatapoja, joilla Stroitel Oy valmistaa tuotteitansa. Yrityksellä on kohtalaisen pitkä historia alumiini-ikkunoiden ja -ovien valmistuksesta ja näin ollen tuotanto onkin hioutunut kohtalaisen toimivaksi malliksi. Muutamia kehitysideoita kuitenkin syntyi työn aikana.

Profiileiden saapuessa tehtaalle niitä ei pinnoiteta mitenkään, vaan ne ovat valmiiksi käsiteltyjä. Työntekijöiden täytyy olla todella tarkkoja, etteivät he vahingoita profiileiden pintaa käsitellessään niitä. Tähän voisi tuoda apua profiileiden pinnoittaminen ennen sahausta kevyesti liimautuvalla kelmulla. Tämä suojaisi maalipintaa hankaumilta ja naarmuilta. Kyseiseen tarkoitukseen on jo olemassa koneita markkinoilla. Mikäli kone ostettaisiin valmiina, se maksaisi itsensä kyllä vuosien saatossa takaisin, koska materiaali vahingot pienenisivät. Toisaalta koneen pystyisi tekemään myös itse, jolloin kustannukset jäisivät todennäköisesti pienemmiksi. Laminointi ei nopeuttaisi tuotantoa, mutta poistaisi turhia jälkien syntymisiä profiileihin.

Profiileiden välivarastointiin tulisi kehittää parannus jolla profiilit olisivat helpommin löydettävissä, eikä etsimiseen menisi kokoonpanijoilta paljoa aikaa. Nykyään sahaaja sijoittaa profiilit hyllyyn mistä vain löytyy tilaa. Värimaailma profiileissa kulkee paljolti trendin mukaan ja tästä johtuen suurin osa profiileista ovat samanvärisiä. Kokoonpanijoilta menee paljon ylimääräistä aikaa etsiessään omaan elementtiinsä osia. Hyllykohtainen varastointi olisi toimiva, mutta usein projektit ovat erikoisia ja kaikki osat eivät sovi yhteen hyllyyn tai vastaavasti ne vievät hylly tilaa hyvin vähän. Hyllyjä tulisi olla monta ja hallista loppuisi tila hyvin nopeaa. Hyllyt voisi myös numeroida, jolloin sahaaja merkitsisi listaan mihin hyllyyn hän sijoittaa osat ja näin kokoonpanija voisi tarkastaa listalta missä hyllyssä osat sijaitsevat. Numerointitapa olisi edullinen ja varmasti toimiva profiileiden säilytykseen.

Asennuksille tulee usein monta lasipukillista lasia. Ne ovat yleensä pakattuina lasien koon mukaan ja voivat kuulua aivan eripuolille taloa. Tämä aiheuttaa lasitta-

essa ylimääräistä työtä, koska lasia joudutaan siirtämään toisille pukeille, että saadaan haluttu lasi käyttöön. Olisi todella helppoa, kun lasit olisivat esimerkiksi elementeittäin järjestyksessä pukissa. Jäisi ylimääräinen siirtely pois ja työtehtävistä suoriuduttaisiin nopeammin. Lasien oikeaan järjestykseen paketointi tulisi maksamaan hieman normaalia tapaa enemmän, mutta toisi ajallisesti säästöä ja lasin rikkoutumisriski pienenesi. Tätä tapaa voisi olla hyvä hyödyntää isoissa kohteissa missä lasitettavaa on paljon. Pienissä kohteissa ajansäästö on mitättömän pieni.

Viimeisenä ideana mietittiin, olisiko markkinoilla kysyntää täysin alumiinirunkoisille ikkunoille, jotka asiakas voisi itse asentaa. Markkinoilla on olemassa moduulimitaisia puuikkunoita, jotka on pinnoitettu alumiinilla. Yksityisille nämä saattaisivat kuitenkin olla liian arvokkaita ja siitä johtuen kysyntä olisi heikkoa. Rakennusliikkeit ja julkiset laitokset saattaisivat ostaa niitä esimerkiksi saneeraus- tai uudiskohteisiin. Tällainen olisi tuotannollisesti helppo ja kohtalaisen edullinenkin toimintamalli.



## 9 LÄHTEET

FP FinnProfiles Oy. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. FP FinnProfiles Oy. [Viitattu 27.2.2015]. Saatavana:

<http://www.finnprofiles.com/fi/materiaalit/kumiprofiilit.html>

Lepola, P. & Makkonen, M. 2000. Materiaalit ja niiden käyttö. Helsinki: WSOY.

Metalliteollisuuden Keskusliitto. 2002. Raaka-ainekäsikirja 5: Alumiinit. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus Oy.

Mäkelä Alu Oy. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Mäkelä Alu Oy. [Viitattu 11.3.2015].

Saatavana: <http://www.makelaalu.fi/index.php?sivu=Etusivu&kieli=fi>

Nordic Aluminium Oyj. 2013a. [Verkkosivu]. Nordic Aluminium Oyj. [ Viitattu

11.3.2015]. Saatavana: <http://www.nordicaluminium.fi/yritys/index.html>

Nordic Aluminium Oyj. 2013b. Tuotantolaitos. [Verkkosivu]. Nordic Aluminium Oyj. [ Viitattu 11.3.2015]. Saatavana:

[http://www.nordicaluminium.fi/yritys/yritys\\_4.html](http://www.nordicaluminium.fi/yritys/yritys_4.html)

OT- Kumi Oy. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. OT- Kumi Oy. [Viitattu 27.2.2015]. Saa-

tavana: <http://www.ot-kumi.com/fi/info.html>

Porvoon Lasi Oy. 2010. Tietoa lasista. [Verkkosivu] Porvoon Lasi Oy. [Viitattu

28.12.2015]. Saatavana: <http://www.porvoonlasi.fi/tietoalasista.html>

Purso Oy. 2013a. Alumiini – hyvä tietää. [Verkkosivu]. Purso Oy. [Viitattu

24.2.2015]. Saatavana: <http://www.purso.fi/fi/yritys/alumiini-info.html>

Purso Oy. 2013b. Sulatto. [Verkkosivu]. Purso Oy. [Viitattu 24.2.2015]. Saatavana:

<http://www.purso.fi/fi/yritys/yksikot/sulatto.html>

Purso Oy. 2013c. [Verkkosivu]. Purso Oy. [Viitattu 26.2.2015]. Saatavana:

[http://purso.fi/downloadable\\_files/suunnittelumateriaali/pdf/P50L.pdf](http://purso.fi/downloadable_files/suunnittelumateriaali/pdf/P50L.pdf)

Purso Oy. 2013d. Yritysinfo. [Verkkosivu]. Purso Oy. [Viitattu 24.2.2015]. Saatava-

na: <http://www.purso.fi/index.html>

Seloy Oy. Ei päiväystä. Lasivaihtoehdot. [Verkkosivu] Seloy Oy. [Viitattu

27.12.2015]. Saatavana: <http://www.seloy.fi/lasivaihtoehdot.shtml>

Seloy Oy. Ei päiväystä. Turvalasit. [Verkkosivu] Seloy Oy. [Viitattu 28.12.2015].

Saatavana: <http://www.seloy.fi/turvalasit.shtml>