

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

2015

Teemu Hietanen

SEKOITINMODUULIN SÄHKÖKIINNITYSTEN STANDARDOINTI



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

2015 | 33

Timo Vaskikari, Turun AMK

Jukka Sillanpää, Suunnittelupäällikkö, Amomatic Oy

Tomi Saloranta, Automaatiopäällikkö, Amomatic Oy

Teemu Hietanen

SEKOITINMODUULIN SÄHKÖKIINNITYSTEN STANDARDOINTI

Opinnäytetyössä kehitetään uusia ratkaisuja sähkölaitteiston asentamiseksi ja suojaamiseksi. Laitteiston sijoittelua pyritään myös parantamaan. Amomatic on tehnyt sähköasennukset moduuleihinsa itse vasta muutamien vuosien ajan. Sähköasennukset on aiemmin ulkoistettu YIT Oyj:lle. Tästä johtuen sähkökiinnityksiin on perehdytty vähemmän kuin muihin valmistuksen osa-alueisiin.

Opinnäytetyössä etsitään erilaisia sähkökiinnitysvaihtoehtoja, joita vertaillaan keskenään. Työssä arvioidaan erilaisten ratkaisujen soveltuvuutta tiettyihin tilanteisiin. Tavoitteena on löytää käytäntöjä, joita voidaan käyttää muissakin asfalttiaseman moduuleissa.

Työssä päädyttiin kuumasinkittyjen asennusputkien ja metallisten suojaletkujen käyttämiseen tulevilla asennuksissa sähkökaapeleiden suojaamiseksi. Putket ja letkut kiinnitetään, muttereilla kiristettävillä asennussiteillä, tapitushitsattaviin ulkokierrepultteihin.

Opinnäytetyössä onnistuttiin kuvailemaan kehittämiskohteita ja esittämään ratkaisuja ongelmiin.

ASIASANAT:

asfalttiasema, asennusputki, hitsaus, bitumi

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

2015 | 33

Timo Vaskikari, Principal Lecturer, Turku University of Applied Sciences

Jukka Sillanpää, Design Manager, Amomatic Ltd.

Tomi Saloranta, Manager, Product Design & Process Control, Amomatic Ltd.

Teemu Hietanen

STANDARDISATION OF ELECTRICAL INSTALLATIONS OF A MIXER MODULE

The objective of this thesis was to develop new solutions for the installation and protection of electrical equipment. The placement of this equipment is also considered. Amomatic has done the electrical installations for its modules themselves only for a few years. Previously the installations have been outsourced to YIT Ltd. Therefore, this part of production has been given less attention than the others.

This thesis offers different options for the installation of electrical equipment. An evaluation of the suitability in different situations was made. The goal was to find new solutions that can also be used in other modules in Amomatic's asphalt plants.

The results were to use hot galvanized installation pipes and protective metallic conduit systems for the protection of electric cables. These solutions are fastened with brackets to arc stud welded studs.

The areas that need development are presented in this thesis. A few solutions for the problems concerning the installations are suggested.

KEYWORDS:

asphalt plant, installation pipe, welding, bitumen

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 ERILAISIA SÄHKÖKIINNITYSVAIHTOEHTOJA	9
2.1 Kaapeleiden suojaus	9
2.2 Asennusputkien ja suojaletkujen kiinnikkeet	15
2.3 Kiinnitykset moduulin runkoon	18
3 SEKOITINMODUULIN RUNGON SÄHKÖKIINNITYSTEN SUUNNITTELU	23
4 SÄHKÖKIINNITYSTEN 3D-MALLINNUS, SIDEAINELAITTEIDEN ALUSTA	26
5 TYÖN TULOKSET	30
6 YHTEENVETO	31
LÄHTEET	33

LIITTEET

Liite 1. Asennusrasian suojalevy.

Liite 2. Valaisinpohja.

Liite 3. Sideainelaitteiden alusta.

KUVAT

Kuva 1. Amomaticin asfalttiasema.	6
Kuva 2. Jälkikäteen hitsattu ja pohjamaalattu asennusputki.	8
Kuva 3. Asennusputkia kierteillä ja ilman (Obo Hellermann).	11
Kuva 4. Haponkestävä terässuojaletku, terässuojaletku vesitiiviillä vaipalla ja suojaletku sähkösinkityllä teräspunoksella (HellermannTyton).	12
Kuva 5. Aba-asennusside (Etra).	16
Kuva 6. Putkenpitimiä kumieristeellä (Rohrschellen).	16

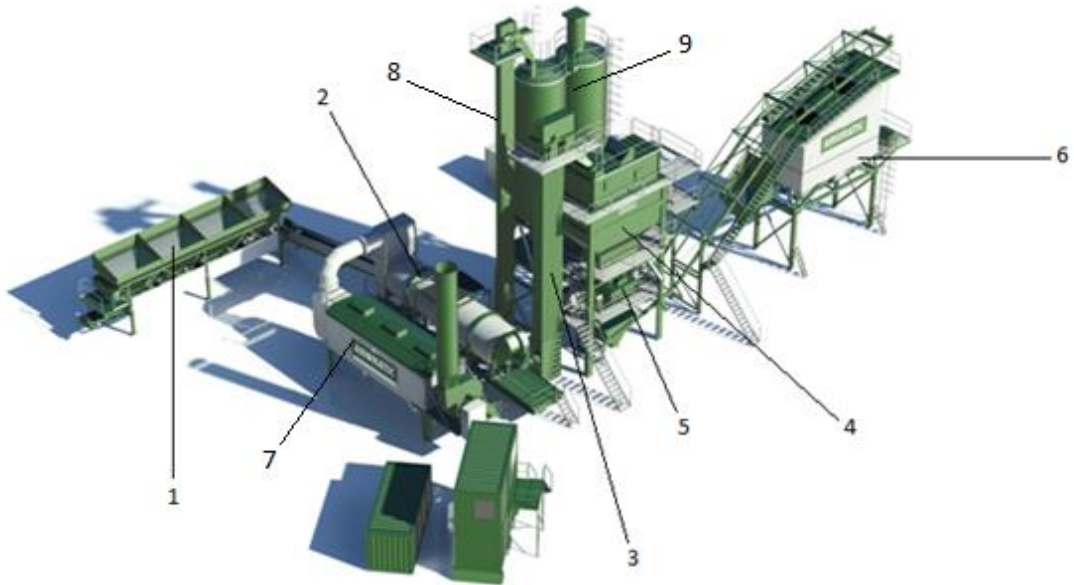
Kuva 7. Putkenpidin (Rohrschellen).	17
Kuva 8. Stauff-kiinnike (Stauff).	17
Kuva 9. Kiinnitysalusta (Stauff).	18
Kuva 10. Hitsauspistooli ja maadoitusliitin.	19
Kuva 11. Virtalähde ja ohjausyksikkö.	20
Kuva 12. Vaakahitsi, jonka hitsaamiseen on käytetty keramiikkarengasta (Retco Oy).	20
Kuva 13. Tapitushitsattuja kaapelinkannakkeita (Retco Oy).	21
Kuva 14. Tapitushitsattuja ulkokierrepultteja. Hitsauksissa on käytetty keramiikkarenkaita. Oikealla taivutustestattu pultti.	22
Kuva 15. Itseporautuvia ruuveja (Hilti).	22
Kuva 16. Sekoitinmoduulin runko.	23
Kuva 17. Asennusrasian suojalevy.	24
Kuva 18. Valaisinpohja.	24
Kuva 19. Kaapelihyllyn kannake (taloon.com).	25
Kuva 20. Vaaka-antureiden asennusrasia, hitsattuja asennusputkia, syöttöpumpun sähkömoottori ja bitumivaaka (sylinterinmuotoinen säiliö).	26
Kuva 21. Sideainelaitteiden alustan vanha 3D-malli.	27
Kuva 22. Sideainelaitteiden alustan uusi 3D-malli.	28
Kuva 23. Aba-asennussiteen kiinnitys.	29

TAULUKOT

Taulukko 1. Asennusputkien mekaaniset ominaisuudet ja arvot.	11
Taulukko 2. Erilaisten suojaletkujen ominaisuuksia.	14

1 JOHDANTO

Amomatic Oy on vuodesta 1919 toiminut asfalttiasemia valmistava ja huoltava yritys. Amomatic:n asfalttiasemat sisältävät kaikki yksiköt (moduulit), jotka tarvitaan asfalttimassan valmistukseen (kuva 1).



Kuva 1. Amomaticin asfalttiasema.

Asfalttiasemassa kiviaines kulkeutuu silloista (1) kuljetinta pitkin kuivausrumpuun (2), jossa se kuivuu ja lämpenee. Kuivausrummusta kiviaines siirtyy kuumalevattorin (3) kautta sekoitintorniin (4). Kiviaines kulkeutuu sekoitintornin moduuleiden läpi, sekoitinmoduulissa (5) muodostuu valmis asfalttimassa, joka kuljetetaan asfalttimassan siiloon (6) väliaikaiseen säilytykseen. Kuivausrummun savukaasut siirtyvät suodattimeen (7), jossa hienoaines putoaa alas ja siirretään ruuvikuljettimella elevaattoriin (8). Elevaattori nostaa hienoaineksen täyteainesiiloon (9). Asfalttipölyä käytetään täyteaineena tietyn tyyppisissä asfalttimassoissa.

Opinnäytetyön aiheena oleva sekoitinmoduuli on sekoitintornin alimmainen yksikkö. Sekoitintorni koostuu täryseulasta, kuumasiiloista ja sekoitinmoduulista. Sekoitintornissa kuuma kiviaines erotellaan täryseulalla

5:een eri kuumasiiloon raekoon perusteella, oikean seossuhteen aikaan saamiseksi. Kun siilon pinnankorkeus on riittävä, sen pohjaluukku aukeaa ja kiviaines tippuu sekoitinmoduulin kivivaakaan. Kivivaa`assa kiviaines punnitaan ja tyhjennetään sekoitinmoduulin sekoittajaan. Sekoittajassa kiviaines, lisättävä sideaine (bitumi) ja muut täyteaineet sekoittuvat sekoitinelimien avulla valmistuen valmiin asfalttimassan.

Opinnäytetyössä perehdytään sekoitinmoduulin sähkökiinnityksiin. Opinnäytetyön sähkökiinnitykset sisältävät sähkökaapeleiden ja asennusrasioiden asentamisen, suojaamisen ja sijoittelun.

Opinnäytetyön tarkoituksena on löytää valmiita ratkaisuja, jotka vähentävät sähkökiinnityksiin käytettyjä työtunteja. Tavoitteena on luoda sähkökiinnityksistä yksinkertaista, toistettavaa kokoonpanotyötä. Tällä tavoin tuotannosta on tarkoitus saada tasalaatuisempaa ja nopeampaa.

Tällä hetkellä sähkökiinnityksissä käytetään kahta erilaista kaapelinasennusratkaisua: teräksisiä asennusputkia ja kuumasinkittyjä kaapelihyllyjä. Asennusputkia käytetään useita eri halkaisijoita ja useita eri pituuksia. Asennusputket on liitetty modulin runkoon hitsaamalla, lattarautojen varaan. Vaakatasossa olevat kaapelihyllyt roikkuvat lattaraudasta tehtyjen, runkoon hitsattujen, kiinnittimien varassa modulin ylä- ja alatasoilla. Pystysuunnan kaapelihyllyt on kiinnitetty pystyrakenteiden sisäpinnoille ja niitä pitkin kulkevat kaapelit on kiinnitetty nippusitein. Pystysuunnan kaapelihyllyjen kiinnikkeet on myös hitsattu runkoon kiinni. Kaapelihyllyjä pitkin kulkevat anturien, kytkimien- ja asennusrasioiden johdot ovat suojaamattomia.

Ongelmana runkoon hitsattavissa teräsputkissa on muun muassa suunnitelmallisuuden puute. Toisinaan putkia joudutaan lisäämään sen jälkeen kun moduuli on jo tullut maalauksesta. Tällöin valmista maalipintaa joudutaan poistamaan, jotta uusi putki saadaan hitsattua runkoon (kuva 2). Rikkoutunutta maalipintaa joudutaan paikkamaalaamaan, eikä lopputulos ole viimeistellyn näköinen.



Kuva 2. Jälkikäteen hitsattu ja pohjamaalattu asennusputki.

Asennusrasiat on useimmissa tapauksissa ruuvattu kiinni L-muotoisiin suojalevyihin, joissa on sateelta suojaava lippa. Levyissä ei ole kiinnitysreikiä asennusrasioita varten, vaan asennusrasiat kiinnitetään itseporautuvilla ruuveilla. Suojalevyt on joko hitsattu kiinni moduliin tai pultattu kiinni runkoon hitsattuihin kannakkeisiin.

2 ERILAISIA SÄHKÖKIINNITYSVAIHTOEHTOJA

Asfalttiasemat ovat ulkokäytössä alttiina UV-säteilylle, kosteudelle ja kiviöllylle. Sekoitinmoduuli lisäksi tärisee ja useat pinnat kuumenevat käytön aikana 100 °C:seen. Noin 200 °C:n lämpöisen asfalttimassan- ja bitumin yliroiskumisen mahdollisuuteen on myös varauduttava. Nämä seikat pitää huomioida kaapeloinnin, asennusrasioiden ja muunkin sähkölaitteiston kiinnittämisessä, sijoittelussa ja suojaamisessa.

Matalatkin lämpötilat on otettava huomioon. Teiden päällystäminen on kausiluontoista toimintaa. Noin puolet vuodesta asfalttiasemat ovat käytössä ja toisen puolikkaan, maan mennessä routaan, ne ovat ulkona säilössä esimerkiksi lentokenttien tai kaatopaikkojen läheisyydessä. Tästä johtuen pohjoisilla alueilla (Pohjoismaissa ja Venäjällä) käytettävillä asfalttiasemilla pakkasen kestävyys on yhtä tärkeää kuin kuumien lämpötilojen sietäminen.

Käytön aikana vallitsevien olosuhteiden lisäksi asemien sähkökiinnitysten pitää kestää kuljetusten aikaiset iskut ja puristusvoimat. Joskus asemia pystytetään paikkoihin, joihin on huonot kulkuyhteydet.

2.1 Kaapeleiden suojaus

Metalliset asennusputket

Metallisia asennusputkia myydään teräksestä ja alumiinista valmistettuja. Teräsputkissa on saatavilla useita eri pinnoitevaihtoehtoja. Teräsasennusputkia valmistetaan muun muassa pulverimaalattuja, sähkösinkittyjä, kuumasinkittyjä; sekä ruostumattomasta teräksestä valmistettuja.

Kuumasinkityksellä saadaan aikaiseksi 40–60 µm:n paksuinen sinkkipinnoite. Teollisuusilmastossa kyseisen pinnoitteen kestoiksi arvioidaan 15–20 vuotta. Vastaavasti sähkösinkityn eli galvanoidun putken, jonka kerrospaksuus on 5–10 µm, arvioidaan kestävän 3–5 vuotta ilman korroosiota. (Suomen

Kuumasinkitsijät ry 2015.) Asfalttiaseman käyttöäksi arvioidaan 15 vuotta. Tämä sulkee sähkösinkityn asennusputken pois vaihtoehdoista.

Asennusputkistandardin korroosioluokitus arvioidaan asteikolla 1–4. Sähkösinkityt ja pulverimaalatut putket saavat luokituksen nro. 2. Kuumasinkitty ja ruostumaton teräspanki saavat nro:lla 4 korkeimman luokituksen. (SFS-EN 61386-1.) Kun pulverimaalattu putki saa saman luokituksen kuin sähkösinkitty, tarkoittaa tämä, että myöskään pulverimaalatut putket eivät kelpaa asfalttiasemaan.

Asennusputkien mekaanisten ominaisuuksien ilmoittamisessa noudatetaan edellä mainitun standardin luokitusta asennusputkille soveltuvien puristuslujuuden, iskunkestävyyden, alimman käyttölämpötilan ja ylimmän käyttölämpötilan osalta. Nämä ominaisuudet arvioidaan asteikolla 1–5, ylintä käyttölämpötilaa lukuun ottamatta, joka arvioidaan asteikolla 1–7. (SFS-EN 61386-1.)

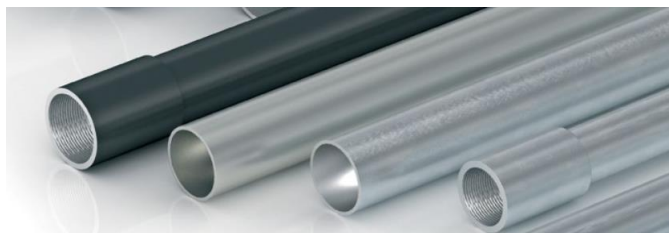
Standardi määrittelee kokonaisuudessaan 12-numeroisen luokituskoodin asennusputkilta vaadittavilta ominaisuuksilta. Edellä mainittujen lisäksi taivutuskestävyys, sähköiset ominaisuudet, suojaus kiinteiden aineiden sisääntunkeutumista vastaan, suojaus veden sisääntunkeutumista vastaan, vetorasituksen kestävyys, palamisominaisuudet ja ripustuskuorman kestävyys kuuluvat standardin piiriin. (SFS-EN 61386-1.)

Alla olevassa taulukossa esitetään erilaisten asennusputkien mekaanisten ominaisuuksien standardin mukaiset luokitukset ja suureiden arvot (taulukko 1).

Taulukko 1. Asennusputkien mekaaniset ominaisuudet ja arvot.

Asennusputki	Puristuslujuus (N)	Iskunkestävyys (kg/mm)	Alin käyttölämpötila (°C)	Ylin käyttölämpötila (°C)
Pulverimaalattu teräs (pistoputki)	4 (1 250)	4 (2,0 / 300)	5 (-45)	6 (+250)
Kuumasinkitty teräs (kierteillä)	5 (4 000)	5 (6,8 / 300)	5	7 (+400)
Kuumasinkitty teräs (pistoputki)	4	4	5	7
Sähkösinkitty teräs (kierteillä)	5	5	5	7
Ruostumaton teräs (pistoputki)	5	5	5	7
Haponkestävä teräs, pistoputki	5	5	5	7
Alumiini (kierteillä)	5	5	5	6

Kaikki asennusputket kestävät vaativia olosuhteita. Alumiiniputki on massaltaan noin puolet teräsputkien massasta, mutta mekaanisilta ominaisuuksiltaan se on samaa tasoa.



Kuva 3. Asennusputkia kierteillä ja ilman (Obo Hellermann 2015).

Asennusputkia voidaan liittää toisiinsa tai niitä voidaan liittää suoriin ja 90° mutkan muodostaviin jatkomuhveihin. Kierteellisiä putkia voidaan liittää myös suoraan kiinni toisiinsa. Kierteettömien putkien liittäminen vaatii jatkomuhvin. Kierteettömän jatkomuhvin sisähalkaisija on hieman suurempi kuin asennusputken ulkohalkaisija. Kierteettäviä jatkomuhveja myydään kumitiivisteellä ja ilman tiivistettä. (Obo Hellermann 2015.)

Sähkökaapeleiden suojaletkut

Sähkökaapeleiden suojaletkut ovat taivuteltavia, toisin sanoen ne palautuvat muotoonsa taivutuksen jälkeen. Sekoitinmoduulin sähkökiinnitykset ovat kiinteitä asennuksia, joten suojaletkujen ei tarvitse kestää toistuvia taivutuksia.

Metallisia suojaletkuja myydään sinkitystä-, haponkestävästä- ja ruostumattomasta teräksestä valmistettuja. Osassa suojaletkuista on muovivaippa ympärillä. Joissakin tapauksissa muovivaipan tai metallin ympärillä on suojapunos (kuva 4.). Suojaletkuja myydään myös täysin muovisina.



Kuva 4. Haponkestävä terässuojaletku, terässuojaletku vesitiiviillä vaipalla ja suojaletku sähkösinkityllä teräspunoksella (HellermannTyton 2015).

Suojaletkuissa käytettäviin muoveihin lukeutuvat muun muassa polyvinyylikloridi (PVC), polyamidi (PA), polyolefiini (PO) ja polypropeeni (PP). Näistä teknisiin muoveihin lukeutuvat polyamidi ja polypropeeni. PVC luokitellaan valtamuoviksi. Tekniset muovit on suunniteltu vaativiin kohteisiin ja ne maksavat moninkertaisesti sen mitä valtamuovit. (Muoviteollisuus ry 2015.)

Kokonaan muovisissa suojaletkuissa tai suojaletkuissa, joissa muovivaippa on uloimpana kerroksena on tärkeää ottaa huomioon kyseisen muovin

palamisominaisuudet. Sähkökaapeleiden suojaletkut kuuluvat suurimmaksi osaksi asennusputkistandardin piiriin ja sen mukaan palamisominaisuudet jaotellaan ”liekkiä ylläpitämättömään” ja ”palamista jatkavaan”. (SFS-EN 61386-1). Valmistajat käyttävät termiä ”itsestään sammuva” liekkiä ylläpitämättömän sijasta. On myös hyvä varmistua, että suojaletkujen mahdollisina palamistuotteina ei synny ihmisille vaarallisia kaasuja kuten halogeeneja tai kadmiumia.

Alla olevassa taulukossa vertaillaan keskenään erilaisia suojaletkuja. Vaihtelevuuksia on: materiaalin, pinnoitteen, suojavaipan, suojaupunoksen, IP-luokituksen ja hyväksytyyn käyttölämpötila-alueen osalta (taulukko 2).

Taulukko 2. Erilaisten suojaletkujen ominaisuuksia.

Materiaali	Pinnoite	Vaippa	Suojapunos	IP-luokitus	Käyttölämpötila alue °C
teräs	galvanointi	PVC	-	66	-15...+70
teräs	galvanointi	PA	-	-	-40...+120
teräs	galvanointi	PVC	galvanoitu teräs	65	-15...+70
teräs	galvanointi	PO	haponkestävä teräs	66	-45...+135
teräs, ruostumaton (AISI 304)	-	-	-	40	-100...+600
teräs	galvanointi	PVC (nestetiivis)		66,67,68, 69K	-15...+75
teräs	galvanointi	-	-	40	-100...+300
teräs, haponkestävä (SS316)	-	-	-	40	-100...+400
teräs	galvanointi	-	galvanoitu teräs	40	-100...+300
PA12	-	-	-	66	-50...+110
PA6	-	-	-	66	-40...+120
PP	-	-	-	66	-20...+90

IP-luokitukset pitävät paikkansa vain käytettäessä kuhunkin suojaletkuun tarkoitettuja liittimiä tai holkkitiivisteitä. IP-luokituksen ensimmäinen numero on kiinteiden aineiden sisääntunkeutumista vastaan asteikolla 3–6 ja toinen numero veden sisääntunkeutumista vastaan asteikolla 0–7. Esimerkiksi IP67 tarjoaa suojan pölyltä ja lyhytaikaiselta veteen upottamiselta. (SFS-EN 61386-1.)

Muovipäällysteiset suojaletkut suojaavat hyvin kosteudelta ja kivipölyltä, mutta muovien kestävä lämpötila-alue on suppeampi kuin metalleilla. Metallien heikkouksena on huono suojaus kosteutta vastaan, mutta iskun- ja hankauksen kestävyys osalta metalli on muoveja parempi vaihtoehto. Suojaletkuissa käytetyillä muoveilla on useita eri ominaisuuksia riippuen muovin laadusta. Vaihtelua löytyy öljyjen, veden, kuumuuden ja UV-säteilyn kestävyudessa.

Suojaletkuja käyttämällä voidaan parhaassa tapauksessa suojata yksittäisiä johtoja melkein kaikilta ympäristön vaatimuksilta. Yksittäisten johtojen suojaaminen ei kuitenkaan ole kovin kustannustehokasta. Yksittäisten johtojen pujottaminen suojaletkuihin vie myös paljon aikaa. Asennusputkia käyttämällä sen sijaan voidaan laittaa useita johtoja kulkemaan yhden putken läpi.

Suojaletkuja voitaneen käyttää harkiten joihinkin tilanteisiin. Esimerkiksi kun on tärkeää suojata jokin anturin johto koko pituudeltaan, sen tehdessä mutkia reitillään asennusrasialle tai sähkökaapille, voi suojaletkun käyttö olla hyvä ratkaisu.

2.2 Asennusputkien ja suojaletkujen kiinnikkeet

Aba-asennusside

Aba-asennusside koostuu tärinää vaimentavasta eteenipropeeni (EPDM) -kumista ja taipuisasta, ohuesta sähkösinkitystä teräsnauhasta (kuva 5). Aba-asennussidettä käytetään letkujen, putkien ja kaapeleiden ripustamiseen. Asennussidettä käytetään erityisesti ajoneuvoteollisuudessa hyvän tärinänvaimennus ominaisuutensa vuoksi. (Ares 2015.)

EPDM-kumi luokitellaan sään-, otsonin- ja lämmönkestäviin yleiskumeihin, jotka kestävät huonosti öljyä (SFS-3551).

Kumin lämpötila-alueeksi arvioidaan -35...+100 °C (Rohrschellen 2015). Näin ollen päällyste sulaa joutuessaan kosketuksiin kuuman bitumin tai

asfalttimassan kanssa. Asennussidettä ei myöskään voida kiinnittää suoraan kiinni tai liian lähelle kuumia pintoja.



Kuva 5. Aba-asennusside (Etra 2015).

Putkenpitimet

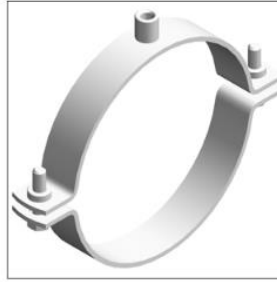
Putkenpitimissä löytyy useita eri vaihtoehtoja kiinnityksen ja kiristyksen osalta (kuva 6). Jotkin putkenpitimet sisältävät kierteen, kierretappiin kiinnitystä varten, osassa on valmiina pultti ja mutteri; ja osassa on vain kiinnitysreikä. (Rohrschellen 2015.)

Tärinää vaimentavissa kiinnikkeissä on käytetty eristävänä materiaalina EPDM-kumia. Itse kiinnikkeen materiaalina on käytetty sähkösinkittyä S235JR-rakenneterästä. Oheisten putkenpitimien kestävät enimmäisvoimat vaihtelevat välillä 200–1 000 N. (Rohrschellen 2015.)



Kuva 6. Putkenpitimiä kumieristeellä (Rohrschellen 2015).

Paksummasta (3,0 mm) rakenneteräksestä valmistetut sähkösinkityt putkenpitimet kestävät jo huomattavasti suurempia voimia (kuva 7). Esim. koot 32–67 mm kestävät 3,4 kN:n kuorman. (Rohrschellen 2015.)



Kuva 7. Putkenpidin (Rohrschellen 2015).

Stauff-kiinnike

Stauff-kiinnike koostuu kahdesta toisiinsa kiinni ruuvattavasta puolikkaasta (kuva 8). Puoliskot kiinnitetään toisiinsa kahdella pultilla. Amomatic käyttää jo stauff-kiinnikkeitä pneumatiikkaputkien asennuksissa. Soveltuvuus sähkökiinnityksiin oli vielä tutkimatta.



Kuva 8. Stauff-kiinnike (Stauff 2015).

Stauff-kiinnikkeet vaativat kiinnitystä varten, joko kiinnitysreiät runkoon, kierretapit sisäkierteillä tai hitsattavan metallialustan, jossa on sisäkierteiset kierretornit (kuva 9).



Kuva 9. Kiinnitysalusta (Stauff 2015).

Kiinnikkeiden materiaalinvalinta vaihtoehtoina löytyy polypropeeni, polyamidi, alumiini ja termoplastinen elastomeeri.

2.3 Kiinnitykset modulin runkoon

Tapitushitsattavat kierretapit

Opinnäytetyön aikana Amomaticiin saapui Retco Oy:n edustaja Jukka Setälä esittelemään nostosytytyksellä toimivaa kaaritapitushitsauslaitetta. Aiheesta oli Powerpoint-esitys ja käytännön testaus, jossa Amomaticin työntekijät pääsivät hitsaamaan ulkokierretappeja metallilevyyn. Setälä demonstroi hitsausliitosten kestävyyttä tekemällä muutamia taivutustestejä.

Tapitushitsaus jaetaan tapitushitsaukseen kärkisytytyksellä ja tapitushitsaukseen nostosytytyksellä. Tapitushitsauksessa nostosytytyksellä hitsaustappi asetetaan hitsauspistoolin (kuva 10) tapinpitimeen ja painetaan kohti työkappaletta. Hitsauksen alussa pistoolin mekaniikka nostaa tapin irti työkappaleesta. Tämän aikana tapin ja työkappaleen välille muodostuu valokaari. Valokaari aiheuttaa hitsaustapin ja työkappaleen sulamista muodostaen hitsisulan. Lopuksi hitsauspistoolin mekaniikka työntää tapin hitsiin ja hitsausvirta katkeaa.



Kuva 10. Hitsauspistooli ja maadoitusliitin.

”Tapitushitsaus nostosytytysmenetelmällä vaatii joko suojakaasun tai hitsauspistoolin pitimeen asetettavan keramiikkarengaan hitsausliitoksen suojaamiseksi. Käytettäessä keramiikkarengasta hitsautapin hitsautuvassa pohjassa täytyy olla sytytysnasta, joka kaasuuntuu lämmön vaikutuksesta toimien niin sanottuna deoksidaatioaineena, eli se ehkäisee huokosten muodostumista hitsisulaan. Sytytysnasta on tapin päähän puristettu alumiinipallo. Toinen vaihtoehto on, että alumiini ruiskutetaan tapin päähän alumiinipallon sijaan. Keramiikkarengaat ovat kertakäyttöisiä.” (Setälä.)

Hitsauslaite koostuu virtalähteestä, ohjauksyksiköstä, siirrettävästä toimilaitteesta (hitsauspistoolista tai hitsauspäästä) ja hitsauskaapeleista. Ohjauksyksikkö ja virtalähde ovat useimmissa laitteissa toisiinsa yhdistettyinä (kuva 11). Ohjauksyksikkö säätelee hitsausparametreja, mutta myös hitsauspistoolin liikkuvia osia. (SFS-EN ISO 14555.)

Kaaritapitushitsauksessa hitsausajan ja hitsausvirran arvot voidaan arvioida muutamalla yksinkertaisella laskukaavalla. Käytettäessä kaaritapitushitsausta nostosytytysmenetelmällä keramiikkarengalla tai suojakaasulla:

Hitsausaika sekunteina, $t (s) = 0,02 \times d (mm)$, tapinhalkaisijoille 12 mm asti. Pätee seostamattomille teräksille. Seosterästen hitsausvirta on noin 10 % pienempi. Hitsausajat vaihtelevat välillä 100–3000 ms.

Hitsausvirta ampeereina, $I (A) = 80 \times d (mm)$, tapinhalkaisijoille 16 mm asti. (SFS-EN ISO 14555.)

Hitsausvirta vaihtelee 300–3000 A:n välillä. Kaarijännite määräytyy noston korkeuden (n. 1,5–8 mm) ja hitsausvirran mukaan. Mitä suurempi on noston korkeus sitä pidempi valokaari ja sitä suurempi jännite. Pinnan epäpuhtaudet, kuten rasvat ja öljyt pienentävät kaarijännitteen suuruutta. Kaarijännite vaihtelee 20–40 V:n välillä. (SFS-EN ISO 14555.)



Kuva 11. Virtalähde ja ohjausyksikkö.

Hitsausta vaaka-asennossa pidetään vaativampana kuin hitsausta jalko- tai lakiasennoissa. Painovoima saattaa aiheuttaa valuman hitsausliitokseen. Hitsausaikaa pyritään pienentämään hitsattaessa vaaka-asennossa nopeamman jäähtymisen aikaansaamiseksi.



Kuva 12. Onnistunut vaakahitsi (PC), jonka hitsaamiseen on käytetty keramiikkarengasta (Retco Oy).

Hitsaustappeja valmistetaan kierteellisinä ja kierteettöminä. Kierteellisiä hitsaustappeja valmistetaan sisä-, ja ulkokierteellä. Kierteellisiä hitsaustappeja on saatavilla muun muassa laipalla ja ohennettuina. Tapitushitsauksella pystytään kiinnittämään myös monen muunlaisia kiinnikkeitä ja kannakkeita.



Kuva 13. Tapitushitsattuja kaapelinkannakkeita (Retco Oy).

Demohitsauksessa hitsattiin M12 ulkokierretappeja, jotka olivat pituudeltaan 35 mm. Tapit olivat materiaaliltaan seostamatonta S235 rakenneterästä. Tappien murtolujuus (R_m) oli 420 N/mm^2 ja myötölujuus (R_{el}) oli 340 N/mm^2 .

Hitsauksessa annettiin hitsausvirran arvoksi 750 A, virtavuon ajaksi (hieman eri kuin hitsausaika) noin 350 ms, ulkoneman (keramiikkarenaan ylittävä tapin osa) arvoksi 3,5–4 mm ja nostokorkeudeksi 2 mm.

Taivutustesteissä hitsausliitokset pitivät. Pultit katkesivat perusaineesta hitsausliitosten kestäessä edestakaiset taivutukset (kuva 14.).



Kuva 14. Tapitushitsattuja ulkokierrepultteja. Hitsauksissa on käytetty keramiikkarenkaita. Oikealla on taivutustestattu pultti.

Itseporautuvat ruuvit

Amomatic käyttää itseporautuvia ruuveja asennusrasioiden kiinnittämiseen suojalevyihin. Ongelmana on muodostuneen reiän aiheuttama korroosioriski, sekä ratkaisun kertakäyttöisyys. Kertaalleen irrotettuja ruuveja ei saada takaisin samoihin reikiin toista kertaa. Lisäksi ruuvit porautuvat pitkälle suojalevyn läpi jättäen epäsiistin vaikutelman. Hyvää itseporautuvissa ruuveissa on kuitenkin se, että niiden kiinnittäminen on helppoa ja nopeaa.

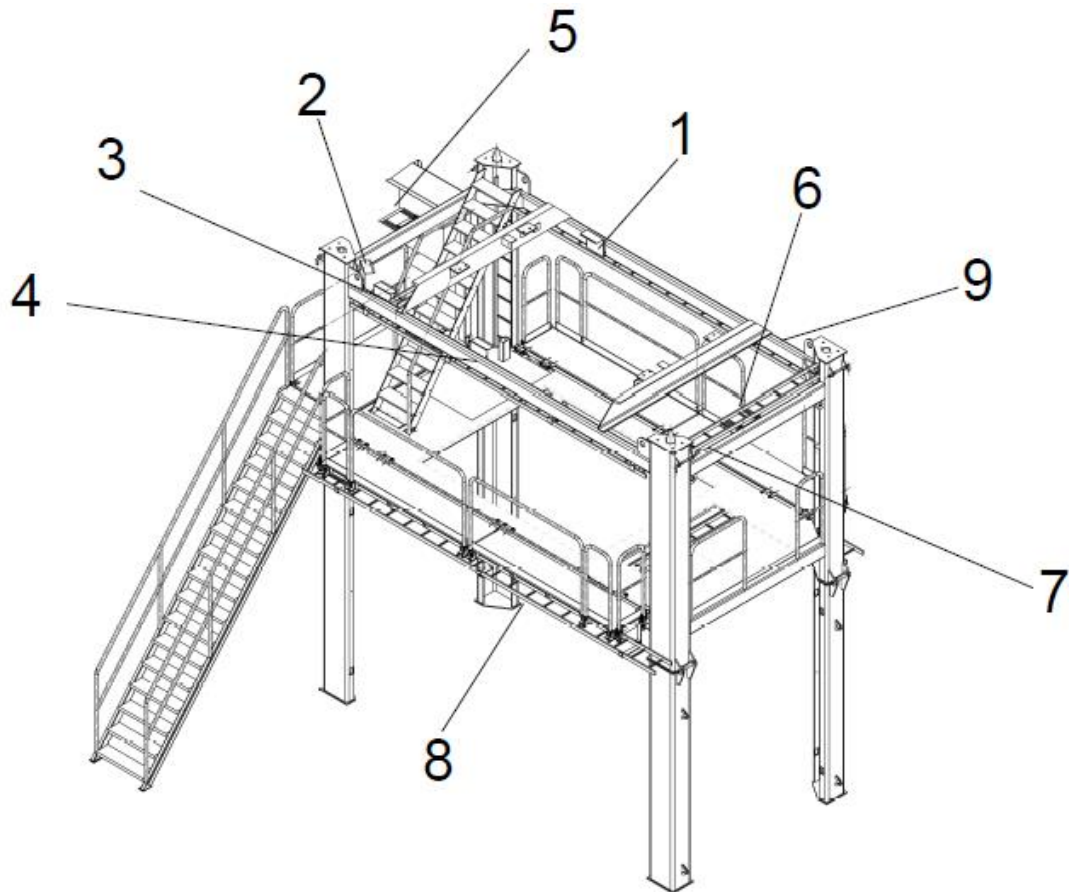
Itseporautuvia ruuveja valmistetaan muun muassa galvanoidusta hiiliteräksestä ja ruostumattomasta teräksestä (kuva 15).



Kuva 15. Itseporautuvia ruuveja (Hilti 2015).

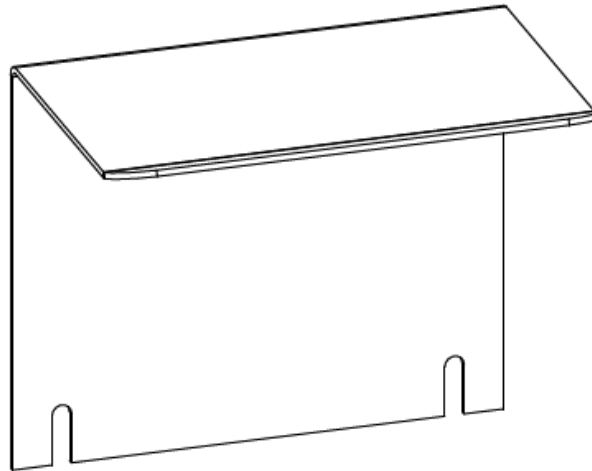
3 SEKOITINMODUULIN RUNGON SÄHKÖKIINNITYSTEN SUUNNITTELU

Amomaticin sekoitinmoduulin runko, johon sovelletaan kappaleessa 2 esitettyjä sähkökiinnitysvaihtoehtoja (kuva 16).



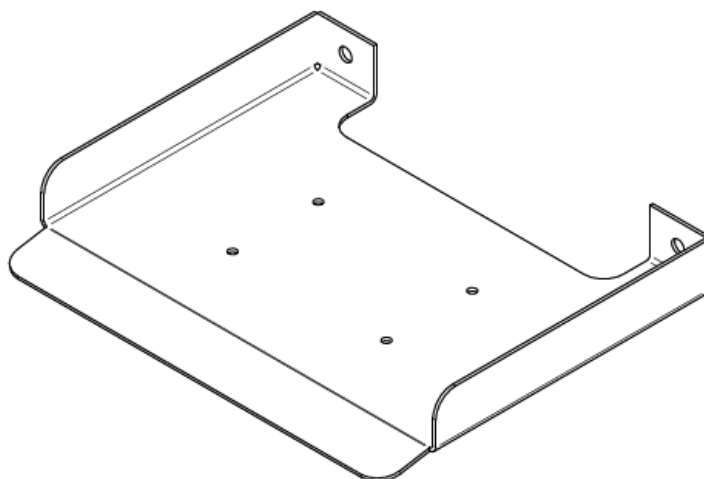
Kuva 16. Sekoitinmoduulin runko.

Kohdissa 1,2,3 ja 4 runkopalkkeihin hitsatut asennusrasioiden suojalevyt voidaan korvata uusilla laserleikatuilla ja särmätyillä suojalevyillä, joissa on reikien paikat kiinnitystä varten (kuva 17). Suojalevyt voidaan asentaa runkopalkkeihin tapitushitsauslaitteella hitsattuihin ulkokierretappeihin. Suojalevyt kiristetään paikoilleen muttereilla. Asennusrasiat kiinnitetään suojalevyyn itseporautuvilla ruuveilla tilan puutteen vuoksi. Hylsy ei mahdu asennusrasian sisälle, jotta sen saisi pultattua kiinni.



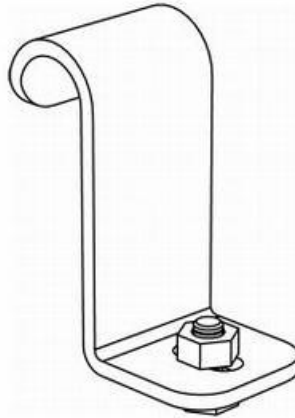
Kuva 17. Asennusrasian suojalevy.

Kohdat 5 ja 6 ovat valaistusta varten. Valaisimien asennuslevyjen kiinnittämisessä voidaan käyttää samaa tekniikkaa kuin asennusrasioiden suojalevyjen kohdalla. Valaisinpohjat valmistetaan leikkaamalla ohutlevy laserilla oikeaan muotoon, jonka jälkeen kyljet ja päädyt särmätään 90°:n kulmaan. Sateelta suojaava lippaa taivutetaan 10°, jotta sadevesi valuu valaisinpohjan sivuilta alas. Levyssä oleva aukko on johtoja varten. Valaisinpohjassa on myös valaisimen kiinnitysreiät (kuva 18.).



Kuva 18. Valaisinpohja.

Numerot 7,8 ja 9 osoittavat kaapelihyllyjä, joiden nykyisin käytetyt kannakkeet on hitsattu runkoon kiinni. Aiemmin runkoon hitsatut kannakkeet voidaan kiinnittää tapitushitsattuihin ulkokierretappeihin ja kiristää muttereilla paikoilleen (kuva 19).



Kuva 19. Kaapelihyllyn kannake (taloon.com 2015).

Käyttämällä asennusrasioiden suojalevyt ja valaisinpohjat kuumasinkityksessä; sekä käyttämällä kuumasinkittyjä kaapelinkannakkeita voidaan sekoitinmoduulin rungon sähkökiinnitykset asentaa maalauksen jälkeen. Kuumasinkityt osat eivät tarvitse maalipintaa riittävää korroosiosuojaa varten.

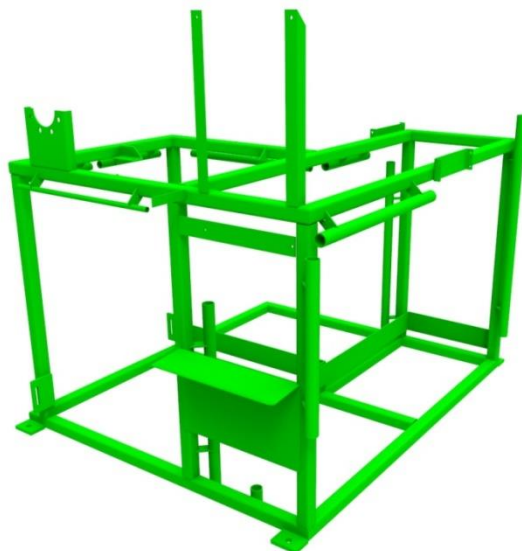
4 SÄHKÖKIINNITYSTEN 3D-MALLINNUS, SIDEAINELAITTEIDEN ALUSTA

Sideainelaitteiden alusta on 50x50 neliöputkipalkista koostuva kehikko, jonka varassa bitumivaaka roikkuu. Sideainelaitteiden alusta on hitsattu sekoitinmoduulin runkoon kiinni. Kiertopumput siirtävät lämmitetyn bitumin säiliöstään bitumivaa`alle punnittavaksi, jonka jälkeen alustan syöttöpumppu siirtää aineen sekoittimeen, jossa valmis asfalttimassa valmistuu. Alustaan on myös asennettu venttiilikaappi, jonka kautta ilmanpaine johdetaan paineilmakontista modulin paineilmasyylintereille ja venttiileille. Alustan sähkökytkennät koostuvat kolmesta punnitusanturista, vaa`an pinnankorkeuden mittausanturista, termostaatista, vaa`an lämmitysvastuksesta, pumpun lämmitysvastuksesta ja pumpun sähkömoottorista. Asennusrasioita on kolme, joista kahdesta menevät sähkövedot sekoitinmoduulin sähkökaapille. Toisinaan asennustyössä johtoja jätetään liian pitkiksi. Tällöin johtoja sidotaan nippusiteillä asennusputkien ympärille, jolloin osuuksia johdoista jää suojaamatta ja lopputulos on epäsiistin näköinen (kuva 20).



Kuva 20. Vaaka-antureiden asennusrasia, hitsattuja asennusputkia, syöttöpumpun sähkömoottori ja bitumivaaka (sylinterinmuotoinen säiliö).

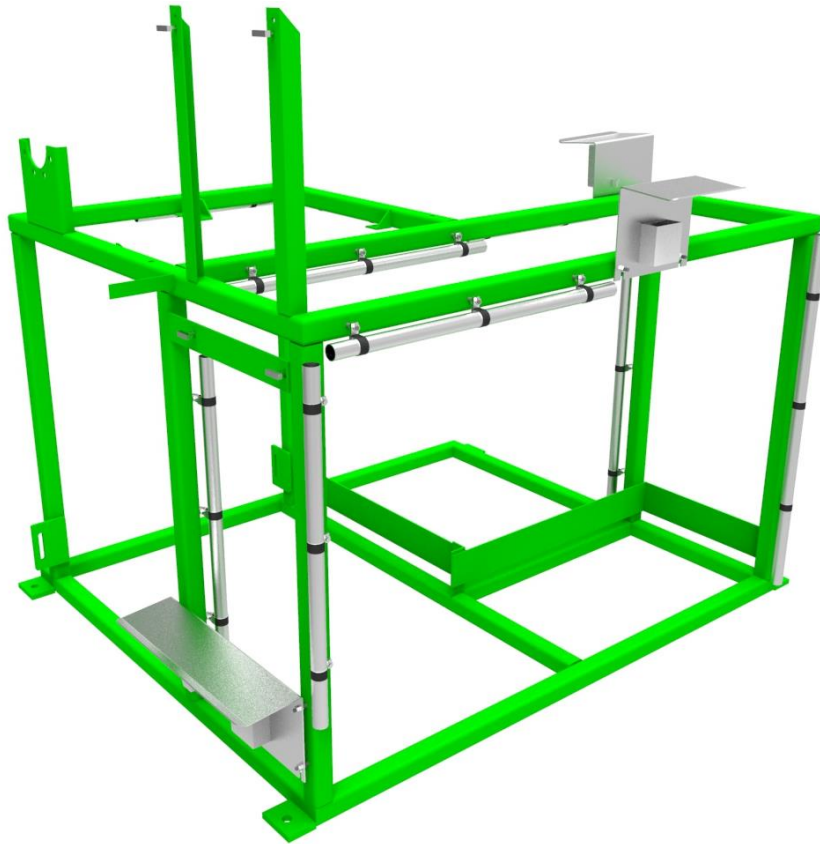
Aiemmassa 3D-mallissa kaapeleiden suojina käytettiin lattarautojen varaan hitsattuja teräsputkia, joita oli useita eri halkaisijoita ja pituuksia (kuva 21). Asennusrasioiden suojalevyt taiteltiin sivuista ja kiinnitettiin pultilla ja mutterilla kiinni alustaan hitsattuun kannakkeeseen.



Kuva 21. Sideainelaitteiden alustan vanha 3D-malli.

Alustan uudessa 3D-mallissa mallinnettiin kiinnityksiä varten, tapitushitsattavia, 30 mm:n pituisia M8-ulkokierrepultteja. 3D-mallinnuksessa runkoon hitsatut putket korvattiin ulkohalkaisijaltaan 32 mm:n asennusputkilla. Kyseinen koko havaittiin riittävän väljäksi, jotta yhteen putkeen saataisiin mahtumaan sähkömoottorin virtakaapeli, asennusrasian kaapeli ja/tai useita anturikaapeleita. Asennusputkia mallinnettiin 3:a eri pituutta 500 mm, 750 mm ja 1 000 mm (kuva 22.). Näitä pituuksia käyttämällä saatiin putkien väliset etäisyydet mahdollisimman pieniksi, sekä putkien päät mahdollisimman lähelle asennusrasioita jättäen paljaiden kaapeleiden osuudet mahdollisimman lyhyiksi. Muuttamalla hieman asennusputkien sijoitusta pystyttiin vähentämään asennusputkien kokonaismäärää yhdellä asennusputkella. Samalla pinnankorkeuden anturin reittiä sähkökaapille pystyttiin lyhentämään ja yhden vaaka-anturin reittiä asennusrasialle saatiin lyhyemmäksi ja paremmin suojatuksi. Asennusrasioiden vanhat suojalevyt korvattiin uusilla, joissa on

reikien paikat ulkokierrepultteja varten. Suojalevyt ovat samoja kuin sekoitinmoduulin runkoon tarkoitetut.



Kuva 22. Sideainelaitteiden alustan uusi 3D-malli.

Kiinnityksissä käytettiin aba-asennussiteitä. Asennussiteet ovat sisähalkaisijaltaan 32 mm. Siteiden kiinnitysreiät ovat halkaisijaltaan 8,4 mm. Ajatuksena oli, että asennuksessa kiinnityssiteet kiristettäisiin paikoilleen kahden mutterin väliin (kuva 23.). Asennusside valikoitua mallinnuksessa käytettäväksi kiinnityskomponentiksi, koska sen oletettiin olevan esitetyistä vaihtoehtoista nopein ja helpoin asennettava. Asennussiteen voi laittaa suoraan putken ympärille ja saman tien kiristää paikoilleen. Sisäkierteellä varustetut putkenpitimet täytyy kiertää oikeaan asentoon ja kiristää erikseen putken ympärille.



Kuva 23. Aba-asennussiteen kiinnitys.

Huonona puolena asennussiteessä on, että kumieriste sulaa mikäli kuumaa bitumia roiskuu sen päälle, mutta se olisi kuitenkin poikkeustapaus ja muutaman uuden kiinnikkeen vaihtaminen on nopeasti suoritettu.

Ulkokierrepulttien hitsaamisen nopeuttamiseksi voidaan käyttää jigilevyjä, joissa on reiät oikealla jaksotuksella kutakin asennusputkea varten. Tällä tavoin esimimerkiksi 90°:n kulmaan taivutettu jigilevy saadaan laitettua oikeaan kohtaan ja tuettua putkipalkkia vasten. Työ nopeutuu, kun ei tarvitse merkitä kierretappien paikkoja jokaiseen valmistettavaan sideainelaitteiden alustaan.

5 TYÖN TULOKSET

Ulkokäytössä olevat asfalttiasemat ovat alttiina kosteudelle ja korroosiolle. Tämän vuoksi kaapelien suojaksi valittiin parhaan korroosionkestävyyden omaava asennusputki. Putkien keskinäiset erot olivat pieniä, käytettyjä pinnoitteita lukuun ottamatta. Sopivaa suojaletkua valittaessa huomio kiinnittyi veden sisääntunkeutumisen estämiseen. Käytettäväksi suojaletkuksi valittiin letku, jossa on vedenpitävä muovivaippa, jonka ympärillä on vielä muovin rikkoutumista estävä suojarahus. Letkun käyttölämpötila-aluekin on laaja.

Tapitushitsattavat kierretapit ja niiden hitsausliitokset ovat kestäviä, ja ne ovat nopea tapa tehdä paikkoja kiinnityksiä varten. Asennussiteiden kiinnittäminen ulkokierrepultteihin käy myös nopeasti. Asennussiteet voidaan kiinnittää pulttien päihin, jolloin ne ovat riittävän kaukana moduulin kuumista pinnoista. Tällöin eristekumi ei ole sulamisvaarassa.

Opinnäytetyön perusteella suositellaan näitä ratkaisuja tulevilla sekoitinmoduulin sähkökiinnityksissä:

- Aba-asennussiteet (mutterikiinnitys)
- Tapitushitsattavat ulkokierrepultit
- Kuumasinkityt asennusputket
- Suojaletkut, IP66 (galvanoitua terästä PO-vaipalla ja haponkestävällä suojarahuksella)

6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli sähköasennusten nopeuttaminen ja helpottaminen, etsimällä tietoa sekoitinmoduuliin soveltuvista sähköasennuskomponenteista, sekä suunnittelemalla asennustyöt nykyistä paremmin.

Käyttämällä muutamaa sähkökiinnitysratkaisua useassa eri paikassa voidaan merkittävästi vähentää valmistukseen käytettyjä työvaiheita ja työhön käytettyä aikaa. Esimerkiksi käyttämällä vain kahta erilaista suojalevyä voidaan suojata kaikki sekoitinmoduulin asennusrasiat. Samoin voidaan oletettavasti toimia muidenkin moduulien osalta. Tämän lisäksi vähentämällä asennusputkien kokojen määrää helpotetaan asennustyötä ja selkeytetään putkien varastointia. Ulkoistamalla joitakin töitä kuten suojalevyjen pintakäsittelyn ja asennusputkien katkaisun, pystytään vähentämään työhön käytettyä aikaa ja kustannuksia.

Tapitushitsauslaite mahdollistaa monet uudet kiinnitysratkaisut. Tämän lisäksi hitsauslaitteen käyttö on nopeaa ja helppoa. Tapitushitsaus vaatii huomattavasti vähemmän ammattitaitoa kuin muut hitsaustavat. Alkuinvestoinnin ja perehdytyksen jälkeen käyttöön saadaan laite, jota voidaan käyttää kaikkiin sekoitinmoduulin kiinnityksiin. Tapitushitsausta voidaan jatkossa käyttää muidenkin moduulien sähkökiinnityksissä. Tapitushitsausta voidaan käyttää myös pneumatiikkaputkien kiinnittämiseen ja muihin mekaanisiin kiinnityksiin.

Mielestäni opinnäytetyön aihe oli melko laaja. Työ oli sekoitus suunnittelutyötä, tietojen etsimistä ja vaihtoehtojen vertailua. Suuri osa opinnäytetyössä käsitellyistä asioista olivat ennestään melko tuntemattomia. Asfalttiaseman, ja sekoitinmoduulin toiminnan opettelemiseen kului aikaa.

Yhdeksi ongelmaksi muodostui aiheen rajaus. Erilaisia sähkökiinnitysvaihtoehtoja on paljon, ja otin vertailuun vain käyttökelpoisimmilta vaikuttavat ratkaisut.

Olettaisin, että 3D-mallinnuksella olisi opinnäytetyön suurin yksittäinen arvo työn teettäneelle yritykselle. Sideainelaitteiden alustan 3D-malli tarjoaa

kokonaisen sähkökiinnityssuunnitelman, jossa on kiinnitetty huomiota myös yksityiskohtiin. Muihin osa-alueisiin perehtyminen oli teoreettisempaa.

LÄHTEET

Ares Oy 2015. http://mediakone.luovanet.fi/aineistot/1050/ares_2014_71_.pdf

HellermannTyton 2015. <http://www.hellermanntyton.fi/site/tuotteet/helaguard-metalliset-suojaletkujaerjestelmaet>

HellermannTyton 2015. <http://www.hellermanntyton.fi/site/tuotteet/helaguard-muoviset-suojaletkujaerjestelmaet>

Hilti Oy 2015. https://www.hilti.fi/ruuvaustekniikka/itseporautuvat-ruuvit/sc-CLS_METAL_CONSTRUCTION_SCREWS

Obo Bettermann GmbH & Co 2015. http://www.obo-bettermann.com/downloads/fi/prospekte/VBS_Asennusputket-teraksesta.pdf

Muoviteollisuus ry 2015.

http://www.muoviteollisuus.fi/fin/muovitieto/muovit/muovien_luokitus/

Rohrschellen 2015. <http://www.test-air.fi/pdf/01%20-%20Rohrschellen.pdf>

SFS-EN ISO 14555. Hitsaus. Metallisten materiaalien kaaritapitushitsaus.

SFS-EN 61386-1. Sähköasennusten asennusputkijärjestelmät. Yleiset vaatimukset osa:1.

SFS-3551. Kumit, kumityypit- ja laadut.

Stauff GmbH & Co 2015.

http://www.stauff.com/fileadmin/Downloads/PDF/STAUFF%20ONE/NoAm-Version/STAUFF_ONE_NoAm_2013/A_STAUFF_ONE_-_STAUFF_Clamps_-_US-English_2013.pdf

Suomen kuumasinkitsijät ry 2015. <http://www.kuumasinkitys.fi/kesto.html>

