

Heikki Riekkö

## **OPASTIMEN KIINNITTIMEN KEHITTÄMINEN**

# **OPASTIMEN KIINNITTIMEN KEHITTÄMINEN**

Heikki Riecki  
Opinnäytetyö  
Syksy 2011  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

## ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on tehty Oulun Mainoskeskus Oy - Suomen Opastekeskus-  
selle vuonna 2011.

Työn ohjaajana toimi lehtori ja koulutusohjelmavastaava Matti Broström. Mattia kiitän tuesta ja luottamuksesta, sekä hyvistä ymmärrettävistä ja maanläheisistä neuvoista, joilla työ saatiin käyntiin.

Oulun Mainoskeskus Oy – Suomen Opastekeskuksen valvojana toimi toimitus-  
johtaja Vesa Koivunen, häntä kiitän mahdollisuudesta saada tehdä tämä kehi-  
tystyö heille. Tehtävän vaatimusten määrittelyyn osallistuivat asiantuntemusel-  
laan myös Oulun Mainoskeskus Oy – Suomen Opastekeskuksen muu henkilö-  
kunta, josta kiitos myös heille.

Haluan esittää kiitokset myös alumiinin prosessoijille. Heiltä sain asiantuntevaa  
ja suunnittelua selkeyttävää opastusta työn loppuvaiheessa.

Kempeleessä 25.11.2011

Heikki Riekki

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

---

Tekijä: Heikki Riekki

Opinnäytetyön nimi: Opastimen kiinnittimen kehittäminen

Työn ohjaaja: Matti Broström

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: syksy 2011

Sivumäärä: 44

---

Opinnäytetyö oli suunnittelu- ja kehitystyö Oulun Mainoskeskus Oy - Suomen Opastekeskukselle. Työssä kehitettiin alumiinisille opastinprofileille kiinnitinmalli, joka mahdollistaa opastimen vaihtamisen toisia opastimia poistamatta ja jonka rakenne sekä materiaali kestävät paremmin kylmät olosuhteet. Työn tilanneella yrityksellä on ollut ongelmia, kun isoihin opastinkokonaisuuksiin täytyy vaihtaa uusi opastin toisten opastimien väliin. Opastimien väliin vaihtaminen aiheuttaa lisätyötä, koska kaikki yläpuolella olevat opastimet pitää poistaa. Opastimen vaihtaminen, etenkin talvella jäisissä olosuhteissa, aiheuttaa usein nykyisin käytössä olevien muovisten kiinnittimien rikkoutumisen.

Työ oli pääosin suunnittelutyötä. Suunnittelun haasteena oli saada kehitettyä kiinnitinmalli, joka sopii useilla erilaisilla sisämitoilla olevien opastinprofiilin kiinnittämiseen ja jonka valmistaminen onnistuu tilaajayrityksen nykyisillä koneilla. Toimeksiantajalle soveltuva kiinnitinmalli saatiin kehitettyä ja sen toimintaa testattiin myös prototyyppiosilla. Työssä tutkittiin nykyisten kiinnitinsysteemien toimintaan, opastinjärjestelmiä ja alumiininpursotusta. Kiinnittimen aihion valmistusprosessiksi valittiin alumiinin pursotus, työkalukustannusten ja kiinnittimen mittojen joustavan muokkaamisen takia.

Suunniteluilla kuvilla ja rakenteilla toimeksiantaja voi tilata työkalut kiinnitinprofiilin aihoiden valmistajalta. Suunnittelun aikana kehitettiin kaksi eri kiinnitinmallia, joista toinen jätettiin tulevaisuuden kehityskohteeksi, koska sen käyttäminen vaatii asiakkaan konekannan kehittämistä, johon heillä ei nyt ole mahdollisuutta.

Koska opastimille ja niiden kiinnittimille ei ole mitään varsinaisia standardeja, kirjallisia lähteitä tai teoriaa, tutkittiin teoriaosuudessa liikennemerkkien, liikenteenopastimien ja tienvarsimainosten ohjeistusta ja määrittelyjä.

---

Asiasanat:

Opastin, profiili, kiinnitin, alumiini

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Mechanical and Production Engineering

---

Author: Heikki Riekkö

Title of thesis: Development of the Sign Fastening

Supervisor: Matti Broström

Term and year of completion: autumn 2011

Number of pages: 44

---

This Bachelor's thesis was a design and developing work for Oulun Maanoskeskus Oy - Suomen Opastokeskus. During the work it was developed a fastening model for aluminium sign profiles. This model makes it possible to change a sign without removing other signs, and with a structure and material that withstands better in the cold circumstances. The client has had problems with the current fastening method, when replacing signs between other signs on a large sign board. Changing the sign between other signs requires an extra work because all the above mounted signs must be removed. Removing the signs, especially in wintertime and in icy circumstances, very often breaks the currently used plastic fastenings.

The task was mainly a design work. The Challenge in the designing was to develop a structure suitable for fastening the sign profiles which have different inside dimensions. Structure should also be easy to manufacture with the client's current machinery. A suitable fastening was developed and tested with prototype parts. During the task the currently used fastening methods, sign systems and aluminium extrusion process were studied. Due to tooling costs and flexible change on fastening dimensions of the billet, the aluminium extrusion process was chosen as a manufacturing process of the fastening billets.

With the designed drawings and structures, the client can order the tools for the aluminium profiles billets from the manufacturer. In the designing process two fastening designs were developed. The other design was left as a future target for development, because the manufacturing of the fastening requires developing the client's machinery, which is not possible at the moment.

Because there are no standards or official written information on signs and fastenings, the theoretical part of the thesis is focused on the rules and definitions of traffic signs, information signs and hoardings.

---

Keywords:

sign, profile, fastening, aluminium

## SISÄLLYS

ALKULAUSE	3
TIIVISTELMÄ	4
ABSTRACT	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	8
2 LIIKENNEMERKIT JA LIIKENTEEN OPASTEET	10
2.1 Historiaa	10
2.2 Liikennemerkkit ja opastimet	11
2.3 Tienvarsimainonta	12
2.4 Opastinjärjestelmät	14
2.5 Opastimet	15
3 TEHTÄVÄN MÄÄRITELMÄ	16
4 MÄÄRITTELYT TYÖN TOTEUTUKSELLE	17
4.1 Opastimen kokoonpano	17
4.2 Opastusmerkkien standardit	18
5 TYÖN TOTEUTUS	21
5.1 Kiinnittimen määrittely	21
5.1.1 Nykyisten kiinnittimien ongelmat ja rajoitteet	22
5.1.2 Kyltteihin tulevat rasittavat voimat	25
5.2 Materiaalin valinta	25
5.2.1 Muovi vs. alumiini vertailu	25
5.2.2 Alumiinityypin valinta	26
5.2.3 Pituusmitoituksen vaatimukset	28
5.2.4 Opastinprofiilin pituustoleranssien vaatimukset	29
5.2.5 Opastinprofiilien sisäpuolisten muotojen vaatimukset	29

5.3 Esisuunnittelu	31
5.3.1 Koukkumalli, kiinnitin opastinprofiilin ulko- tai sisäpuolella	31
5.3.2 Jatkosuunnitteluun hyväksytyt kiinnittimet	32
5.3.3 Lujuuslaskut hyväksytyllä kiinnittimellä	35
5.3.4 Prototyypin testaus	36
5.3.5 Kiinnittimen toiminta eri opastinprofiilien sisämitoilla	37
5.4 Kiinnittimen lopullinen suunnittelu	38
5.5 Opastinprofiiliin tehtävät muodot	39
5.6 Opastimen asentaminen sivukautta	39
6 JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET	41
7 YHTEENVETO	42
LÄHDELUETTELO	44
LIITTEET	45

# 1 JOHDANTO

Oulun Mainoskeskus Oy - Suomen Opastekeskus on perustettu vuonna 1993. Yritys on erikoistunut opasteiden, opastejärjestelmien, liikennemerkkien, mainosteippausten ja tulostepintojen valmistamiseen sekä asentamiseen. Yrityksen toimialueena on koko Suomi.

Opastejärjestelmiä valmistetaan laitosten, matkailun, teollisuuden, liikenteen, sekä yritysten ja yhteisöjen käyttöön. Myös suurten juhla- ja kongressitapahtumien opastaminen kuuluu yrityksen osaamiseen ja palveluvalikoimaan. Kuvatu-  
lostteet ovat keskeinen osa yrityksen osaamista. Huippumoderneilla tulostinlaitteistoilla pystytään tuottamaan parasta mahdollista tulostuslaatua mitä monimuotoisimmille materiaaleille. (<http://www.oulunmainoskeskus.fi>)

Yritys välittää ja tuottaa laajalla valikoimalla opasteita kuten Info-TV / järjestelmät, opastetoteemit, valaistut opasteet, liikennemerkkit, opasteprofiilit ja muut opasteet, joita valmistetaan asiakkaiden toiveiden mukaisesti myös lasista, puusta, muovista ja metallista.(sama)

Oulun Mainoskeskus Oy - Suomen Opastekeskus on käytössä itse suunniteltuja ja ostettuja alumiiniprofiilisia standardiopasterakenteita, joiden käytettävyyttä tulisi kehittää joustavammaksi. Samalla suunnitellaan heidän muihin profiileihin sopiva ja alumiiniopastetankoon liitettävien opasteiden kiinnitysmenetelmä.

Nykyään opastinpaketteja kokoon laitettaessa opastinprofiilit ladotaan kokoonpanoon ylhäältäpäin. Tämä aiheuttaa sen, että kun opasteita joudutaan poistamaan tai vaihtamaan, pitää kaikki kyseisen opasteen yläpuolella olevat opasteet poistaa, jotta välissä oleva opaste voidaan vaihtaa. Työ on aikaa vievää ja etenkin talvella, kun opasteissa on jäätä ja likaa, voivat kiinnittimet jumiintua ja särkyä niitä irrotettaessa.



Kehityskohteena olevat kiinnittimet ovat ruiskupuristamalla valmistettuja muoviosia. Alumiinista pursottamalla valmistettuja kiinnittimiä on myös saatavilla, mutta ne eivät sovellu käytössä oleviin opastinprofiileihin.

Alla yleiskuva opasteesta, jossa on alumiiniprofiiliin kiinnitettyjä opasteita.



Kuva 1. Opastintaulu  
(<http://www.oulunmainoskeskus.fi/liikennemerkkit.html>)

## 2 LIIKENNEMERKIT JA LIIKENTEEN OPASTEET

Suunnittelussa kehitetään kiinnittimiä opastimiin, joille ei ole standardeja eikä yleistä kirjallisuutta. Lähinnä opasteisiin viittaavat teokset ovat liikennemerkkien, liikenteen opastimien ja tienvarsimainosten ohjeistukset ja määräykset. Niitä voidaan joiltain osin soveltaa opasteissa, joten ohjeista tehtiin lyhyt kirjallinen katsaus tähän työhön.

Seuraavassa luvussa kerrotaan hieman historiaa merkkien määräysten yhtenäistämistä ja sen jälkeen kerrottu merkeistä määräävimmästä alaspäin, eli aluksi hieman yleistä tietoa liikennemerkeistä ja liikenteenopasteista. Seuraavassa luvussa on kerrottu tienvarsimainoksista ja niiden määräyksistä, jonka jälkeen tulevat opastinjärjestelmät ja viimeisenä itse opasteet, johon tämä työ on keskittynyt.

### 2.1 Historiaa

Kansainvälinen liikennemerkkien, tieliikenneopasteiden ja tieliikenteen yhtenäistämisen merkittävä sopimus tehtiin vuonna 1968 Wienissä. Tätä ennenkin oli yhteistyötä tehty vuosikymmenien ajan, alkaen Pariisista 1909, mutta vuodeksi 1968 UENCE:n (United Nations Economic Commission for Europe) tieturvallisuustyöryhmä valmisteli yleissopimuksen, jonka silloin allekirjoitti 31 maata. Yleissopimusta tuli voimaan 1978 ja sen on allekirjoittanut 56 maata vuoteen 2007 mennessä. (Conv\_road\_signs\_2006v\_EN.pdf, vii-viii.)

Tässä laajassa sopimuksessa on määritelty käsitteitä tieliikenteen eri osaluille kuten tieliikennekulkuneuvoja, teiden merkintää, liikennemerkkien kokoa värejä, liittyminen mitoitusta ja myös merkeissä esiintyvien kielten määrää. Sopimus on merkittävä parannus kansainvälisen tieliikenteen ja tieturvallisuuden yhtenäistämiseen sekä kehittämiseen. Suomi on allekirjoittanut sopimuksen vuoden 1969 joulukuussa ja ratifioinut vuonna 1985.

## 2.2 Liikennemerkit ja opastimet

Liikennevirasto vastaa maantiellä käytetyistä liikennemerkeistä ja opastimista. Liikennemerkit on määritelty tieliikenneasetuksessa; Tieliikenneasetus 5.3.1982/182. Liikennemerkit jaetaan varoitusmerkkeihin, etuajo-oikeus- ja väistämismerkkeihin, kielto- ja rajoitusmerkkeihin, määräysmerkkeihin, ohjamerkkeihin, opastusmerkkeihin ja lisäkilpiin. Merkit on yhtenäistetty eurooppalaisen standardin mukaisiksi.

Kansainvälisesti liikenteen ohjausta sääntelee Liikennemerkkejä ja –opasteita koskeva yleissopimus, (Wien 1968), jossa on määritelty muun muassa liikennemerkit, niiden värit ja muoto. Wienin sopimuksessa määritellyjä merkkejä tai tunnuksia ei saa käyttää liikenteen ohjauksessa muihin tarkoituksiin, eikä sopimuksessa määritelyihin tarkoituksiin saa käyttää muita merkkejä tai tunnuksia. Sopimuksessa on myös rajattu liikennemerkeissä käytettäviä kieliä: suositeltava enimmäismäärä on kaksi kieltä.

([http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/3200877-vpalvelukohteiden\\_viitoitus.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/3200877-vpalvelukohteiden_viitoitus.pdf), 11.)

”Opastusjärjestelmän rakenne hahmotetaan hierarkkisesti kolmena eri tasona, joilla on kullakin oma roolinsa. Ensimmäisellä tasolla matkailija löytää tiekartan ja viittojen avulla paikkakunnalle. Toisen tason rungon muodostavat kunnalliset opastustoimistot ja -kartat, jotka nykyisellään vaativat kehittämistä. Kolmas taso vie matkailijan perille kohteeseen opasteiden, osoiteviittojen tai osoitejärjestelmän avulla.”

([http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/3200877-vpalvelukohteiden\\_viitoitus.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/3200877-vpalvelukohteiden_viitoitus.pdf), 30.)

”Tarkastelun ulkopuolelle jäävät yksinomaan tavaraliikenteeseen ja asiointiliikenteeseen liittyvät opastuskysymykset ja esimerkiksi teollisuusalueiden opastusjärjestelmät.” (sama, 14.)

Kehittelyn kohteena olevat kiinnittimiä käytetään yllä olevan määritelmässä mainittuihin lähialueen opastimiin tai mainoksiin, joita käytetään yksityisten yritysten pihojen, pihateiden ja ovien vierelle laitettavina opastimina tai opastinelementteinä. Näille opasteille ei ole määritelty mitään virallisia standardeja. Tärkein määrittely niille on, jos opastimia pitää laittaa tieliikennealueelle tai tien läheisyyteen, että ne eivät saa muistuttaa liikennemerkkejä (2000006-v-03liikennemerkkiohje, 2B-1.)

Opastuksen ja mainonnan ohjeistusta on kerrottu ”Tienvarsimainonnan Käsikirjassa”, josta on otettu tärkeimpänä pidettäviä ohjeita seuraavaan kappaleeseen.

### **2.3 Tienvarsimainonta**

Suunnittelun kohteena oleva kiinnitin tulee käytettäväksi rakenteessa, joka voidaan luokitella tienvarsimainokseksi tai opastimeksi, riippuen aina teksteistä joita siihen laitetaan. Nämä opastimet eivät tee liikennemerkeille ja liikenteen opastamiselle määriteltyjä virallisia tehtäviä, joten niiden tarvitse täyttää virallisten liikennemerkkien vaatimuksia, esimerkiksi näkyvyyden, kestävyytensä ja kokonsa puolesta.

Tienvarsimainontaa on ohjeistettu ”Tienvarsimainonnan käsikirjassa”, joka on tarkoitettu pääasiassa tienvarsimainonnasta ja lupahakemuksista vastaaville tahoille, mutta se on myös hyödyllinen ohjekirja tienvarsimainontaa käyttäville yrittäjille sekä mainostilan vuokraajille ja myös poliisille.

(<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tienvarsimainonta.pdf>, 7.)

Tienvarrella tarkoitetaan tässä yhteydessä tien läheisyydessä sen sivussa tai yläpuolella olevaa tilaa, josta mainokset ovat tienkäyttäjän luettavissa. Tienvarsimainoksia voidaan toteuttaa rakenteeltaan ja sisällöltään hyvin erilaisina laitteinä tai rakennelminä - -. Meillä tienvarsimainosten piiriin voidaan laskea mm.

- mainostaulut,
- mainospylväät,
- mainostornit,
- banderollit,
- vaalimainokset,
- tervetulotoivotukset,

- yrityskyltit,
- yhteiskunnalliset tiedotteet,
- tapahtumaopasteet ja
- vaihtuvat valomainokset (taajamissa).
- (<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tienvarsimainonta.pdf>, 17.)

Mainonnasta mainosten sijoittelusta kaava-alueilla säädellään maankäyttö- ja rakennuslaissa sekä –asetuksessa, luonnonsuojelulaissa, järjestyslaissa, tielikennelaissa ja kuntien rakennus-järjestyksissä. Määrittelyissä on kuntakohtaisia eroja, joten tietoa luvista ja menettelyistä sekä ulkomainosten sijoittamisperiaatteista saa kunnan rakennustarkastajalta.(sama, 41.)

Vapaampaa ilmoittelua ja mainostamista voidaan toteuttaa rakennuksessa ja sen läheisyydessä, jossa saa ilmoittaa sekä opastaa paikalla harjoitettavasta toiminnasta ja siellä myytävistä tuotteista. Ilmoitusten ja opasteiden tulee kuitenkin mahdollisimman hyvin sopia ympäristöön kokonsa tyyliinsä ja muotonsa puolesta, ne eivät saa aiheuttaa näkemäesteitä, eikä niitä saa sijoittaa tiealueelle. Erityistä huomiota on kiinnitettävä luonnonympäristöön ja kulttuurihistoriallisiin rakennuksiin, sekä niiden ympäristöön sijoitettavilla mainoksilla. Museoviraston julkaisemasta ”Valtakunnallisesti arvokkaat kulttuurihistorialliset ympäristöt” saa lisätietoa tarvittaessa.(sama, 16. 46.)

Nopeusrajoitukset ja kunnassa olevat käytännöt vaikuttavat kaava-alueelle sijoittavien tienvarsi-mainosten sijoittamiseen. Yli 60 km/h nopeusrajoitusalueella oleviin mainoksiin suhtaudutaan yleensä samalla tavalla kuin kaava-alueen ulkopuolella oleviin mainoksiin. Alle 60 km/h alueella pyritään noudattamaan kunnan yleisiä säännöksiä vastaavan tyyppisillä kaduilla. (sama, 42.)

Linja-autopysäkkien sadekatosten yhteyteen ja valaisinpylväisiin kiinnitettävistä mainoksista on sovittava asianomaisen kunnan kanssa. Pylväsmainokset tulisi sijoittaa tien reunan puolelle (ei välikaistalle), jotta helpotetaan mainoksen kunnossapitoa ja vaihtoa. Usean mainoksen sijoittaminen päällekkäin samaan pylväeseen on kielletty. (sama, 42.)

Muita rajoitteita ovat mainoksen laittaminen maisemakokonaisuuksiin suunniteltuihin erikoispylväisiin ja banderollien sijoittaminen tien ylittävälle sillalle (<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tienvarsimainonta.pdf>, 42).

Suosittelavimmat paikat mainoksille ovat levähdys- ja pysäköimisalueet. Kun mainoksia levähdyspaikoilla luetaan lähietäisyydeltä, voidaan niiden kokoa tällöin pienentää ja näin välttää suurikokoisia näkyviä rakennelmia. Pysäköimisalueilla on yleensä myös keskitetysti kunnan opaskartat ja tietoa lähialueen tapahtumista sekä palveluista. Levähdys- ja pysäköintialueiden mainokset on suunniteltava niin, etteivät ne ole luettavissa tieltä eivätkä ne haittaa kunnossapitoa ja luonnon maiseman kokemista. (sama, 45)

Yleisiä periaatteita ja vaatimuksia mainoksille ovat mainosten kunnollinen kiinnitys, kunnossapidosta huolehtiminen ja että mainostajan nimi täytyy selvästi ilmetä mainoksesta. Lisäksi on huomioitava, ettei mainoksista aiheudu liikenneturvallisuusriskejä, etenkin niiden asennuksessa ja huollossa, jos toimenpiteet tapahtuvat tiealueelta. (sama, 49.)

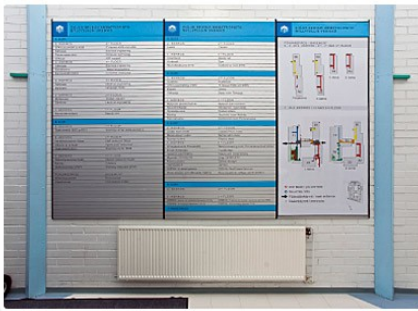
## **2.4 Opastinjärjestelmät**

Opastinjärjestelmät ovat modulaarisia kokonaisuuksia, joiden osia yhteen liittämällä voidaan rakentaa isoja opastinryhmiä. Järjestelmiin kuuluu kiinnittimiä kuten ruuvit, mutterit ja sangat. Rakenneosia ovat esimerkiksi putket, levyt, profiilit ja lisäksi järjestelmiin saattaa kuulua valaisimia. Edellä mainitut ovat yleensä standardiosia, joita hankitaan yksitellen tai kokonaisina opastinpaketteina. Järjestelmät sisältävät monesti myös peiteosia, pystytysosia, kulmia, opastinpaneeleita, opastinprofiileja ja joitain järjestelmään suunniteltuja kiinnittimiä. Nämä osat ovat yleensä valmistajan itsensä kehittämiä ja sopivat vain kyseisen opastinvalmistajan tuotteisiin ja rakenteisiin. Opastinjärjestelmiin voidaan lukea myös rautateiden valo-ohjainjärjestelmät.

## 2.5 Opastimet

Opastimet sisältävän erittäin laajan ryhmän erilaisia tauluja, rakenteita, tekstejä ja esimerkiksi kuvia, joilla ohjataan, määrätään ja opastetaan ihmisiä eri paikkoihin. Opastimiksi voidaan myös luetella liikennemerkit, joita päivittäin näemme ympäristössämme. Opastimien koko vaihtelee sen mukaan, miltä etäisyydeltä niitä on tarkoitus lukea. Pienimpiä ovat ovien nimikyltit ja isoimpia liikekeskusten ns. mainostaulut, joissa ilmoitetaan liikekeskuksessa palveluja tarjoavat liikkeet ja joskus myös niiden sijainnit ja yhteystiedot.

Kuvia erityyppisistä opastimista ulko- ja sisäkäytössä.



Kuva 2. Erityyppisiä opastimia ([www.oulunmainoskeskus.fi/liikennemerkit.html](http://www.oulunmainoskeskus.fi/liikennemerkit.html))

### 3 TEHTÄVÄN MÄÄRITELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää työn tilaajan käyttämille alumiinisille opastinprofiileille soveltuva kiinnitinmalli, joka mahdollistaa opasteiden asentamisen ja vaihtamisen muiden opasteiden väliin toisia opasteita poistamatta. Kiinnittimen pitää sopia heidän nykyisin käyttämiinsä opastinprofiileihin ja asennustoppina toimiviin pystyprofiileihin, jolloin heidän ei tarvitse käyttää muiden kehittämiä kalliiksi todettuja opastinjärjestelmiä.

Annettuun tehtävään kuuluvat seuraavat asiat. Tutustutaan nykyisten kiinnittimien aiheuttamiin ongelmiin, jotka ovat johtaneet uuden kiinnittimen tarpeeseen. Lähtötietona tutkitaan valmiina saatavia kiinnikkeitä sekä hyödynnetään niiden muotoja ja ratkaisuja. Lähtöselvittelyjen jälkeen suunnitellaan uusi kiinnitinosa, jolle määritellään soveltuvin materiaali. Suunnittelussa täytyy ottaa huomioon työn tilaajan nykyiset menetelmät ja resurssit sekä rajoitteet uusien menetelmien käyttöönottoon. Samaan aikaan kiinnittimen suunnittelun yhteydessä kehitellään, opastinprofiilin muodot, joilla uusi kiinnitin saadaan toimimaan halutulla tavalla ja kiinnittymään opastinprofiiliin. Työ aikana tehtävällä patenttihakulla varmistetaan, ettei kiinnittimen suunnittelussa loukata toisten patenteja.



## 4 MÄÄRITTELYT TYÖN TOTEUTUKSELLE

Kiinnittimet suunnitellaan ulko- ja sisäkäyttöön sopiviksi, jotta käyttöpaikka ei aseta kiinnittimen käytölle rajoituksia. Nykyisin käytössä olevat kiinnittimet on suunniteltu ulko- ja sisäkäyttöön, mutta käytännössä on huomattu ongelmia muovimateriaalin mekaanisessa kestossa, etenkin kun vaihdetaan opastinta kylmissä ja jäisissä olosuhteissa. Sisäkäytössä kiinnittimet eivät altistu muulle rasitukselle kuin niiden omalle painolle ja satunnaiselle ylimääräiselle painolle, kuten ihmisen roikkuminen opastimessa. Tätä kuormitusta ei tarvitse ottaa huomioon, koska opastimet eivät ole tarkoitettu ihmisten kannatteluun. Jos niissä roikutaan, opastimen pettäminen ei aiheuta erityistä vaaraa. Ulkokäytössä opasteisiin tulevat rasitukset ovat pääasiassa tuulesta aiheutuvaa heilumista ja siitä aiheutuvaa rasitusta. Ulos tuleville opasteilla on huomioitava myös lämpötilan vaihteluista aiheutuvat rasitukset.

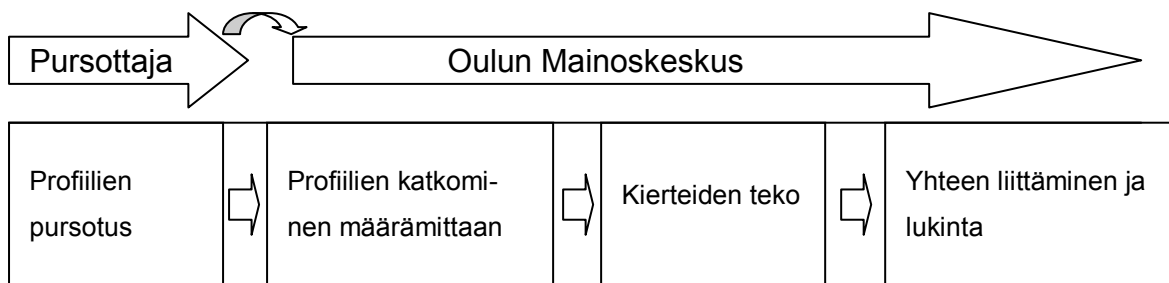
Tielaitoksen toimittamassa liikennemerkkien ohjeissa (Liikenteen ohjaus. Viitotus. 1996) on tarkkaan määritelty liikennemerkkien ja liikenteen opasteiden sijainti, lujuus ja perustamistiedot (SFS-EN 128991-1 Liikennemerkkit ja vastaavat liikenteenohjauslaitteet. Osa 1: Liikennemerkkit). Liikennemerkkien ja liikenneopasteiden vaatimukset eivät koske näitä opasteita, koska nämä opasteet sijoitetaan paikkoihin, joissa vaatimukset ovat vaatimattomat. Opastimien sijoituspaikkoja ovat tyypillisesti eri virastojen ja laitosten tulotiet, pihat ja ovien vierustat.

### 4.1 Opastimen kokoonpano

Opastimien kokoonpano tehdään työn tilaajan toimipisteessä, tai työmaalla vaihtelevissa asennusolosuhteissa, ulko- tai sisätiloissa. Kiinnittimien ja opasteiden työstäminen pitää saada helpoksi, koska isoja koneita ei asennuspaikalle voi tai kannata yleensä viedä.

Kiinnitinprofiilien katkominen oikeisiin mittoihin pyritään tekemään työn tilaajan toimipisteessä, jossa voidaan käyttää katkaisusahaa, jolla vastinta vasten katkottuna pituudet saadaan tarkkaan oikeaan mittaan. Katkenta voidaan tehdä myös työmaaolosuhteissa rautasahalla, mutta silloin pitää ottaa huomioon katkaisutarkkuus, joka ei ole yhtä hyvä kuin toimipisteessä katkaisusahalla tehtynä. Tällöin kiinnittimet kannattaa katkaista noin 5 mm alimitaan, jolloin katkaisun tarkkuus ja vinous eivät aiheuta ongelmaa kiinnittimien asentamisessa.

Kiinnittimien kokoonpano voidaan tehdä helposti joko toimipisteessä tai työmaalla, koska lukitsemiseen tarvittavat työkalut ovat hyvin yksinkertaisia käsi-työkaluja, kuten pihdit, iskutuurna ja vasara. Joissain tapauksissa lukintaa ei tarvitse tehdä, koska opastinprofiilin sisämitat estävät kiinnittimen osia irtoamasta toisistaan. Seuraavassa prosessikaaviossa on esitetty kiinnittimen valmistuksen eri vaiheet.



Kaavio 1. Prosessikaavio

## 4.2 Opastusmerkkien standardit

Opastusmerkeille löytyy laaja valikoima standardeja, joissa määritellään näkyvyyttä, kokoa, väriä jne. mutta itse opastinrakenteiden kiinnittimille standardeja ei löydy. Kiinnittimet ja niiden osat ovat yleensä jokaisen opastinjärjestelmävalmistajan omia ja osat sopivat yleensä heidän omiin profiileihin. Alla listattuna eri standardeja, joista löytyy opastusmerkkien ja turvakilpien määrittelyjä. Kaksi ensimmäistä standardia koskevat osaltaan myös opastimia ja niiden muotoja.

Muut ovat standardeja, joita työ tilaaja soveltaa tehdessään opastin- ja varoitustarroja asiakkailleen.

SFS-EN 128991-1 Liikennemerkkit ja vastaavat liikenteenohjauslaitteet. Osa 1: Liikennemerkkit

SFS 4424 Ulkoilun ja liikunnan merkit

Standardin merkit on tarkoitettu käytettäväksi yleisön opastamiseen virkistys- ja luonnon-suojelualueilla, puistoissa, leikkikentillä, ulkoilureiteillä sekä matkailualueilla.

SFS 5491 Vaaralliset kemikaalit. Säiliöiden merkitseminen.

Standardia sovelletaan 1 m<sup>3</sup> tai sitä suurempien vaarallista kemikaalia sisältävien varasto-säiliöiden tai siirrettävien säiliöiden merkitsemiseen.

SFS 5715 Palontorjunta. Turvallisuuskilvet.

Standardi määrittelee palontorjunta-alan turvallisuuskilvet. Standardi on tarkoitettu käytettäväksi niin laajalti kuin mahdollista kaikissa tilanteissa, joissa on tarpeen tai toivottavaa osoittaa seuraavien tekijöiden sijainti ja/tai luonne.

SFS-ISO 3864-1 Kuvatunnukset ja piirrosmerkit.

Määrittelee Työpaikoilla ja julkisilla paikoilla käytettävien turvallisuuskilpien suunnitteluperiaatteet.

SFS-ISO 3864-2 Kuvatunnukset ja piirrosmerkit.

Turvallisuusvärit ja turvallisuuskilvet. Osa 2: Tuoteturvallisuusmerkintöjen suunnitteluperiaatteet

SFS-ISO 3864-3 Kuvatunnukset ja piirrosmerkit Turvallisuuskilvissä käytettävien kuvatunnusten.

Standardin osassa esitetään standardissa ISO 3864-1 määritellyissä turvallisuuskilvissä käytettävien kuvatunnusten sekä standardissa ISO 3864-2 määriteltujen tuoteturvallisuus-merkintöjen turvallisuuskilpielementin suunnittelua koskevat periaatteet, kriteerit ja ohjeet.

SFS-ISO 7010 Kuvatunnukset ja piirrosmerkit. Turvallisuusvärit ja turvallisuuskilvet. Työpaikoilla ja julkisilla paikoilla käytettävät turvallisuuskilvet. Kansainvälisessä standardissa kuvataan onnettomuuksien torjuntaa, palontorjuntaa, terveysvaaroja ja hätäpoistumista koskevat turvallisuuskilvet.

SFS-ISO 9244 Maansiirtokoneet. Turvallisuuskilvet ja vaaratekijöiden yleiset periaatteet.

Standardissa esitetään standardissa ISO 6165 määriteltyihin maansiirtokoneisiin pysyvästi kiinnitettävien turvallisuuskilpien ja vaaratekijöiden kuvatunnusten suunnittelua ja käyttöä koskevat yleiset periaatteet.

SFS-ISO 11684 Traktorit, maatalous- ja metsäkoneet sekä moottorikäyttöiset puutarhakoneet. Turvallisuuskilvet ja vaaratekijöiden kuvatunnukset.

Standardissa esitetään standardeissa ISO 3339-0 ja ISO 5395 määriteltyihin traktoreihin, maatalous- ja metsäkoneisiin sekä moottorikäyttöisiin puutarhakoneisiin pysyvästi kiinnitettävien turvallisuuskilpien ja vaaratekijöiden kuvatunnusten suunnittelua ja käyttöä koskevat yleiset periaatteet.

## 5 TYÖN TOTEUTUS

Kehityksen kohteena olevalla kiinnittimellä kiinnitetään pääasiassa alumiinista valmistettuja opastinprofiileja, joita on kuutta eri kokovaihtoehtoa. Profiilien koko on määritelty korkeuden nimellisen ulkomitan mukaan. Kokoja löytyy 50 mm, 75 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm ja 300 mm korkuisina. Profiilien leveys on ulkopuolelta mitattuna kaikissa sama 20 mm. Sisämuodot ja sisämitat muuttuvat korkeuden muuttuessa, jolloin profiilin pienin nimellismitta on 12 mm ja suurin nimellismitta 16 mm. Korkeimmissa profiileissa on sisällä 1 tai 2 tukiripaa, jota määrittelevät kiinnittimen maksimikorkeuden. Kiinnittimen muodot suunnitellaan sellaiseksi, että korkeutta voidaan muuttaa opastinprofiilin sisäkorkeuden mukaan ja leveys säätyy ruuvia kiristämällä siihen mittaan, johon kiinnitin asetetaan.

Yleensä opastinmallistot ja kiinnittimet ovat jokaisen valmistajan tai myyjän itsensä suunnittelemia ja kehittämiä. Niitä myydään pääasiassa yhden valmistajan profiileihin sopivina opastinpaketteina tai yksittäisinä osina. Jottei työn tilaajan tarvitse sitoutua määrättyyn toimittajaan, on käytännöllistä suunnitella oma kiinnitinmalli, joka on sovitettavissa useamman toimittajan opastinprofiileihin. Kuvat käytössä olevista opastinprofiilivaihtoehdoista ovat liitteessä 1.

### 5.1 Kiinnittimen määrittely

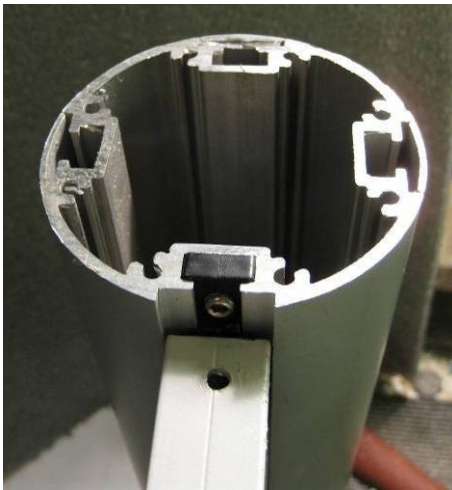
Kiinnittimen suunnittelun päätavoite on mahdollistaa opastimen vaihtaminen toisten väliin ilman, että toisia opastimia tarvitsee poistaa. Lisäksi kiinnittimen tulee olla helposti työstettävissä ja kokoonpantavissa tilaajan toimipisteessä, sekä satunnaisesti myös kenttäolosuhteissa, jossa opasteiden vaihto tapahtuu. Nykyisiä kiinnittimiä tutkimalla selvisi, että mittoja ja muotoja muuttamalla vaihdettavuus saadaan toteutettua, mutta se vaatii myös hieman määrittelyä ja suunnittelua itse opastinprofiiliin, jotta suunniteltava kiinnitin saadaan toimimaan halutulla tavalla.

Jotta kiinnittimen suunnittelussa ei loukattaisi toisten patenteja, tehtiin suunnittelun aikana patenttien tarkistus, jolla selvitettiin, mitä muotoja ja asioita nykyisissä kiinnittimissä on patentoitu. Selvityksessä löydettiin hakusanalla ”kiinnitin” 84 tulosta. Lisäksi tutkittiin hyödyllisyysmallirekisteri, josta löytyi 251 tulosta hakusanalla kiinnit\*. Kummastakaan rekisteristä ei löytynyt rajoitteita.

### 5.1.1 Nykyisten kiinnittimien ongelmat ja rajoitteet

Työ tilaajalla on tällä hetkellä käytössä muovinen kiinnitin, jolla kaikki nykyiset profiilit voidaan kiinnittää. Kiinnitin on yksinkertainen ja helppo käyttää ensiasennuksessa. Muovisen kiinnittimen perusongelma on se, että sillä kiinnitettyjä opastimia ei voida vaihtaa yläpuolella olevia opastimia irrottamatta. Sivukautta vaihdettavuus on uuden kiinnittimen suunnittelumäärittelyn peruslähtökohta. Muovisen kiinnittimen ongelmana on myös sen heikkous, etenkin kylmissä talviolosuhteissa. Opastinta vaihdettaessa muovinen kiinnitin rikkoontuu herkästi, joten se joudutaan usein uusimaan opastimia vaihdettaessa. Tarvittavien kiinnitinosien määrä on myös suuri nykyistä muovikiinnitintä käytettäessä tarvittavien, osia tarvitaan jopa 16 kpl/opastin.

Nykyisen kiinnittimen kokoonpanokuvassa 3, josta näkyvät pystyprofiilin muodot ja kuinka muoviliitin täytyy asettaa uraan yläkautta.



Kuva 3. Nykyisen kiinnittimen asentaminen pystyprofiiliin

Yhden opastimen kiinnittämiseen tarvitaan seuraavat osat:

- 4 kpl muovisia kiinnitinosia (Kuva 4)
- 4 kpl kiristinruuveja
- 4 kpl muttereita
- 4 kpl vetoniittejä



Kuva 4. Muovikiinnitin

Kiinnittimiä on saatavilla myös alumiinisina. Lujuus ja kylmän kesto on alumiinilla riittävällä tasolla, mutta esimerkiksi kuvan 5 kiinnitintä ei voida käyttää, kun halutaan vaihtaa opastin sivukautta. Kiinnittimen mitat ja jäykkä rakenne aiheuttaa sen, että se sopii vain yhden mittaiselle opastinprofiilille.



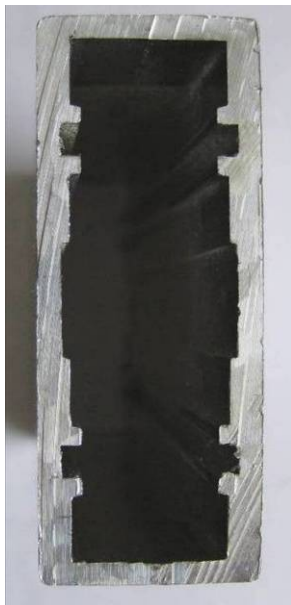
Kuva 5. Alumiinikiinnitin 1

Kolmas käytössä oleva kiinnitin on myös alumiininen (kuva 6). Se on suunniteltu pienemmälle opastinprofiilille, joten sen mitat ja jäykät rakenteet eivät mahdollista sen käyttämistä tilaajan käyttämissä opastinprofiileissa.



Kuva 6. Alumiinikiinnitin 2

Suunnittelussa hyödynnettiin nykyisin käytössä olevien kiinnittimien yleisiä muotoja ja kehitettiin uudet saranamuodot, jotka mahdollistavat joustavan sivukautta vaihtamisen. Saranarakenne soveltuu nimellimitoiltaan 12-16 mm välillä oleville profiilin sisämitoille. Kuvassa 7 näkyvät esimerkkinä opastinprofiilin sisämuotojen vaihtelu, joiden takia säätyvä saranarakenne täytyi suunnitella.



Kuva 7. Opastinprofiili, korkeus 50 mm



### **5.1.2 Kyltteihin tulevat rasittavat voimat**

Kiinnitettävät opastinprofiilit ovat keveitä, vain muutaman kilon painoisia, joten kiinnittimeen tulevat rasitukset ovat pääasiassa kevyt lumi- ja jääkuorma, tuulen aiheuttama heiluminen tai tuulenpaine. Lisäksi on huomioitava muut satunnainen rasitus, kuten esimerkiksi ihmisen roikkuminen opasteessa, joka on rasituksista kaikista kovin. Rasituksena voidaan käyttää 80 kg ihmiskuormaa. Kiinnittimen tulee kestää näitä voimia. Turvakertoimia ei tarvita, koska opastimia ei ole tarkoitettu kannattelemaan ihmiskuormaa. Laskelmat löytyvät kappaleesta 5.3.3.

## **5.2 Materiaalin valinta**

Nykyisissä vastaavissa kiinnittimissä on käytetty materiaalina muovia tai alumiinia. Myös terästä olisi mahdollista käyttää, mutta sen lujuuden aiheuttaman vaativamman työstettävyyden vuoksi sitä ei otettu valintaprosessiin mukaan. Muovin käytössä on hyvinä puolina sen työstettävyys ja ruiskupuristustekniikalla muoviin saatavat monimutkaiset muodot. Huonot puolet, kuten materiaalin herkkyys pakkaselle ja kovalle käsittelylle vaihtotyössä, ovat jo tulleet esille nykyisissä kiinnittimissä. Ruiskupuristusmuottien korkeat kustannukset ja kiinnittimen mittojen määräytyminen muotin mittojen mukaiseksi katsotaan myös oleelliseksi rajoitteeksi.

### **5.2.1 Muovi vs. alumiini vertailu**

Muovin käytön etuna voidaan pitää ruiskupuristustekniikalla saatavia monimutkaisia muotoja ja massatuotantoon soveltuvuutta. Kun kiinnitin kiristetään paikoilleen, tulee kiinnittimeen jatkuva taivutusrasitus, joka aiheuttaa muovimateriaalien käytölle rajoituksia. Jatkuvassa rasituksessa muovin viruminen voi aiheuttaa kiinnittimen katkeamisen rasituksen vaikutuksesta, etenkin kun lämpötila voi vaihdella jopa  $-40\text{ °C}$  ja  $40\text{ °C}$  välillä. Kiinnittimeen tarvittavat muodot aiheuttavat suhteellisen ohuita seinämän vahvuuksia, jotka lisäävät katkeamisriskiä.

Lujempia muovimateriaaleja käytettäessä materiaalin loviherkkyys on myös rajoite ja riski, jota ei haluta ottaa.

Ruiskupuristusmuotin kustannukset ovat myös rajoite kiinnittimen kehittäelytyössä. Muotin kustannukset voivat nousta moninkertaisiksi verrattuna alumiinin pursotussuuttimeen. Tähän ei ole työn rahoituksessa varauduttu. Ruiskupuristustekniikka määrittelee myös liian tarkkaan kiinnittimen mitat ja muodot, jolloin kiinnittimen soveltuminen eri opastinprofiileille on rajoitettu. Alumiinin valaminen muotilla aiheuttaa samoja rajoitteita kun ruiskupuristustekniikalla valmistettu muoviosa, joten alumiinin valaminen rajattiin pois valmistusmenetelmistä.

Edellä mainituista syistä materiaaliksi valitaan alumiini ja prosessiksi pursotus, josta työn tilaajalla on jo kokemusta muissa opastimen osissa ja jota varten heillä on jo alumiiniprofiilin käsittelyyn soveltuvia työstövälineitä. Myös alumiinin kierrätettävyyden on positiivinen asia materiaalin valintaa ajatellen.

### **5.2.2 Alumiinityypin valinta**

Muokattavia alumiineja löytyy useita eri seoksia, ja ne on kehitetty erilaisiin prosesseihin ja sovellutuksiin. Alle on kerätty listaus muokattavien alumiinin eri materiaalityypeistä, niiden ominaisuuksista sekä käyttökohteista.

**Vähintään 99,00% alumiinia sisältävä 1000-sarja** (esim. EN AW-1050A, EN AW-99,5)

Sarjan alumiinit ovat pääasiassa seostamattomia, pehmeitä, hyvin muovautuvia ja hyvin sähköä johtavia. Tästä johtuen niitä käytetäänkin ohuina levyinä tai kalvoina pakkauksissa, muotoprofiileissa, laboratorio- ja keittiövälineissä sekä sähkönsiirtimissä. (Koivisto&kump, 169.)

**Al-Cu-seokset, 2000-sarja** (esim. EN AW-2017A, EN AW-AlCu4MgSi(A))

Al-Cu-seoksia kutsutaan duralumiineiksi. Seosaineena Cu:n käytetään Mg, Si, ja Mn. Duralumiini seokset ovat erittäin lujia ja monet luonnollisesti vanhenevia. Lujuus  $R_m > 400 \text{ N/mm}^2$ . Puutteena seoksissa on huono korroosionkestävyys ja hitsattavuus. Duralumiineja käytetään koneenrakennuksessa ja lentokoneiteollisuudessa, kun vaaditaan lujia keveitä materiaaleja. (Koivisto&kump, 169.)

**Al-Mn-seokset, 3000-sarja** (esim. EN AW-3103, EN AW-AlMn1)

Mn-seoksella saadaan lisättyä alumiiniin lujuutta ja samalla korroosionkestävyys säilyy hyvänä. Seostuksella saadaan korroosioon jopa parannusta, koska Mn sitoo raudan ja piin. Alumiinia käytetään mm. rakennusteollisuuden poimulevyihin ja julkisivuelementteihin. (Koivisto&kump, 169.)

**Al-Si-seokset, 4000-sarja** (esim. EN AW-4043A, EN AW-AlSi5(A))

4000-sarjan alumiinit ovat suomessa harvoin käytettyjä. Yleisimmin käytetty on 5% Si sisältävä alumiiniseosten hitsauslanka. (Koivisto&kump, 169.)

**Al-Mg-seokset, 5000-sarja** (esim. EN AW-5754, EN AW-AlMg3)

Seoksena käytetään 0,5-5,5 % magnesiumia, jolla saadaan parannettua lujuutta, mutta samalla menetetään muovattavuutta. Seos on kestävä korroosiota paremmin kloridipitoisissa ja lievästi emäksisissä olosuhteissa kuin puhdas alumiini, jonka takia sitä kutsutaan merialumiiniksi. Alumiinin hitsattavuus on hyvä, joten sitä käytetään veneiden ja laivojen hitsattaviin rakenteisiin. (Koivisto&kump, 170.)

**Al-Mg-Si-seokset, 6000-sarja** (esim. EN AW-6060, EN AW-AlMgSi)

Seoksista saadaan erkautuskarkaisulla kohtuullisen lujia ( $R_m$  noin  $300 \text{ N/mm}^2$ ), koska erkautuksessa muodostuu koherentteja  $\text{Mg}_2\text{Si}$ -sulkeumia. Muita lisäaineita ovat Cu, Mn ja Pb. Lyijyseoksella alumiinin lastuttavuutta saadaan parannettua, jolloin se soveltuu paremmin koneistukseen. Seokset ovat yleisesti pursoituksessa käytettyjä tankojen ja profiileihin valmistamiseen. (Koivisto&kump, 170.)

### **Al-Zn-seokset, 7000-sarja** (esim. EN AW-7020, EN AW-Al4,5Mg1)

Al-Zn-seoksissa käytetään seosaineina usein myös magnesiumia, jolloin ne erkautuskarkaisun avulla saadaan lujiksi,  $R_m > 300\text{N/mm}^2$ . Seoksen ominaisuudet ovat monilta osin paremmat kuin duralumiinilla, esimerkiksi korroosionkestävyys on suhteellisen hyvä sekä hitsattavuus erinomainen. Hitsausseama on lähes perusaineen lujuinen, koska hitsin jäähtymisnopeus riittää vanhentamaan ylikylläisen liuoksen, jolloin se vanhenee luonnollisesti. (Koivisto&kump, 170.)

### **Muut seosaineet, 8000-sarja** (esim. EN AW-8090, EN AW-AlLi2,5Cu1,5Mg1)

Muilla seosaineilla seostetut alumiinit kuuluvat 8000-sarjaan. Niiden yleisin seosaine on rauta. Tähän ryhmään kuuluu myös litiumseosteinen alumiini, jota käytetään lentokone- ja avaruusteollisuudessa sen matalan tiheyden ja korkean kimmokertoimen takia. (Koivisto&kump, 170.)

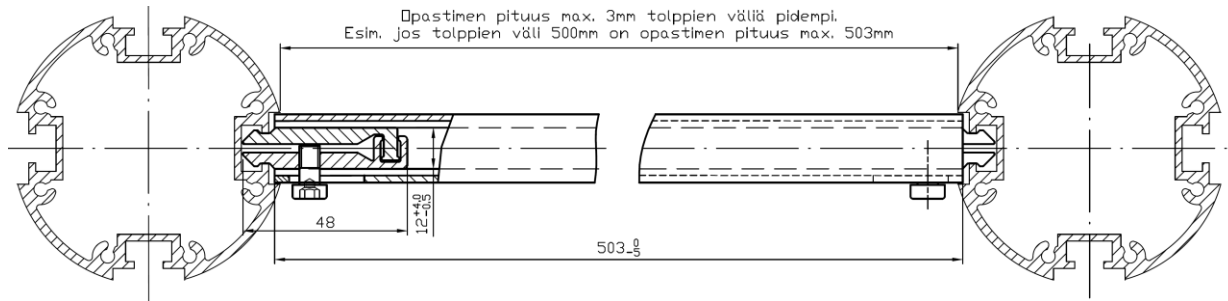
Koska kiinnittimen osat valmistetaan alumiinista pursotustekniikalla, valitaan materiaaliksi 6000-sarjan alumiini materiaalin hyvän pursotusominaisuuden takia. Tarkka materiaalityyppi käytettyyn kiinnittimeen on AW 6063 T5. Nimellislujuus on vähintäänkin  $R_{p0,2} \text{ min. } 120 \text{ MPa}$  (profiilisuunnittelu\_2007.pdf, 7).

### **5.2.3 Pituusmitoituksen vaatimukset**

Lyhimmät opastinprofiilien pituudet ovat yleensä noin 500-1000 mm välillä. Suositeltava minimiväli opastinprofiilille on noin 500 mm. Tällöin opastinprofiili voidaan vielä asentaa niin, että sen päät jäävät varmemmin piiloon pystyprofiilien uraan. Lyhyempiäkin voidaan käyttää, mutta kun opastinprofiilin laitetaan sivusta kääntämällä paikoilleen, on lyhyen profiilin kulmasta kulmaan -mitta suhteessa huomattavasti pitempi kuin opastinprofiilin suora mitta. Tästä johtuen lyhyemmällä opastinprofiililla päät jäävät helpommin näkyviin, koska opastinprofiilin pituusmittaa joudutaan asentamista varten lyhentämään.

### 5.2.4 Opastinprofiilin pituustoleranssien vaatimukset

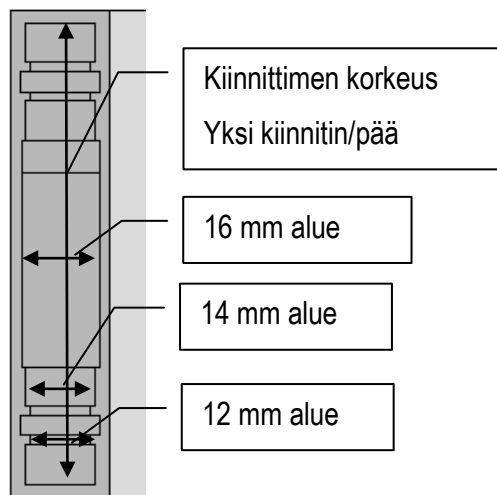
Jotta opastinprofiilien päät pysyvät riittävän hyvin pystyprofiilien urissa, asetetaan opastinprofiileille  $+0/-5$ mm toleranssi suhteessa pystytolppien väliin (kuva 8). Tarkempi kokoonpanokuva liitteessä 2.



Kuva 8. Opastinprofiilin mitoitus pystyprofiileihin nähden

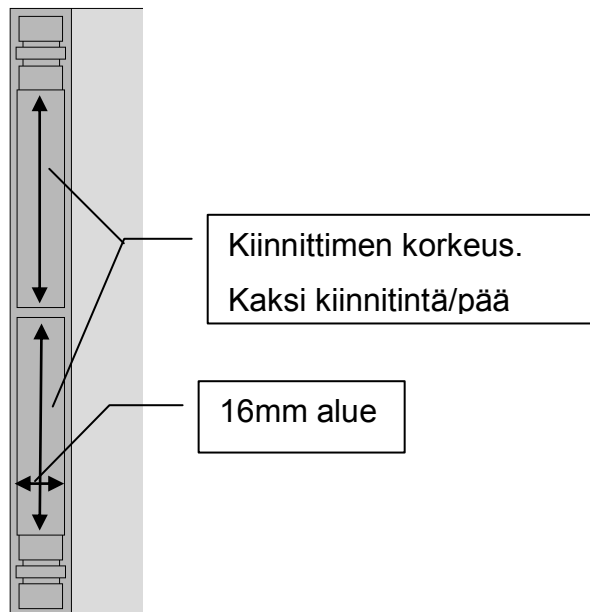
### 5.2.5 Opastinprofiilien sisäpuolisten muotojen vaatimukset

Koska opastinprofiileja on kuutta eri korkeutta ja niissä on hieman erilaiset sisämuodot, tulee suunniteltavan kiinnitinprofiilin mitoitukseen ja muotoiluun kiinnittää erityistä huomiota. Kiinnittimen tulee leveys- ja korkeussuunnassa olla säädettävissä tai itsestään säätävä. Työssä kehitetty kiinnitin katkaistaan pitkäs-  
tä profiilitangosta, joten sen korkeutta voidaan säätää katkonnalla aina käytettävän opastinprofiilin sopivaksi. Matalimmissa 50 mm, 75 mm ja 100 mm, käytetään aina yhtä kiinnitintä opastinprofiilin päätä kohti. Näissä kiinnittimen korkeus on aina vähintään 6 mm ulkomittaa pienempi, joten pituudet ovat vastaavasti 44 mm, 69 mm ja 94 mm. Näissä profiileissa kiinnitin puristuu kiinni 12 mm sisämitan mukaan, joka on kiinnittimen pienin leveysmitta. Kuvassa 9 on havainnollistettu 100 mm korkean profiilin sisällä olevia leveysmittoja.



Kuva 9. Opastinprofiilin sisämuotoja ja mittoja

Korkeammissa opastinprofiileissa käytetään kahta kiinnitintä opastinprofiilin molemmissa päissä, jotta profiili saadaan riittävän tukevasti kiinni. Opastinprofiilin sisämuodossa on olakkeita ja kotelointia (kuva 10), jotka aiheuttavat epätasaisen vastapinnan kiinnitintä vasten. Tästä syystä kiinnitintä ei tehdä koko sisäkotelon mittaiseksi, vaan kiinnitin asetetaan suoran taso-osan kohdalle. Tällöin kiinnittimen pitää kiristyä 16 mm sisämitan mukaan, joka on kiinnittimen suurin suunniteltu aukeamismitta.



Kuva 10. 150 mm korkea opastinprofiili, johon tulee kiinnitin molempiin koteloihin.

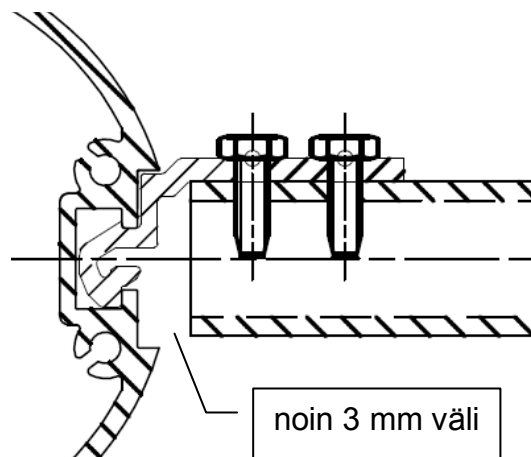
### 5.3 Esisuunnittelu

Suunnittelussa käytettiin 2D-ohjelmaa, koska suunnittelu on suurelta osalta profiilien suunnittelua. Kiinnittimen suunnittelussa tehtiin 4 malliehdotusta, joista 2 valittiin jatkokehittelyyn. Jatkokehittelyssä viimeisteltiin vain toinen, jonka valintakriteerinä oli huomaamattomuus, käytettävyys, jälkityön tarpeen vähäisyys. Seuraavissa luvuissa on tarkemmin selvitetty suunnittelussa esitetyt vaihtoehdot.

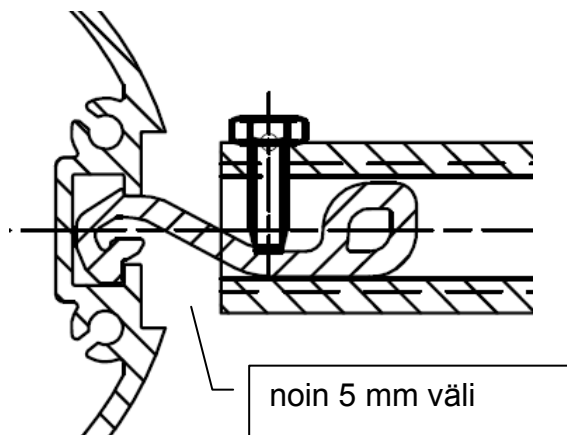
#### 5.3.1 Koukkumalli, kiinnitin opastinprofiilin ulko- tai sisäpuolella

Ulkonäkökriteerit aiheuttivat sellaisten kiinnittimen profiilimallien hylkäämistä, joissa opastinprofiilin pituus jäi niin lyhyeksi, ettei opastinprofiilia voinut missään tapauksessa laittaa pystyprofiilin uraan, koska kiinnitinprofiilin muoto on edessä. Kuvissa 11 ja 12 on esitetyt mallit rajoittavat opastinprofiilin maksimipituuden noin 10 mm lyhemmäksi kuin tolppien väli.

Etuna seuraavissa malleissa on yksinkertaisuus. Kiinnittimessä tarvitaan vain yksi alumiiniprofiilin kiinnityspistettä kohti, ja profiilin koneistukseen tarvitaan vain sen katkaisua, reikien porausta ja kierteen tekoa.



Kuva 11. Koukkumalli 1, jossa kiinnitys ulkopuolelta



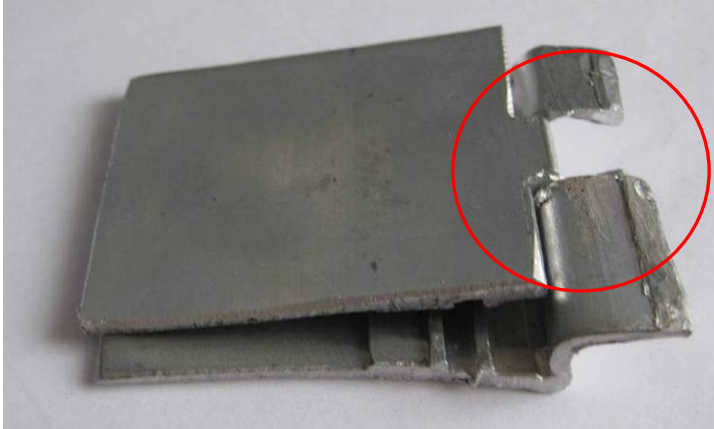
Kuva 12. Koukkumalli 2, jossa kiinnitin tulee profiilin sisäpuolelle

### 5.3.2 Jatkosuunnitteluun hyväksytyt kiinnittimet

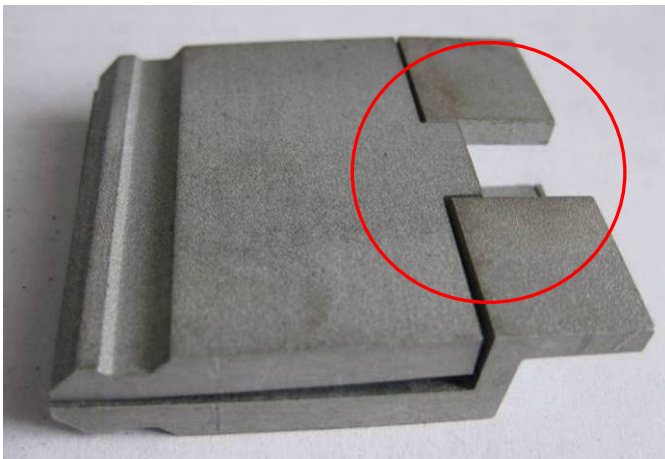
Jatkosuunnitteluun otettiin kaksi mallia. Profiilimuoto, josta kiinnittimen tekemiseen tarvitaan työtilaajan nykyiseen konekantaan nähden vaativaa koneistuksen tekemistä, jätettiin kuitenkin seuraavaksi kehityskohteeksi. Kiinnittimestä tehtiin protomallit, joita hyödynnettiin kokoonpanon testauksessa. Kiinnitinmalli voidaan ottaa käyttöön myöhemmin, jos asiakasyrityksen konekanta voidaan parantaa. Konekannan parantaminen tarkoittaa tukevan jyrsinkoneen hankintaa, jotta vaadittavat koneistukset voidaan tehdä.

Kehitetystä profiilimuodosta tehtiin käsin yksikertainen prototyyppi, jolla saatiin hahmotettua kiinnitysmuotojen toimintaa (Kuva 13). Tällä tavalla saatiin edullisesti käsitys mitä muotoja tarvitaan profiilien kiinnittämiseen toisiinsa. Kuvassa 14 on vastaava kiinnitin lankasahaamalla tehtynä. Tärkeintä tässä testauksessa oli selvittää ympyröitynä olevan alueen toimintaa osia toisiinsa kiinnitettäessä.

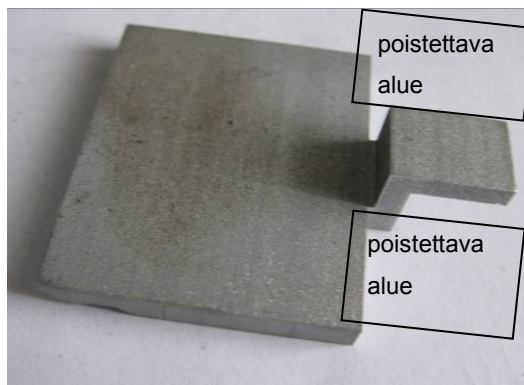
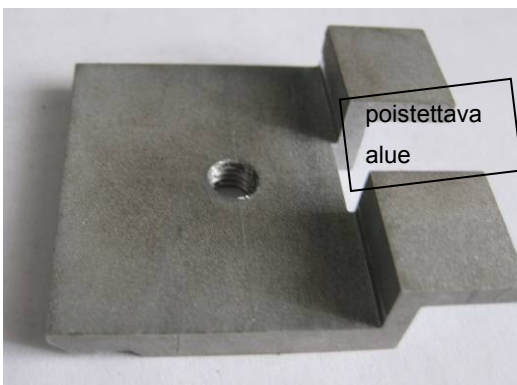




Kuva 13. Käsintehty proto



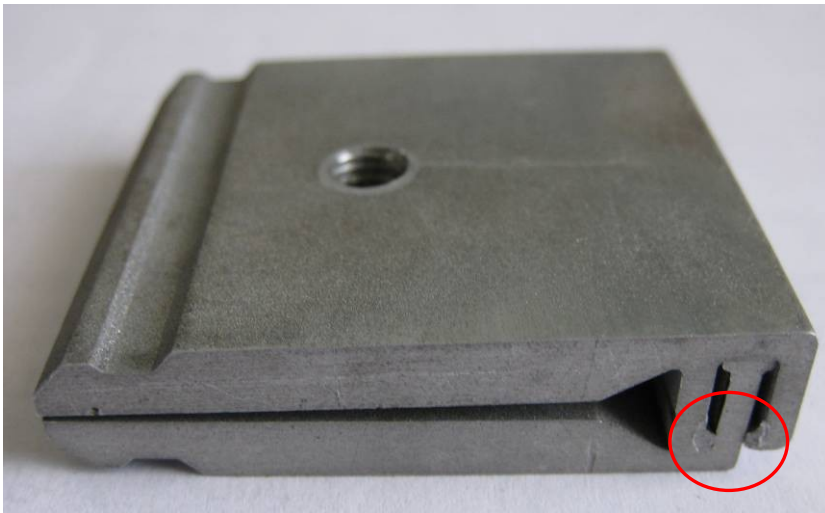
Kuva 14. Levittävä malli, joka voidaan tehdä yhdestä profiilista. Osat kiinnitettynä toisiinsa.



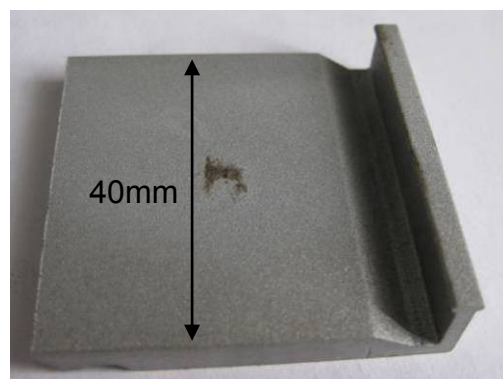
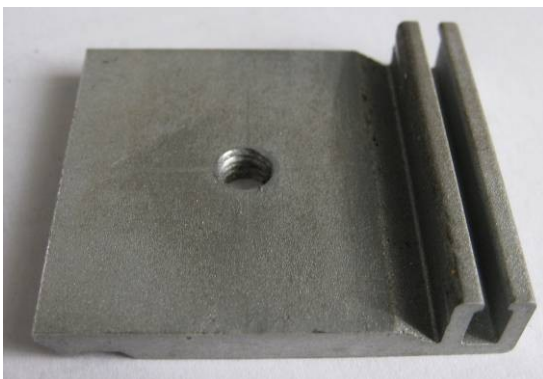
Kuvat 15 ja 16. Levittävä malli, joka voidaan tehdä yhdestä profiilista. Osat erillään.

## Hyväksytty kiinnitinprofiili

Viimeisteltäväksi valittu malli koostuu kahdesta erilaisesta profiilista, joten se vaatii kaksi alumiinin pursotustyökalua. Kuvissa 17 on kiinnitin kokoonpantuna. Punaisella ympyröitynä näkyvät myös pystysuunnan liikkeen estävät, tyssä-mällä tehdyt, yksinkertaiset lukintamuodot.



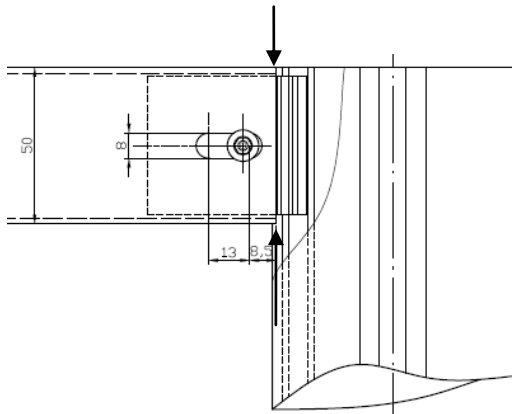
Kuva 17. Jatkokehittelyyn valittu malli



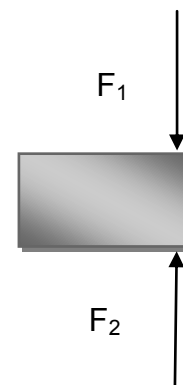
Kuvat 18 ja 19. Jatkokehittelyyn valitun mallin osat erillään

### 5.3.3 Lujuuslaskut hyväksytyllä kiinnittimellä

Kiinnittimen rakenteen tulee kestää 80 kg kuorma. Kiinnittämiseen käytetään aina vähintään kahta kiinnitintä. Laskelmat osoittavat, että jo yksi kiinnitin kestää monikertaisesti vaaditun kuorman. Laskuissa käytetyt kiinnittimen mitat löytyvät liitteestä 3. Kuva 20 on osa kokoonpanokuvasta, nuolilla havainnollistettu kiinnittimeen tulevaa rasitusta ja tukipisteen paikka. Kuvassa 21 on sama tilanne esitetty vapaakappalekuvana.



Kuva 20. Kokoonpanokuva



Kuva 21. Vapaakappalekuva

#### *Kaava 1. Leikkausvoiman laskentakaava*

$$\tau = Q/A$$

missä

$\tau$  = Materiaaliin jännitys (MPa)

$Q$  = Leikkausvoima

$A$  = Leikkauspinta-ala ( $\text{mm}^2$ )

$Q = F$

$F = 800 \text{ N}$

$A = 4,75 \text{ mm} * 43 \text{ mm} = 204,25 \text{ mm}^2$  (yhden kiinnittimen mitat)

$\tau = 800\text{N}/204,25 \text{ mm}^2$

$\tau = 3,9 \text{ N/mm}^2 = 3,9 \text{ MPa}$

## Kaava 2. Yhdistetyn jännityksen laskentakaava

$$\sigma_{ver} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau_{sall}^2}$$

missä

$\sigma_{ver}$  = Vetokokeesta saatu vertailuarvo (MPa)

$\sigma$  = Kappaleeseen kohdistuva vetojännitys (MPa)

$\tau_{sall}$  = Materiaalin sallittu maksimijännitysarvo (MPa)

$\sigma_{ver} = 120$  MPa

$\sigma = 0$

$$\tau_{sall} = \frac{\sigma_{ver}}{\sqrt{3}} = \frac{120 \text{ MPa}}{\sqrt{3}}$$

$\tau_{sall} = 69,3$  MPa

Kun yhden kiinnittimen  $\tau$  on 3,9 MPa ja  $\tau_{sall}$  69,3 MPa, voidaan todeta, että sallittu maksimijännitys alittuu selkeästi, etenkin kun kiinnittämiseen käytetään aina kahta kiinnitintä.

### 5.3.4 Prototyyppien testaus

Suunnitellusta profiileista valmistettiin lanka sahaamalla 4 kappaletta 40 mm korkeita kiinnittimen prototyyppisiä. Protoista valmistettiin 2 kpl kappale kiinnittimen kokoonpanoja, joilla testattiin mittojen ja muotojen soveltuvuutta. Testi tehtiin asennus ja purkutestinä, jossa kiinnittimien avulla asennettiin paikoilleen ja poistettiin opastinprofiili toisia opastimia poistamatta. Testauksessa käytettiin molempia jatkosuunnitteluun hyväksytyjä kiinnitinmalleja, jolloin saatiin varmistettua molempien mallien toiminta käytännön kokoonpanon ja käsiteltävyyden osalta.

Kokoonpanotesteissä käytettiin ylipitkiä ruuveja. Lopullisessa käytössä kiinnittimen ruuvina voidaan käyttää kahta erityyppistä ruuvia, joko kuusiokoloruuvia lieriökannalla tai vastaavaa ruuvia matalalla lieriökannalla. Jos halutaan varmistaa korroosion kestävyys, voidaan käyttää myös ruostumatonta ruuvia. Alla ruuvien tiedot.

Kuusiokoloruuvit. Matala lieriökanta.

Ruuvi M6. Teräs 8.8 sinkitty. Pituus 12-16 mm. DIN 7984

Ruuvi M6. Ruostumaton A2. Pituus 12-16 mm. DIN 7984

(WE\_Ruuviluettelo.pdf, 28)

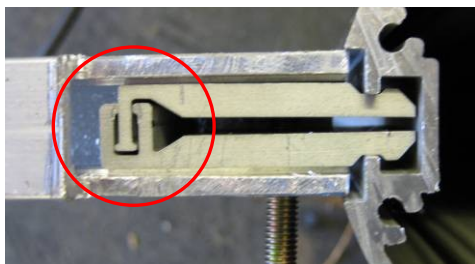
Kuusiokoloruuvi. Lieriökanta.

Ruuvi M6. Teräs 8.8 sinkitty. Pituus 12-16 mm. DIN 912, ISO 4762, SFS 2219

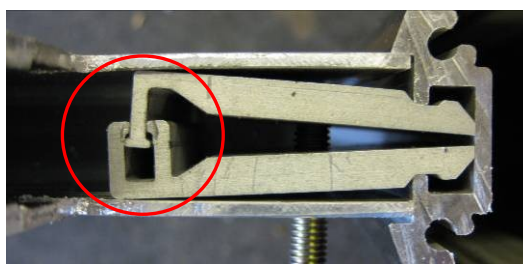
(sama, 27)

### 5.3.5 Kiinnittimen toiminta eri opastinprofiilien sisämitoilla

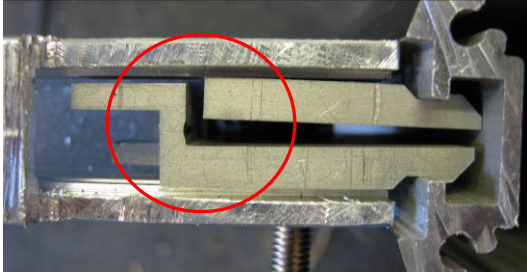
Kuten luvussa 5.2.5 on kerrottu, opastinprofiilien sisämitat ja muodot vaihtelevat riippuen käytettävän opastinprofiilin korkeudesta. Siksi myös kiinnittimen tulee kiristyä eri kohdalla eri leveydelle. Molempien suunniteltujen kiinnittimien toimintaa testattiin testikokoon panossa sisämittojen ääri vaihtoehdoilla. Kuvissa 22-25 näkyvät kiinnittimien laajentuminen eri leveyksille. Punaisen kehän sisällä on osoitettu kohta kiinnittimestä, josta se säätyy eri leveyksille.



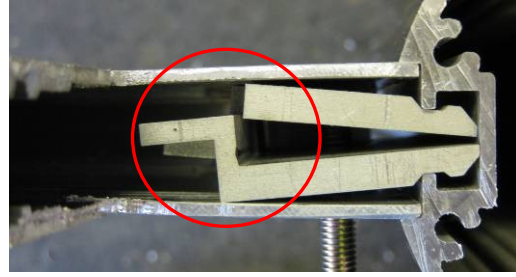
Kuva 22. Minimi 12 mm



Kuva 23. Maksimi 16 mm



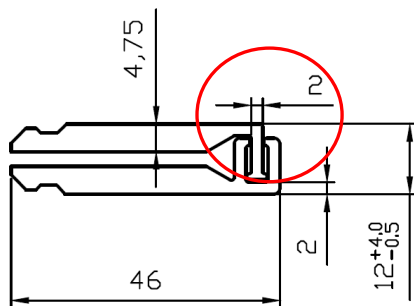
Kuva 24. Minimi 12 mm



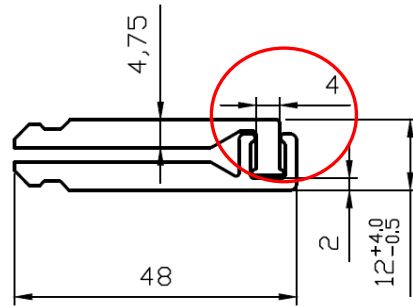
Kuva 25. Maksimi 16 mm

#### 5.4 Kiinnittimen lopullinen suunnittelu

Ennen lopullista suunnittelua alumiiniprofiilin prosessoijalta tarkistettiin kiinnitinprofiilin toiminta pursutusprosessissa. Kysely prosessoijalta osoitti, että pursotustyökalun rakenteen kestossa voi tulla ongelmia. Jotta työkalun rikkoutumisen riski saadaan minimoitua, kiinnitinprofiilin runko-osan saranan väli 2 mm (Kuva 26) muutettiin isommaksi 4 mm (Kuva 27).



Kuva 26. Alkuperäinen muoto

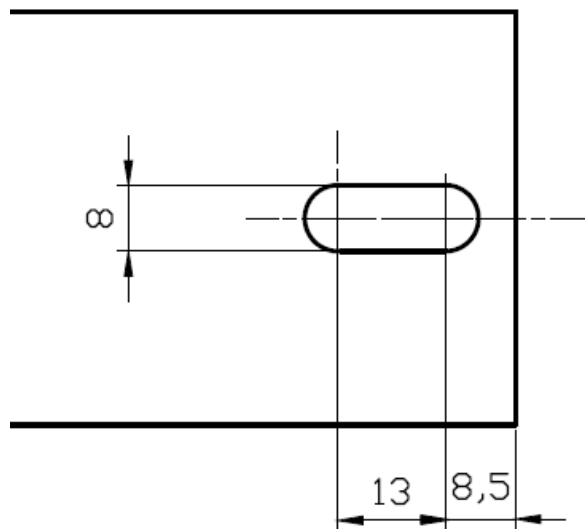


Kuva 27. Muodon suurentaminen

Samalla saranamuotojen välystä kasvatettiin 0.1-0.2 mm. Näin saranan liikkeissä esiintynyt vähäinen jumiutuminen auki asennossa saadaan estettyä. Näiden ohjeiden jälkeen profileja muutettiin ja viimeisteltiin osakuvat.

## 5.5 Opastinprofiiliin tehtävät muodot

Jotta kiinnitintä voidaan liikuttaa opastinprofiilin sisällä, tehdään opastinprofiilin sivuun kiinnittimen ruuville 8x21 mm reikä (kuva 28). Pitkänmallinen reikä tarvitaan ainakin opastinprofiilin toiseen päähän, jotta kokoonpano onnistuu joustavasti, mutta valmistuksen selkeyttämiseksi se on syytä tehdä molempiin päihin. Jos tehdään toiseen päähän pelkkä reikä, sen halkaisija on 8 mm ja paikka 8,5 mm päästä.

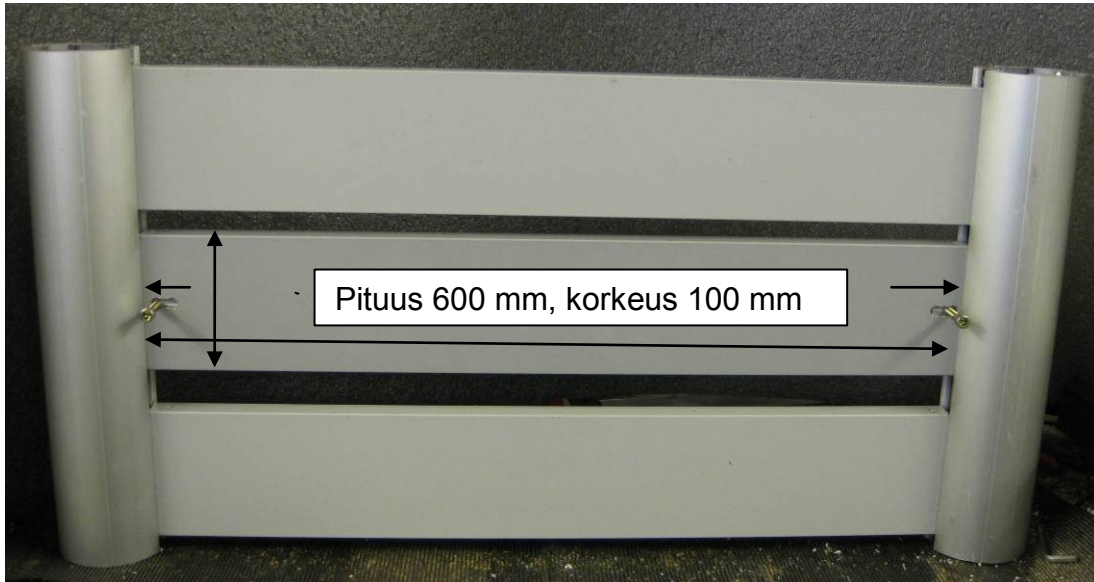


Kuva 28. Opastinprofiilin tehtävä reikä

## 5.6 Opastimen asentaminen sivukautta

Ensimmäisen kerran kokoonpanotapaan uusi kiinnitin ei vaikuta. Sen varsinainen hyöty tulee esille silloin, kun opastimia vaihdetaan toisten opastimien väliin. Asennus tapahtuu aina pää kerrallaan. Asennuksen esivalmisteluna kiinnittimet laitetaan molempiin päihin kokonaan profiilin sisään ja asemoidaan paikoilleen kiristysruuveilla. Ruuveja ei kiristetä tiukkaan, vaan ne asennetaan vain paikoilleen kierteille, jolloin ne pitävät kiinnittimet paikoillaan. Ensimmäinen pää asennetaan sivustapäin pystyprofiilin uran pohjaa vasten ja liu'utetaan sen pään kiinnitin pystyprofiilin uraan pohjaa vasten. Seuraavaksi toinen pää käännetään pystyprofiilin uran kohdalle ja liu'utetaan sen pään kiinnitin pystyprofiilin uraan.

Seuraavaksi opastinprofiili keskitetään pituussuunnassa pystyprofiilien väliin. Tämän jälkeen kiristetään molempien päiden kiinnittimien ruuvit. Kuvan 30 kokoonpanossa keskimmäinen opastinprofiili on asennettu toisten profiilien väliin niitä poistamatta. Molempien päiden kiinnittimet on liu'utettu pystyprofiilin uraan kiinni asentoon ja kiristetty ruuveilla.



Kuva 29. Valmis kokoonpano

Liitteessä 4 on esitetty seikkaperäinen kokoonpano-ohje.



## 6 JATKOKEHITYSMÄHDOLLISUUDET

Kuten aiemmin on kerrottu, suunnittelussa tehtiin alustavat suunnitelmat myös yhdestä profiilista valmistetulle kiinnittimelle, jonka etuna on kiinnitinrakenteen yksinkertaisuus. Profiilia sivusta koneistamalla voidaan tehdä kiinnittimen molemmat puolet, jotka lukittuvat toisiinsa itsestään kokoonpanon yhteydessä.

Tämän kiinnitinmallin etuna on myös helpompi kiinnitinprofiilin määrän optimointi, koska alumiinin pursottajilla on yleensä minimipursotusmäärä, jonka he tekevät kerralla. Kun profiilimuotoja on vain yksi, voidaan tilattavan profiilin määrä paremmin sovittaa sen hetken tarpeisiin. Myös varastoinnissa ja varastonhallinnassa yhden profiilin järjestelmästä on etua.

Jos kehityskohteen kiinnitinprofiili halutaan ottaa käyttöön, täytyy asiakkaan konekantaa kehittää. Toinen vaihtoehto on teettää kiinnittimen koneistus alihankintana, jolloin investoinneilta säästytään, mutta oman työn osuus vähenee.

## 7 YHTEENVETO

Päättötyö aloitettiin tutkimalla nykyisten käytössä olevien kiinnittimien ominaisuuksia ja kartoitettiin niiden puutteita sekä hyviä ominaisuuksia. Työssä kehitettiin tilaajan vaatimukset täyttävä kiinnitin, jolla saadaan vaihdettua opastin toisia opastimia poistamatta.

Patentti- ja hyödyllisyysmallitarkastuksella selvitettiin, löytyykö rajoitteita suunnittelun toteuttamiseen. Kiinnittimen materiaaliksi valittiin alumiini materiaalin mekaanisen lujuuden ja pakkasenkeston vuoksi. Valmistusprosessiksi valittiin alumiinin pursotus, joten materiaalityypiksi otettiin pursotettava alumiini EN AW 6063 T5.

Kiinnittimen rakenteesta suunniteltiin helposti valmistettava ja joustavasti käytettävä erimittaisille opastimen sisämuodoille. Liukuvan saranan ansiosta kiinnitin sopii kaikkiin opastinprofiilien sisäleveyksiin, joita tilaajalla on tällä hetkellä käytössä. Sisämitan leveys voi vaihdella 12-16 mm välillä. Katkomalla profiileja eripituisiksi voidaan kiinnittimen korkeus säätää sopivaksi kuhunkin opastinprofiilikorkeuteen, joita on käytössä kuutta eri korkeutta 50-300 mm välillä. Kiinnittimen valmistus pursotustoimittajan toimittamasta profiilitangosta onnistuu yksinkertaisilla, jo nykyään käytössä olevilla laitteilla ja menetelmillä. Ainoastaan opastinprofiilin sivulle tehtävälle soikea reikä vaatii lisätyöstöä.

Suunnittelu eteni muutaman designehdotelman jälkeen nopeasti määrittelyn osoittamaan suuntaan. Työn aikana tilaajan kanssa käytiin useita suunnittelupalavereita, joissa sen hetken tuloksia tarkasteltiin ja mietittiin tarkennuksia ja parannuksia. Hyväksytysti suunnitelluista kiinnitinprofiileista valmistettiin protosia, joilla tehtiin testikokoonpanon toimivuuden testaamiseksi. Toimivuutta testattiin kahdesta eri näkökulmasta, sivusta asentamisen selvittämiseksi ja kiinnittimen toimivuuden tarkistamiseksi opastinprofiilin eri sisämitoilla.

Testiosilla saatiin selkeä käsitys kiinnittimien toimivuudesta ja ymmärrys mittasuhteista ja muodoista, joita vielä muutettiin lopullisiin kuviin. Kiinnittimestä tehtiin osakuva, kokoonpanokuva ja kokoonpano-ohje.

Suunnittelun aikana opastimet ja alumiinin pursotuksen vaatimukset tulivat tutuksi. Työn aikana saatiin konsultointia alumiinin pursotusalan ammattilaisilta, joiden opastuksella alumiiniprofilien pursotustyökalujen kestoa saatiin optimoitua.

Kiinnittimen suunnittelun yhteydessä saatiin kiinnitykseen käytettävien osien määrää vähennettyä. Kun aiemmassa opastimen kiinnittämismenetyksessä tarvitaan 16 kpl kiinnitysosia opastinta kohti, nyt tarve on 6 kpl tai 12 kpl, riippuen opastimen korkeudesta.

## LÄHDELUETTELO

Conv\_road\_signs\_2006v\_EN.pdf. UNITED NATIONS PUBLICATION. ISBN: 978-92-1-116973-7. Hakupäivä 17.11.2011. (Vienna Convention on Road Signs and Signals 1968, yhdistetty versio)

Koivisto Kaarlo, Laitinen Esko, Niinimäki Matti, Tiainen Tuomo, Tiilikka Pentti, Tuomikoski Juho. Konetekniikan Materiaalioppi 2008.

Liikennemerkkiohje. Tiehallinto. 2003. (2000006-v-03liikennemerkkiohje.pdf Hakupäivä 24.10.2011

Liikennemerkit ja vastaavat liikenteenohjauslaitteet. Osa 1: Liikennemerkit. SFS-EN 128991-1

Liikenteen ohjaus. Viitoitus. Tielaitos, hallinnon palvelukeskus painotuotepalvelut 1996.

profiilisuunnittelu\_2007.pdf. <http://nordicaluminium.a1netti.com>  
Hakupäivä 07.11.2011

Tienvarsimainonnan käsikirja. Helsinki 2002. ISBN 951-726-924-2.  
<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tienvarsimainonta.pdf>. Hakupäivä 24.10.2011

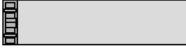
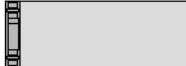
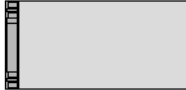

WE\_Ruuviluettelo.pdf. <http://www.wurthelektronik.fi>  
Hakupäivä 24.5.2011

[www.oulunmainoskeskus.fi/liikennemerkit.html](http://www.oulunmainoskeskus.fi/liikennemerkit.html)  
Hakupäivä 15.5.2011

# LIITTEET

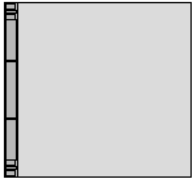
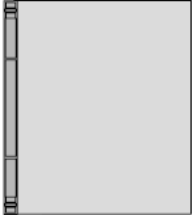
## Liite 1/1

Käytössä olevat opastinprofiilivaihtoehdot.

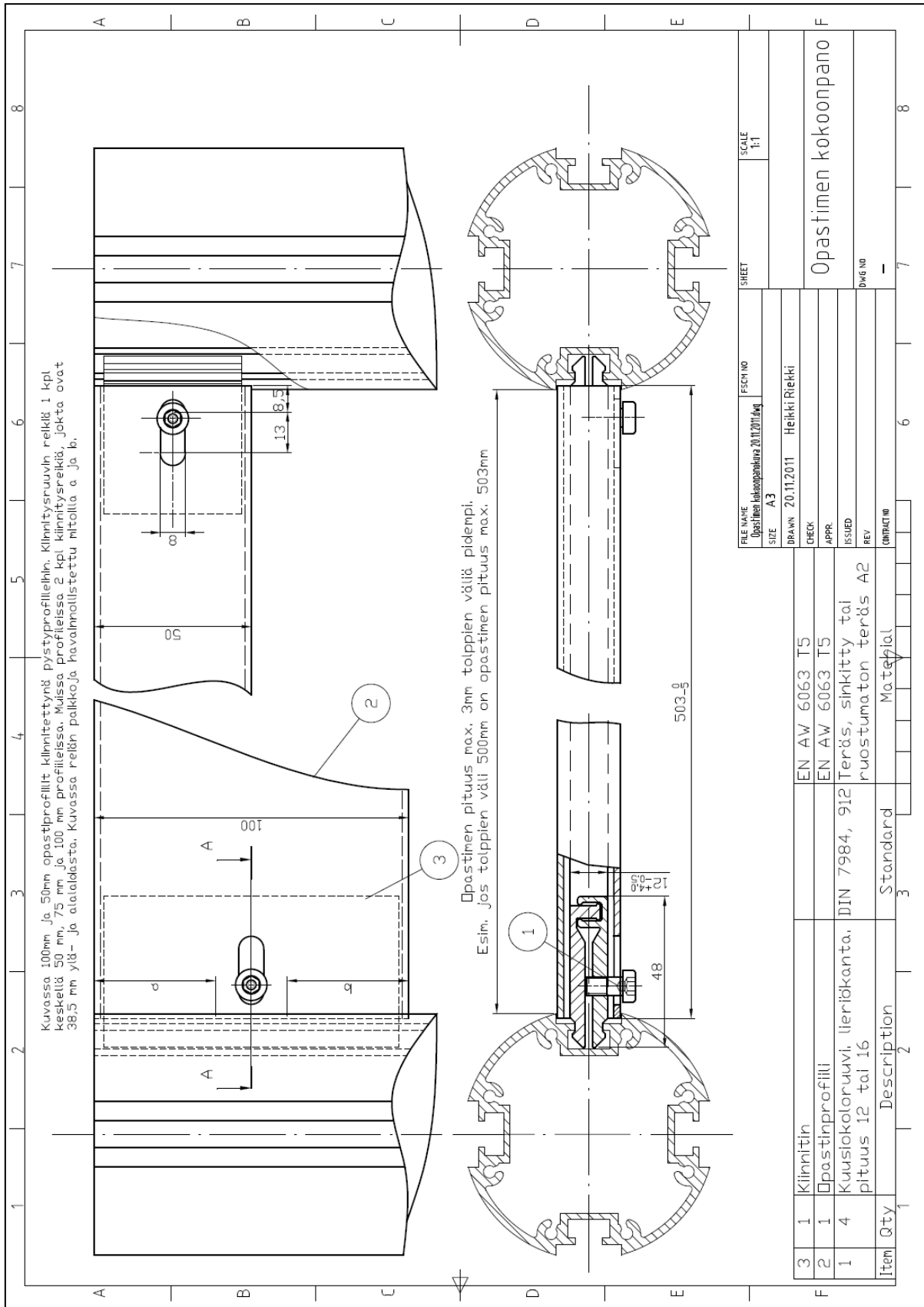
<p><b>DOUBLE SIDED INFOPANEL 50MM</b></p> <p>Mill <b>ML553</b> Black Powder <b>BP553</b> White Powder <b>WP553</b> Colour Powder <b>CP553</b></p>		
<p><b>DOUBLE SIDED INFOPANEL 75MM</b></p> <p>Mill <b>ML551</b> Black Powder <b>BP551</b> White Powder <b>WP551</b> Colour Powder <b>CP551</b></p>		
<p><b>DOUBLE SIDED INFOPANEL 100MM</b></p> <p>Mill <b>ML505</b> Black Powder <b>BP505</b> White Powder <b>WP505</b> Colour Powder <b>CP505</b></p>		
<p><b>DOUBLE SIDED INFOPANEL 150MM</b></p> <p>Mill <b>ML512</b> Black Powder <b>BP512</b> White Powder <b>WP512</b> Colour Powder <b>CP512</b></p>		

Liite 1/2

Käytössä olevat opastinprofiilivaihtoehdot.

<p><b>DOUBLE SIDED INFO PANEL 200MM</b></p> <p>Mill <b>ML523</b> Black Powder <b>BP523</b> White Powder <b>WP523</b> Colour Powder <b>CP523</b></p>		
<p><b>DOUBLE SIDED INFO PANEL 300MM</b></p> <p>Mill <b>ML524</b></p>		

([www.spandexsignsystems.co.uk](http://www.spandexsignsystems.co.uk))



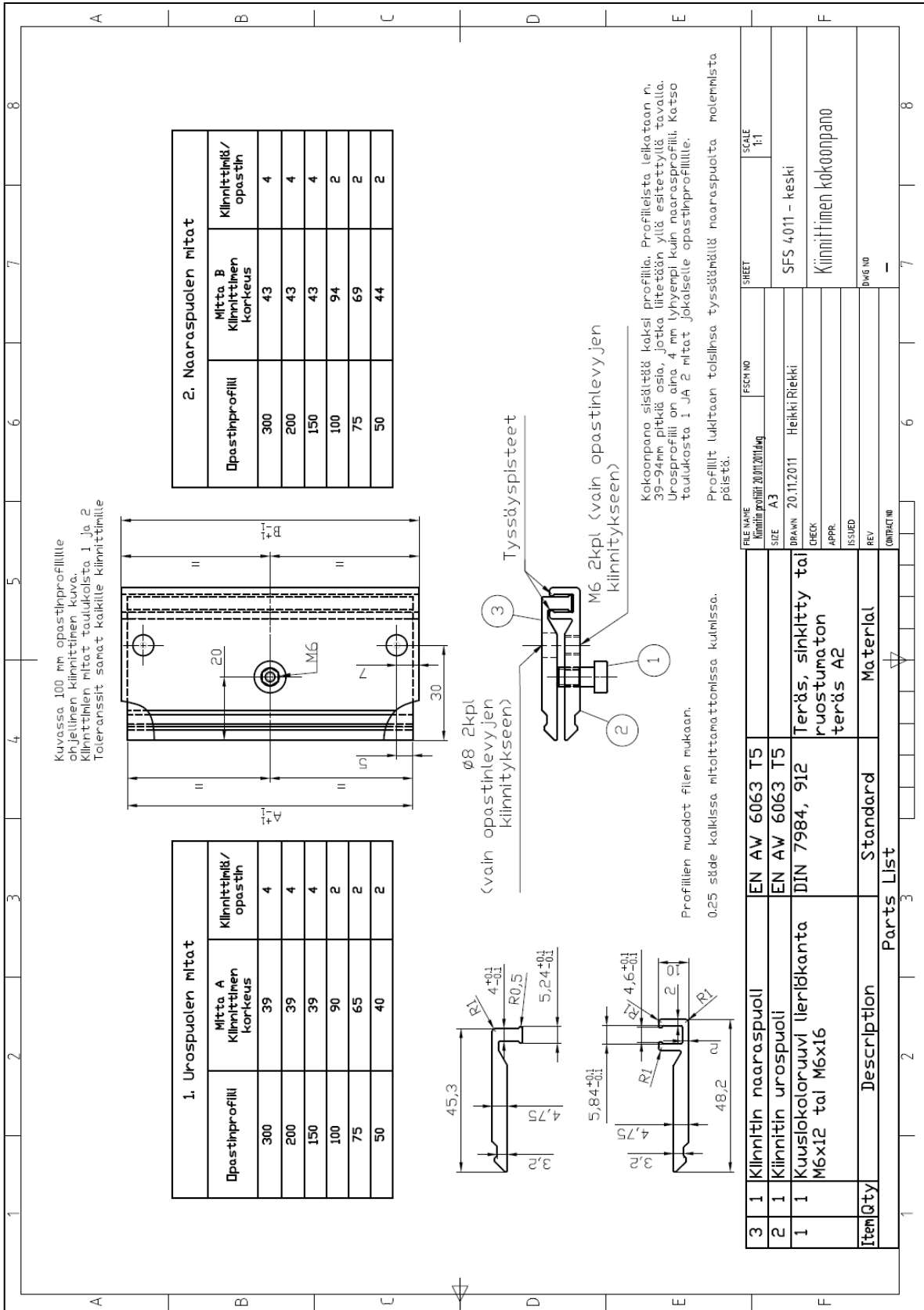
Kuvassa 100mm ja 50mm opastiprofiilit kiinnitettyinä pystyprofiileihin. Kiinnitysruuvien reikiä 1 kpl keskeillä 50 mm, 75 mm ja 100 mm profiileissa. Muissa profiileissa 2 kpl kiinnitysreikiä, jotka ovat 38,5 mm ylä- ja alalabasta. Kuvassa reilän palkkoja havainnollistettu mitolla a ja b.

Opastimen pituus max. 3mm tolppien väliä pidempi. Esm. jos tolppien väli 500mm on opastimen pituus max. 503mm

FILE NAME Opastimen kokoonpanokuva 20.11.2011.dwg	FILE NO	SHEET	SCALE 1:1
SIZE A3	DRAWN 20.11.2011	Heikki Riekkö	
CHECK	EN AW 6063 T5		
APPR	EN AW 6063 T5		
ISSUED	DIN 7984, 912		
REV	Teräs, sinkitty tai ruostumaton teräs A2		
CONTRACT NO	Material		
	Standard		
	3		
	2		
	1		
	8		

Opastimen kokoonpano F

Item	Qty	Description
3	1	Kiinnitin
2	1	Opastinprofiili
1	4	Kuusiokalaruuvi, lieriökanta, pituus 12 tai 16

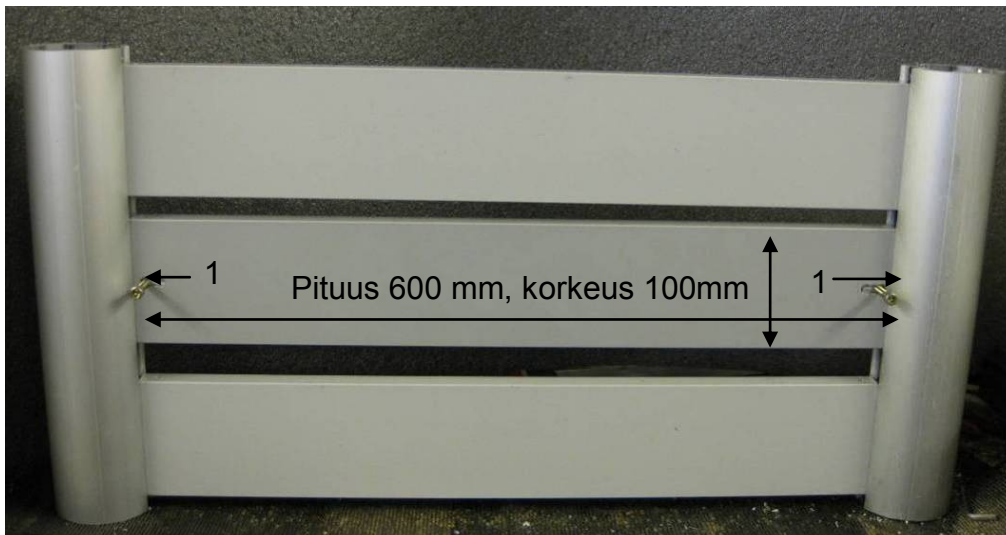




Liite 4/1

### Kokoonpano-ohje

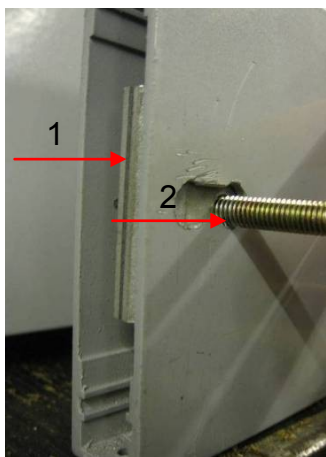
Alla olevassa kuvassa keskimmäinen opastinprofiili on asennettu toisten profiilien väliin niitä poistamatta. Molempien päiden kiinnittimet on liu'utettu pystyprofiilin uraan kiinni asentoon (1) ja kiristetty ruuveilla.



#### Kuva. Valmis kokoonpano

Seuraavassa kuvasarjassa on esitetty opastimen väliin vaihdettavan uuden opastimen asennusvaiheet. Asennus koostuu neljästä päävaiheesta, joissa jokaisessa on 1-3 alavaihetta. Testaus tehtiin 600 mm pitkillä 100 mm korkeilla opastinprofiileilla.

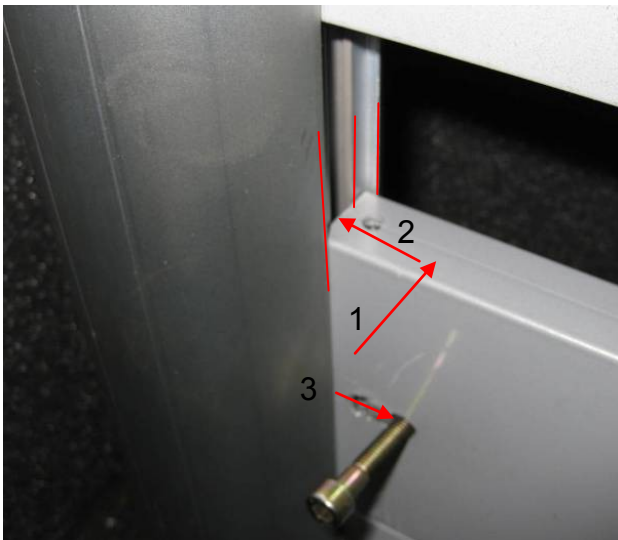
Vaihe 1. Molempien päiden kiinnittimet laitettu opastinprofiilin sisään(1), ruuvi taka-asennossa (2) (kuvassa vain yksi pää).



Kuva 1. Kiinnitin opastinprofiilin sisällä

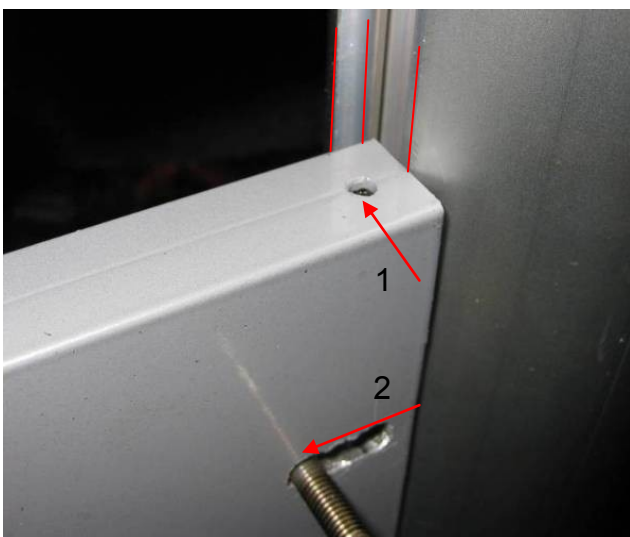
## Liite 4/2

Vaihe 2/2. Opastin laitettu sivusta pystyprofiilin uran kohdalle (1) ja painettu uraan (2). Kiinnitin on vielä vedettynä ruuvilla taka-asentoon (3).



Kuva 2. Ensimmäinen pää asetettu pystyprofiilin uraan

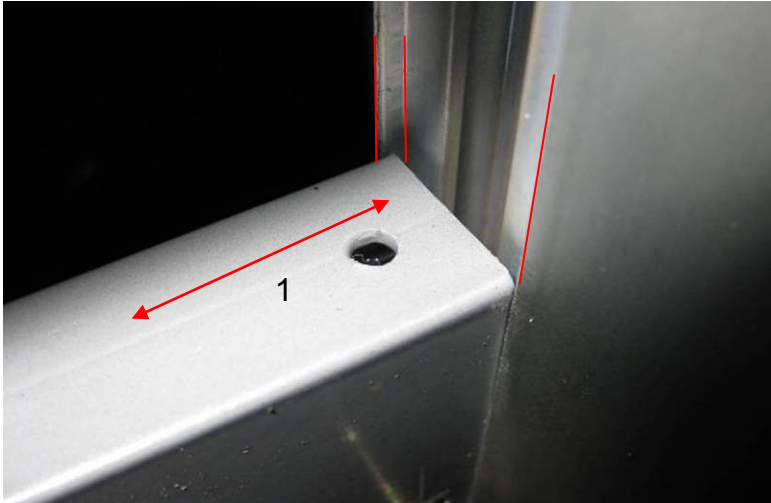
Vaihe 3. Toinen asennetaan sivukautta uraan (1). Kiinnitin vedetty ruuvilla auki asentoon (2).



Kuva 3. Toinen pää vielä sivussa urasta

#### Liite 4/3

Vaihe 4. Opastimen molemmat päät ovat nyt pystyprofiilin urien kohdalla ja keskitettynä opastinprofiilin pituussuunnassa paikoilleen (1). Nyt molempien päiden kiinnittimet voidaan liu'uttaa paikoilleen ja kiristää.



Kuva 4. Toinen pää asetettu uraan