

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Tatu Hara

JUNAN WC-MODUULIN SÄHKÖJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Opinnäytetyö
Marraskuu 2013



OPINNÄYTETYÖ
MARRASKUU 2013
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6800

Tekijä

Tatu Hara

Nimike

Junan wc-moduulin sähköjärjestelmän suunnittelu

Toimeksiantaja

Joptek Oy Composites

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia suunnitelma Turkkiin myytävän espanjalaisen junavalmistajan junan wc-moduulin sähköjärjestelmästä, toimeksiantaja Joptek Oy:n saamaan tarjouspyyntöön perustuen. Sähköjärjestelmän suunnitelma laadittiin toimeksiantajani jo aiemmin suunnitteleman wc-moduulirakenteen kanssa toimivaksi kokonaisuudeksi. Työ tehtiin tarjouspyynnön asettamia vaatimuksia, kohdetta koskevia määräyksiä ja direktiivejä noudattaen.

Opinnäytetyössä keskittyttiin enimmäkseen järjestelmässä käytettävien sähkölaitteiden hankintaan, niille asetettuihin vaatimuksiin ja käytettävyyteen suunnittelukohteen ympäristössä. Työn tuloksena oli varustelutasoa ja vaatimuksia vastaavan laitteiston materiaalihankinnoissa tarvittavien tietojen selvittäminen sekä vaadittavien sähköjärjestelmän valmistuksessa välttämättömien dokumenttien laatiminen. Opinnäytetyössä laaditut dokumentit on pääsääntöisesti tarkoitettu auttamaan tarjouksen tekemisessä, käytettävien ratkaisumallien kuvaamiseksi sekä niiden oikeellisuuden varmentamiseksi tarjouspyynnön lähettäneeltä asiakkaalta. Mahdollisten asiakkaan haluamien muutosten jälkeen suunnitelmaa voidaan käyttää myös tuotantovaiheessa.

Kieli
suomi

Sivuja 30
Liitteet 3
Liitesivumäärä 8

Asiasanat

sähkösuunnittelu, wc-moduuli, juna



THESIS
NOVEMBER 2013
Degree Programme in
Electrical Engineering
Karjalankatu 3
FIN 80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. 358-13-260 6800

Author

Tatu Hara

Title

Designing Power System for of TrainToilet Module

Commissioned by

Joptek Oy Composites

The purpose of this study was to create a plan for the train toilet module's electrical system that is used by a Spanish train manufacturer. That system is planned to be sold to Turkey and the plan is based on the request for a quotation Joptek Oy had received. The plan of electrical system was made to work with the toilet modular design that my client has already designed. The work was done by following requirements, specifications concerning the object and directives.

This study was mainly focused on the acquisition of the electrical equipment used in the system, the requirements set on them and the usability in the environment of planned object. The result of this work was the necessary information in tabular form for acquiring the equipment that meets the requirements and the equipment features as requested. As part of the work was also the preparation of the necessary documents for the production of the electrical system. The documents created in this study are meant mainly for the client to support quotation. The documents are also useful for presenting used solution models, for the subscriber that has send an offer. The plan can also be used during the production phase, if the client has desired changes to the plan.

Language
Finnish

Pages 30
Appendices 3
Pages of Appendices 8

Keywords

electrical planning, toilet module, train

Sisältö

1	Johdanto.....	5
2	Toimeksianto.....	5
3	Tarjouspyyntö.....	5
4	Suunnittelu.....	6
4.1	Kevytrakenteinen WC-moduuli.....	6
4.2	UIC (International Union of Railways).....	6
4.3	RoHS-direktiivit.....	6
4.3.1	RoHS-1-direktiivi.....	7
4.3.2	RoHS-2-direktiivi.....	8
4.4	Sähkösuunnittelu.....	9
5	Laitteet ja muut komponentit.....	9
6	Dokumentointi.....	19
6.1	Sijoittelupiirustukset.....	19
6.2	Sähkötarvikeluettelo.....	20
6.3	Kytkentäkaaviot.....	20
7	Pohdinta.....	20
	Lähteet.....	22

Liitteet

Liite 1	Sijoittelupiirustukset
Liite 2	Sähkötarvikeluettelo
Liite 3	Kytkentäkaaviot

1. Johdanto

Opinnäytetyön aiheena oli espanjalaisen junavalmistajan Turkkiin myytävään junavaunukokonaisuuteen kuuluvan WC-moduulin sähköjärjestelmän suunnittelu. Toimeksiantajani Joptek Oy Composites on saanut tarjouspyynnön koskien WC-moduulin suunnittelua ja valmistusta. Työssä perehdytään sähkölaitteiden ja muiden sähkötarvikkeiden tarkkojen tyyppien valitsemiseen sekä niiden soveltuvuuden todentamiseen edellä mainitussa käyttökohteessa toimivaksi kokonaisuudeksi.

2. Toimeksianto

Opinnäytetyöni aiheen sain yrityksen Joptek Oy Composites toimeksiantamana. Joptek Oy on komposiittirakenteita suunnitteleva ja valmistava, vuonna 1985 perustettu yritys. Yrityksen suunnittelu ja tuotantotilat sijaitsevat Lieksassa. Joptek Oy toimittaa kevytrakenne- ja komposiittirakennejärjestelmiä mm. kuljetusväline-, merenkulku- ja rakennusteollisuudelle. Edellämainittu yritys kehittää ja toteuttaa kevytrakenneratkaisuja myös teollisuudenaloille, joilla komposiitteja ei aikaisemmin ole käytetty. [1]

3. Tarjouspyyntö

Lähtökohtana suunnittelulle toimi asiakkaan lähettämä tarjouspyyntö. WC-moduulin varustelutaso sekä sille asetetut vaatimukset eritellään tarjouspyynnössä tarkasti. Se rajaa moduulin valmistuksessa ja varustelussa käytettäviksi sallitut materiaalit sekä sisältää luettelon suunnittelussa ja valmistuksessa noudatettavista direktiiveistä ja ohjeistuksista.

4. Suunnittelu

4.1 Kevytrakenteinen WC-moduuli

Suunnittelun kohteena osaksi junavaunukokonaisuutta asennettava WC-moduuli on suunniteltu valmistettavaksi kevytkomposiittirakenteista. Tällaisen valmistustavan etuja ovat täydellisesti varustellun moduulin kevyt paino verrattuna muihin rakenneratkaisuihin. Usein myös kyseinen ratkaisu on ainoa varteenotettava vaihtoehto, koska junavaunun kokoaminen ja testaus tapahtuu lopullisesti yhdessä paikassa ja kokonaisuuden rakenteet voivat tulla useilta valmistajilta eri puolilta maailmaa.

4.2 UIC (International Union of Railways)

UIC toimii alan maailmanlaajuisena yhteistyöjärjestönä ja Euroopan tasolla teknisten asioiden yhteistyöfoorumina. Kaikki tärkeimmät rautatieyhtiöt ovat UIC:n jäseniä. Rautatieliikenteessä käytettäviksi tulevien kokonaisuuksien suunnittelusta ja valmistuksesta on Kansainvälinen Rautatieliitto antanut jäsenilleen sitovia tiedotteita koskien turvallisuus- ja käytettävyyksivaatimuksia. [2]

Opinnäytetyön kohteena olevan WC-moduulin sähköjärjestelmän suunnittelu toteutetaan noudattaen näitä tarjouspyynnössä lueteltujen tiedotteiden säädöksiä.

4.3 RoHS-direktiivit

RoHS-direktiivi (The Restriction of the use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment) on euroopan unionin säännös jonka tarkoituksena on suojella ihmisten terveyttä sekä ympäristöä. Niillä halutaan edistää sähkö- ja elektroniikkaromun hyödyntämistä ja käsittelyä ympäristön säästämistä ajatellen.

RoHS-direktiiveillä rajoitetaan siinä mainittujen kiellettyjen haitallisten aineiden käyttämisestä. Sähkö- ja elektroniikkalaitteet eivät saa sisältää missään homogeenisessa aineessa enempää kuin 0,1 % laitteen painosta kiellettyjä aineita. [3]

Kiellettyjä aineita ovat lyijy, elohopea, kuuden arvoinen kromi, polybromibifenyylä (PBB) ja polybromidifenyyleetteriä (PBDE), niitä ei saa olla enempää kuin 0,1 painoprosenttia. Sekä kadmiumia enempää kuin 0,01 painoprosenttia. [3]

4.3.1 RoHS 1 -direktiivi 2002/95/EY

RoHS 1 -direktiivin vaatimukset koskevat 1.7.2006 alkaen Euroopan talousalueen markkinoille saatettuja uusia sähkö- ja elektroniikkalaitteita. Markkinoille saattaminen tarkoittaa yksittäisen tuotteen tuloa Euroopan talousalueelle. Suomessa direktiivi on pantu täytäntöön valtioneuvoston asetuksella vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa. [4 s.21,22.]

Sähkö- ja elektroniikkalaitteen määritelmä

RoHS 1 -direktiivin mukainen sähkö- ja elektroniikkalaitte on sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta annetun valtioneuvoston asetuksessa (852/2004) mainittuihin laiteryhmiin 1–7 ja 10 kuuluva laite tai hehkulankalamppu, joka tarvitsee sähkövirtaa tai sähkömagneettista kenttää toimiakseen asianmukaisesti tai joka on tarkoitettu tällaisen virran tai kentän synnyttämiseen, siirtämiseen tai mittaamiseen ja joka on suunniteltu käytettäväksi enintään 1000 V:n AC- tai 1500 V:n DC-jännitteellä. [5 s. 91.]

Direktiivin soveltamisala

RoHS 1 -direktiiviä sovelletaan alla lueteltuihin tuoteryhmiin:

- suuret kodinkoneet
- pienet kodinkoneet

- tieto- ja teletekniset laitteet
- kuluttajaelektronikka
- valaistuslaitteet mukaan lukien kotitalouden valaisimet ja hehkulankalamput
- sähkö- ja elektroniikkatyökalut
- lelut, vapaa-ajan- ja urheiluvälineet
- automaattit. [3]

4.3.2 RoHS 2 -direktiivi 2011/65/EU

Uusittu direktiivi julkaistiin 1.7.2011 ja se tuli voimaan 22.7.2011. Jäsenmailla on 18 kuukautta aikaa panna direktiivi täytäntöön, ja kansallisen lainsäädännön voimaantuloajankohta on 2.1.2013. RoHS 2 -direktiivin kansallisen lainsäädännön voimaantuloon asti sovelletaan RoHS 1 -direktiiviin perustuvaa asetusta 853/2004. [5 s. 88.]

Direktiivin soveltamisala laajenee. Aikaisemmin RoHS 1 -direktiivin kohdalla mainittujen laiteluokkien lisäksi soveltamisalaan tulevat mukaan myös lääkinnälliset laitteet (laiteluokka 8) ja tarkkailu- ja valvontalaitteet (laiteluokka 9). Lisäksi on luotu uusi laiteluokka 11, muut laitteet. Direktiivin vaarallisten aineiden rajoitukset koskevat lääkinnällisiä laitteita alkaen 22.7.2014, in vitro-diagnostiikkalaitteita alkaen 22.7.2016, tarkkailu- ja valvontalaitteita alkaen 22.7.2014, teollisuuden tarkkailu- ja valvontalaitteita alkaen 22.7.2017 ja muita laitteita alkaen 22.7.2019. Soveltamisalan ulkopuolelle jäävät laitteet on myös määritelty uusitussa direktiivissä tarkemmin. [5 s. 93.]

Vaatimustenmukaisuuden osoittaminen

RoHS-direktiivin vaatimustenmukaisuus osoitetaan jatkossa CE-merkinnällä ja EU-vaatimustenmukaisuusvakuutuksella. Lisäksi valmistaja

laatii tekniset asiakirjat, jotka on oltava saatavilla valmistajan valikoimissa oleville tuotteille.

4.4 Sähkösuunnittelu

Suunnittelu prosessi aloitetaan asiakkaan vaatimusten ja suunnittelukohteen käyttöympäristön asettamien standardien selvittämisestä.

Kun kyseessä on sarjatuotantoperiaatteella valmistettava tuote, tulee suunnittelussa huomioida kokoonpanovaiheen sujuva toiminta. Tämä ratkaistaan sähköjärjestelmän osalta kustannustehokkaimmin valmistamalla johtoniput valmiiksi jokaiseen WC-moduuliin, ja kokoonpanolinjaston liikkussa mahdollistetaan sen nopea liittäminen itse rakenteisiin. Johtonippu pitää sisällään kaikki johtimet riviliitinkotelon liittimet sekä laitteiden liittimet valmiiksi kytkettyinä ja suojattuna suojausputkilla. Kokoonpanovaiheessa tarvittava työpanos jää riviliitinkotelon, suojausputkien kiinnitykseen rakenteisiin, sekä laitteiden liittimien kytkentään.

5. Laitteet ja muut komponentit

Sähkölaitteita ja sähkötarvikkeita valittaessa osaksi kokonaisuutta on huomioon otettavia asioita monia. Esimerkiksi pienetkin yksittäisten komponentteihin kohdistuvat kustannuserot vaikuttavat suuresti kun kyseessä on suuremmat tuotantosarjat. Komponentteja valittaessa tulee huomioida niiden asennustapa, asennusvalmius, toimitusaika ja –varmuus. Nämä ovat pääkriteerejä komponentteja valittaessa jotka vaikuttavat pääosin valintaan ja todelliseen loppukustannukseen. Näitä voidaan tarkastella vertailemalla komponentteja keskenään niiden asentamiseen käytettävän ajan, muokkaustarpeen ja tavaran saatavuuden välisiä eroja. Usein tarjouspyynnöissä myös painotetaan suunnittelutapaa jolla järjestelmän käyttökustannukset olisivat mahdollisimman alhaiset. Jotta tähän lopputulokseen päästäisiin on oltava jonkinlaista tietämystä alan

toimittajista ja luotettavista tuotemerkeistä. Käyttökustannuksia voidaan tarkastella elinkaarikustannuslaskelman avulla.

Seuraavassa esitellään suunnittelukohteeseen valitut sähköjärjestelmään sisältyvät laitteet ja tarvikkeet.

Käsikuivain

Käsien kuivaamiseen käsipyyhkeiden lisäksi varusteluun kuuluu käsikuivain. Käsikuivan asennetaan peilin takana olevaan laitekaappiin, jonka pohjalaminaattiin on suunniteltu reikä kuivaimen puhaltamaa kuivausilmaa varten. Suunnittelukohteen käsikuivameksi valittiin Mediclinicsin malli M04A (kuva 1), joka saadaan pienen fyysisen kokonsa ansiosta mahtumaan tiukasti mitoitettuun laitekaappiin, jossa sijaitsee muitakin paljon tilaa vieviä varusteita.



Kuva 1. Käsikuivain Mediclinics M04A. [6]

Parranajopistoke

WC-moduulin varusteluun ei kuulu tavallisia pistorasioita, vaan sinne asennetaan parranajoon tarkoitettu erikoismallinen 230V:n pistoke. Parranajopistokkeeksi valitsin Legrandin valmistaman Mosaic 6745 87:n ja sille tarvittavan peitelevyn 750 58 (kuva 2). Pistokkeesta on mahdollista saada käyttöön 115V, 120V tai 230V jännite, riippuen käytettävästä pistotulppatyypistä. Näin ollen siihen käyvät Euroopan, Amerikan, Iso-Britannian ja Australian standardien mukaiset pistotulpat. Parranajopistoke on varustettu sisäänrakennetulla suojaerotusmuuntajalla ja ylikuumenemissuojalla, joka suojaa mahdolliselta oikosululta ja

ylikuormitukselta. Se sisältää myös tehonrajoitusreleen joka rajoittaa annetun tehon 20VA:iin.



Kuva 2. Legrand Mosaic 6745 87 ja peitelevy 750 58. [7]

Lattialämmityselementti

Lämmityskelmut muodostuvat kahden PET75-muovikalvon väliin laminoidusta alumiinifoliosta. Lämmityskelmun toimittaa tuotteen kehitykseen erikoistunut Foilpoint Oy. Lattiarakenteesta johtuen lämmityksen toteukseen ei voida käyttää kiinteistöasennuksissa käytettävää lämmityskaapelia, vaan vaihtoehtoisesti lämmityskelmua jonka paksuus on vain n. 1 mm. Lattialämmityskelmun rakenne koostuu kahdesta kaksoismuovikalvosta joiden väliin on laminoitu alumiini-foliota, joka toimii vastuksena. Kohteeseen suunnitellun lämmityselementin pintalämpötila on 30°C astetta, ja lämmitystehoksi muodostuu 39W. Lattialämmityselementti asennetaan komposiittirakenteisen lattian rakenteiden väliin. Lämmityselementti asennetaan siten että sen vikaantuessa sen voidaan korvata uudella ilman lattiarakenteiden purkamista.

Paloilmaisin

Paloilmaisin on kytketty WC:n oman sähköjärjestelmän kautta junavaunun yleiseen paloilmoitinjärjestelmään. Järjestelmään valittiin paloilmaisimeksi UTC Fire & Security Oy:n valmistama DP721RT optinen yhdistelmäilmaisimen (kuva 3). Ilmaisim vaatii lisäksi asennuskannan DB702. Paloilmaisin DP721RT hälyttää havaittuaan WC:ssä savua,

liekkejä, tilassa olevan ilman lämpötila nousee korkeammaksi kuin 57 °C +/- 1,5 C tai lämpötilan nousu on nopeampaa kuin 8 C/min ja >40 astetta.



Kuva 3. Paloilmaisin DP721RT [8] ja asennuskanta DB702. [9]

Kaiutin

Tarjouspyynnön mukaisesti WC-moduulin varusteluun kuuluu WC:n sisätilaan asennettava kaiutin. Kaiuttimeksi valittiin Vaasan elektroniikka keskuksen toimittama VIS-SL713 laajakaistakaiutin (kuva 4). Kyseinen kaiutin on tarkoitettu kuulutusten välittämiseksi jotta myös WC:n sisällä kyseisellä hetkellä mahdollisesti oleva matkustaja kuulee kuulutukset.



Kuva 4. Kaiutin VIS-SL713. [10]

Valaistus

Tarjouspyynnössä määritellään valaistuksen osalta seuraavasti; valaistus on mahdollista toteuttaa yhdellä keskelle kattoa sijoitettavalla pienloisteputkivalaisimella, tai vaihtoehtoisesti valaistuksen voi toteuttaa valaisimilla, joiden valon lähteenä käytetään lediä. Valaisratkaisuksi valittiin led-valaisimet, valaisimet sijoitetaan moduulin kattorakenteeseen. Kahden valaisimen käyttöjännitteenä on 24Vdc, kolmannen myös vikatilanteessa turvavalona toimivan valaisimen käyttöjännite on 110Vac. Tilan valaistus

on ohjattu jatkuvatoimiseksi tällöin kun WC on käytössä. Näin ollen valaistukselle ei tarvita ohjauskytkimiä tai liiketunnistinta. Suunnittelukohteeseen hyvin soveltuviksi valaisimiksi valittiin Eschan valmistamat EL-52 (kuva 5). valaisimet, joiden värielämpötila on 3200K ja valonjaoltaan 32°. Kohteessa käytetään myös toisia saman valmistajan tuotteita aiempien projektien pohjalta saatujen hyvien kokemusten perusteella.



Kuva 5. Valaisin Escha EL-52. [11]

Poistoilmatuuletin

WC-moduulin ilmanvaihto on toteutettu poistoilmapuhaltimella. Poistoilmapuhallin on ohjelmallisesti ohjattu poistamaan ilmaa wc-tilasta määritetyn ajan matkustajan WC:stä poistumisen jälkeen. Ilmanvaihtolaitteistoon kuuluvien laitteiden valinnassa tulee ottaa huomioon Kansainvälisen Rautatieliiton ohje ilmanvaihdosta UIC-533 joka määrää WC-tilojen ilmanpoistolle vähimmäisvaatimuksen määräksi 20m³/h, sekä ilmanvaihtolaitteistolle sallitun äänenvoimakkuuden enimmäismääräksi 55dB. [12]. Laitteeksi valittiin nämä edellä mainitut UIC-533 ohjeen vaatimukset täyttävä Ventur Silent 100-CZ poistoilmapuhallin (kuva 6). Ventur Silent 100-CZ puhaltimelle valintaan vaikuttavat tekniset arvot ovat sen siirtämäksi ilmamääräksi ilmoitettu 95m³/h, sekä puhaltimen tuottamaksi äänenvoimakkuudeksi 26,5dB.



Kuva 6. Poistoilmatuuletin Ventur Silent 100-CZ. [13]

WC-huuhtelupainike

Suunnittelukohteen sanitäärijärjestelmän kohdalla on määrätty käytettäväksi Evac Compact tai Evac 2000E järjestelmää. Tällöin WC:n huuhtelu tapahtuu sähköisellä painikkeella. Painikkeeksi valittiin Escha Oy:n CK-71-WC-flush painike, jonka toimittaa Sarlin Oy Ab (kuva 7). Edellä mainittu painonappi sijoitettiin WC-istuimen yläpuolelle, samalle seinälle kuin itse istuinkin on asennettu.



Kuva 7. Huuhtelupainike Escha CK-71. [14]

Vedenlämmitin

WC-moduulissa käytössä olevan hanan käyttöveden lämmitys toteutetaan moduulikohtaisella Geisir EPJ Optimus läpivirtaus vedenlämmittimellä (kuva 8). Lämmitin tuottaa +40C asteista vettä noin 1,5-2 litraa/minuutissa. Vedenlämmittimen lämmitysarvo on myös laitteen ominaisuuksien mukaan saadettävissä haluttuun huippuarvoon. Lämmitin käyttöjännite on 230V ja nimellisliitântäteho 3,5kW.



Kuva 8. Käyttöveden lämmitin Geisir EPJ optimus. [15]

Pintatasoanturit

Tarjouspyynnön mukaiseen toimitukseen kuuluu WC:n vesijärjestelmän käyttö- ja likavesisäiliö. Säiliöissä sijaitsevat anturit antavat tiedon säiliöiden nesteiden pinnankorkeudesta, käyttövesisäiliön tyhjentyessä tai likavesisäiliön täytyessä, WC-moduulin ovi joudutaan lukitsemaan ja poistamaan moduuli käytöstä, siihen asti kunnes säiliöt täytetään/tyhjennetään vaunun ollessa varikolla. Vesisäiliöiden pinnankorkeuden mittaus on toteutettu molempiin säiliöihin asennetuilla Kroman PSS-7 pintataso-antureilla (kuva 9).



Kuva 9. Kroma PSS-7 pintatasoanturi. [16]

Vapaa-/varattu-/poissikäytöstävalo

Junan käytävän puoleiselle seinälle asennettava ilmoitusvalo on tarkoitettu ilmaisemaan matkustajalle että tämä kyseinen WC-tila on joko käytettävissä, se on varattu, tai se on poistettu matkustajien käytöstä. Valo palaa vihreänä kun WC on vapaa ja käytettävissä. Punainen valo ilmoittaa sen olevan varattu, sekä punaisena vilkkuva valo WC:n ollessa poissa käytöstä. Käytöstä poistoon voi olla syynä esimerkiksi puhdasvesitankin tyhjeneminen tai jätevesitankin täytyminen. Tällaisessa tapauksessa henkilökunta on lukinnut tilan, toimintahäiriöstä tai muusta käyttämisen estävästä syystä johtuen. Merkkivaloksi kohteeseen valittiin Escha 52/3 (kuva 10).



Kuva 10. Vapaa-/varattu-/poissikäytöstävalo Escha 52/3. [17]

KytKentäkotelo

Yksittäisen WC-moduulin sähköiset kytkennät tehdään jokaisessa moduulissa sijaitsevassa kytkentäkotelossa. Kaikki sähkölaitteet johdotetaan kytkentäkotelossa sijaitseviin riviliittimiin, joista kytkentää jatketaan vaunun omaan järjestelmään. Kytkentäkotelolle tarjouspyynnössä määrätty paikka sijaitsee peilin kohdalla olevan huoltoluukun takana. Kotelon fyysinen koko ja asennuspaikka on hyvin rajoitettu pienen tilan vuoksi. Kytkentäkoteloksi valittiin Enston Cuco C-kytkentäkotelo laippaaihioilla varustettuna, koko 300x300x132 (Kuva 11). Koska huoltoluukku on lukittu, ei kytkentäkoteloa enää tarvitse varustaa lukkolaitteella.



Kuva 11. Enston Cubo C-kytkentäkotelo. [18]

Kaapelointi

Järjestelmän kaapeloinnit suoritetaan ainoastaan monisäikeisiä johtimia käyttäen. Käyttötarkoitukseen soveltuvien laitteiden määrittämisen jälkeen tarkastetaan laitteille tarvittavat käyttöjännitteet. Tämä on välttämätön toimenpide ennen käytettävien johtimien, liittimien ja riviliittimien valitsemista. Asiakkaan tarjouspyynnön vaatimuksien mukaisesti kaikkien käytettävien johtimien suojavaippojen tulee olla myös halogeenivapaita. Käytettäväksi johtimiksi valitsin Farnell Oy:n toimittamat Lapp Kabel johtimet. Kohteessa tarvittavat poikkipinta-alat $1,5\text{mm}^2$ ja $2,5\text{mm}^2$ monisäikeisiä johtimia, laitteilla joiden käyttöjännite on 110V ja 230V. 24V sähkölaitteilla käytettävä poikkipinta-ala on $0,75\text{mm}^2$ sekä paloilmoittimen johdotuksessa Alpha Wiren häiriösuojattua 1214C SL005 kaapelia.

Suojaputket

Kaikki kaapeloinnit tulee suojata mekaaniselta rasitukselta suojaavalla suojaputkella. Tällä ehkäistään mahdolliset moduulin kuljetuksen aikaiset vauriot, sekä liikennekäytössä tapahtuvat tärinän, hankautumisen ja sähkövian aiheuttamat vauriot johtimille sekä ympäröiville rakenteille. Suojaputken tyyppi tulee valita sen mukaan millaiselle rasitukselle oletetaan kunkin moduulin osan joutuvan normaalin käytön, sekä

asennuksen aikana. Tarjolla on paljon erilaisia suojaputkityyppejä suojaustason vaihdellessa, kuitenkin tässä tapauksessa suunnitteluohjeen mukaisesti vaatimuksena oli mekaaniselta rasitukselta suojaaminen, sekä suojaputken on oltava taipuisaa johdinnippujen sarjavalmistuksen mahdollistamiseksi. Tarkemmin kohteen alueita tarkastellessa todetaan että, suurimmalle rasitukselle joutuvat katon yläpuoleiset, sekä seinille asennetut johdotukset. Johdotukset menevät useimmille sähkölaitteille edellä mainittuihin rakennepintoihin asennettuna. Näin ollen kyseisille kovalle rasitukselle altistuviin johdinasennuksiin valittiin ruostumattomasta teräksestä valmistettu tyypiltään Anamex Multiflex SL suojaputki. Pienemmälle rasitukselle altistuvat kytkentäkotelon ja junan sähköjärjestelmään kytkettävien liittinten väliset johdotukset suojataan Anamet ANA-Quick PAS6 yleisasennussuojaletkulla. Yleisesti suojaputkia valittaessa ei useinkaan ole kannattavaa käyttää kohteen vaatimustasoon nähden liian vahvarakenteisia suojaputkia nopeasti kohoavien kustannusten takia. Kaikki suojaputkienpäät kytketään niille tarkoitetuilla liittimillä kytkentäkotelon runkoon sekä laitteiden puolella terävät putkenreunat suojataan niille tarkoitetuilla päätteillä.

Liitännät

Sähkölaitteiden ja kytkentäkotelon väliset kytkennät suoritetaan AMP CPC-moninapaliittimillä. Kaikkiin sähkölaitteisiin on kytketty suoraan n. 20cm mittaiset johtimet joihin kytketään edellämainittu AMP CPC-liitin, tähän liittimeen taas kytkentään liittimen vastakappale, josta liitetyt johtimet kulkevat kytkentäkoteloon. Syynä kyseiseen liitántäratkaisuun päätyminen on mahdollisesti vikaantuvien sähkölaitteiden nopea ja vaivaton korvaus mahdollisuus uudella vastaavalla, sekä sarjatuotannossa käytettävien johdinnippujen valmistamisen ja nopean asentamisen mahdollistaminen. Kytkentäkotelon ja vaunun järjestelmän rajapinnan liitännät toteutetaan MATE-N-LOCK-liittimillä. Liittimet tuodaan kytkentäkotelosta moduulin ulkopuolelle, jossa sijaitsevat moduulin sanitäärijärjestelmä huoltotiloineen. Kyseisellä tavalla toteutetun liitinkytkennän avulla kokonaisen WC-moduulin sähköjärjestelmän kytkentä vaununsähköjärjestelmään on nopeaa.

Riviliittimet

Riviliittimiä valittaessa tulee ottaa huomioon tärinä, jolle riviliittimen liitännät altistuvat. Tällöin paras valinta on jousipuristeiset liitännät. Tämä liitännätapa on myös ruuvipuristeista riviliittintä nopeampi johdottaa. Riviliittinten tyypiksi valitsin Wagon valmistamat 279-sarjan liittimet. Maadoitusta varten tarvitaan myös tarkoitukseen sopivat liittimet, jotka ovat saman valmistajan 280-sarjaa. Kyseisiä liittimiä kokonaisuuteen tarvitaan yhteensä kolme eri tyyppiä. Edellä mainittujen tarvikkeiden lisäksi hankitaan muut komponentit, kuten erotuslevyt joilla erotetaan eri jännitetasoiset riviliittimet toisistaan sekä päätylevyt liitinjonojen kiristämiseen niin etteivät ne pääse liikkumaan din-kiskolla.

6. Dokumentointi

Sähkösuunnitelmien dokumentointiin kuuluu valmistusta ja asiakkaan hyväksyntää varten laaditut piirustukset ja luettelot. Tässä sähköistyssuunnitelmassa tarvittavat dokumentit ovat sijoittelupiirustukset (liite 1), tarvikeluettelo (liite 2) ja kytkentäkaaviot (liite 3).

6.1 Sijoittelupiirustukset

Sijoittelupiirustuksen tarkoituksena on osoittaa asennuspaikat kaikille sähkölaitteille ja sähkölaitteiden johdotusreitit (liite 1). Kyseiset piirustukset auttavat asiakasta hahmottamaan laitteiden oikeat asennuspaikat sekä ne helpottavat asentajia heidän kokoonpanotyössään. Työssä laaditut laitteiden sijoitukset tehtiin toimeksiantajan rakennesuunnittelijoiden suunnittelemaan WC-moduulin 3D-malliin. Sijoittelupiirustuksien laatimisessa minulla oli käytettävissäni Vertex G4 3D-mallinnusohjelma. Mallinnusohjelman käyttöön perehdyin opinnäytetyöntekoaikaan käymällä ohjelmistokehittäjän järjestämän kolmepäiväisen mallinnuskurssin.

6.2 Sähkötarvikeluettelo

Sähkötarvikeluettelo sisältää kaikki tarvittavat sähkölaitteet ja –tarvikkeet (liite 2). Luettelosta ilmenee kaikkien tarvikkeiden tarkat tyyppimerkinnät joita tarvitaan laitteiston hankinnassa. Luettelo sisältää myös tarvikkeiden lukumäärän sekä tarvittavan johtimien ja suojaputkien metrimäärän yhdessä moduulikonaisuudessa. Luettelo sisältää myös kaikkien sähkötarvikkeiden massat.

6.3 Kytkenäkaaviot

Kytkenäkaavioissa esitetään kaikki järjestelmän sähköiset kytkennät (liite 3). Kaavioissa esitetään liitinpinnien kytkemisjärjestykset kaikissa liittimissä sekä kytkentäkotelon riviliitinkytkennät. Kytkenäkaaviot ovat tärkeä dokumentti johdinsarjojen valmistajalle. Kaaviot piirrettiin Autocad LT2011-ohjelmalla, jonka lisäosana oli Autocad Sähkö 2011-sovellus.

7. Pohdinta

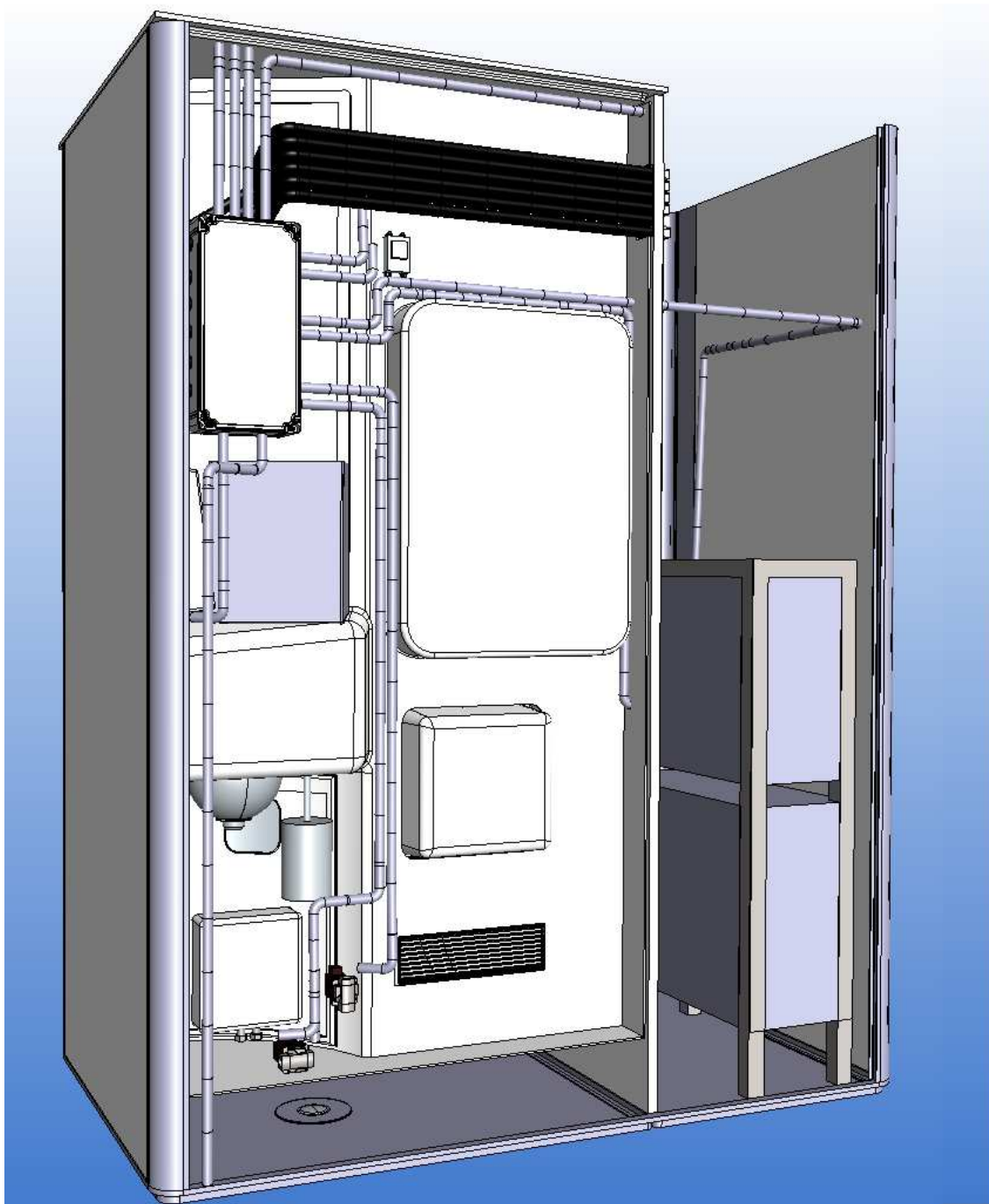
Opinnäytetyössä tekemäni suunnitelmaa voidaan hyödyntää WC-moduulia ja sen suunnittelussa käytettyjä ratkaisuja heille tarjottaessa ja hyväksyntää haettaessa. Sähköistysuunnitelma toimii myös suunnitelmana mahdollista tuotantoa varten. Hyvänä jatkotutkimuksen kohteena voisi olla samaan kohteeseen suunniteltava inva-WC-moduulin sähköistyksen suunnittelu.

Lähteet

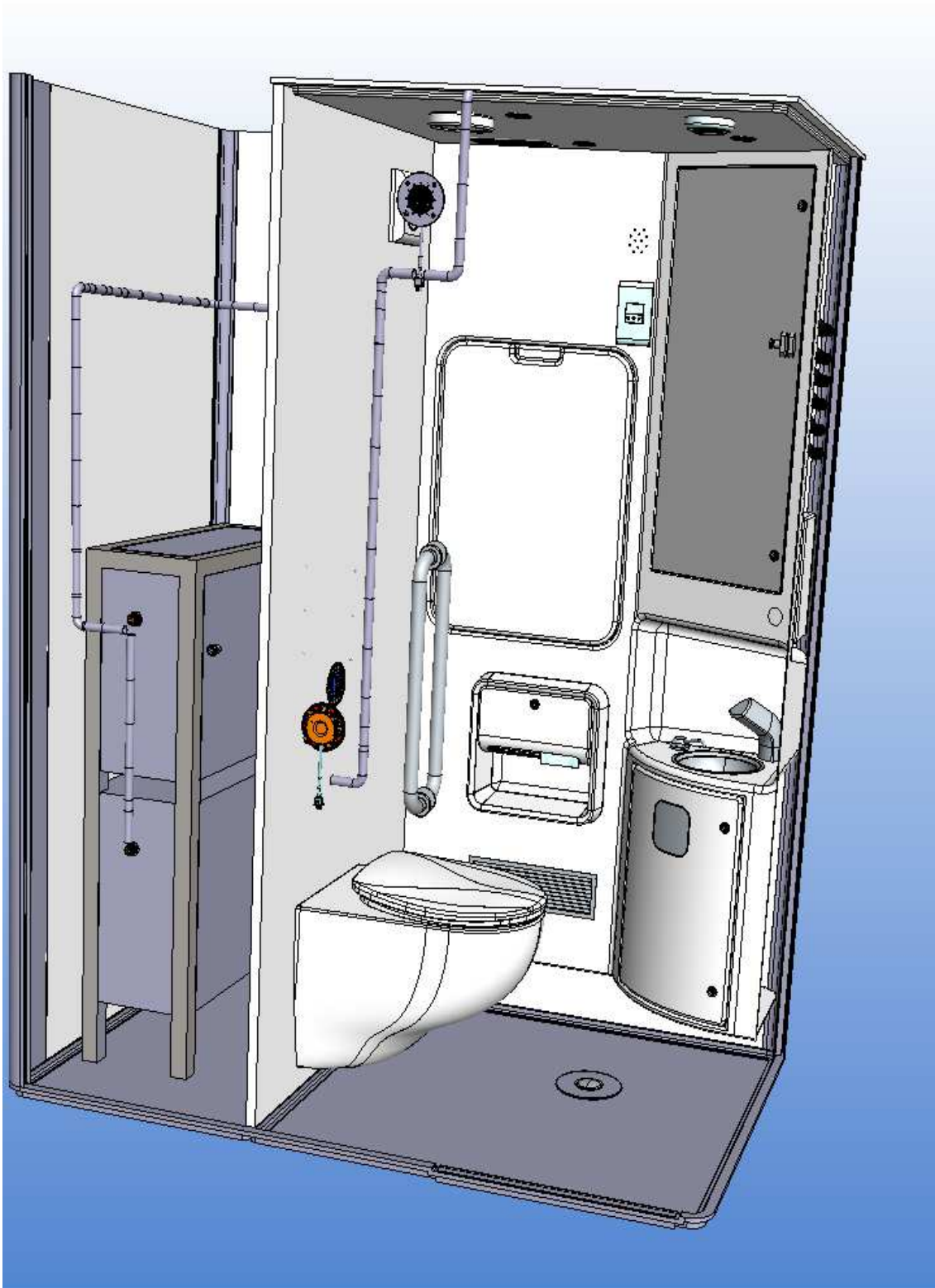
- 1 Joptek Oy Composites. Visio. 2012. [Viitattu:23.4.2012] Saatavissa: <http://www.joptek.fi/fi/joptek+composites/visio/> .
- 2 VR Group. Järjestöjen jäsenyydet. 2012. [Viitattu 10.4.2012] Saatavissa:<http://www.vrgroupraportti.fi/vrgroup/toimintaymparisto/jarjestojen-jasennydet>
- 3 Tukes. RoHS-direktiivi (Restriction of Hazardous Substances). 2012. Päivitetty 23.9.2013. [Viitattu 20.4.2012] Saatavissa:<http://www.tukes.fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/ROHS-direktiivi/>
- 4 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2002/95/EY. Tiettyjen vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa.13.2.2003. S. 21-22 [Viitattu 20.4.2012] Saatavissa: <http://eur-ex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0019:0019:FI:PDF>
- 5 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2011/65/EU. Tiettyjen vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa. 1.7.2011. S. 88, 91, 93 [Viitattu 20.4.2012] Saatavissa: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:174:0088:0110:FI:PDF>
- 6 Mediclinics. Hand dryers. 2011. [Viitattu 14.03.2012] Saatavissa: <http://www.mediclinics.com/smartflow-sensor-operated-hand-dryer-m04a>
- 7 Legrand. Legrand Catalogue. 2010. [Viitattu 14.03.2012] Saatavissa: http://media.klinkmann.fi/legrand/pdf/ex29001_568_ex29001_585.pdf
- 8 UTC Fire & Security. 2010 yhdistelmäilmalaitteet. 2010. [Viitattu 15.03.2012] Saatavissa:http://www.utcssecurityproductspages.eu/FI/products_single.php?product=DP721RT
- 9 UTC Fire & Security. 2010 yhdistelmäilmalaitteet. 2010. [Viitattu 15.03.2012] Saatavissa:http://www.utcssecurityproductspages.eu/FI/products_single.php?product=DB702_2010
- 10 Vaasan elektroniikkakeskus Oy. Laajakaistakaiuttimet 2011. [Viitattu 15.03.2012]Saatavissa: http://www.vekoy.com/product_info.php?products_id=14628

- 11 ESCHA-TSL. Led light for railway applications. 1.9.2012. [Viitattu 15.03.2012] Saatavissa: <http://www.escha-tsl.com/src/pdf/led-leuchtenbahnbereich-en.pdf>
- 12 UIC Internation Union of Railways, UIC Leaflet 533 [Viitattu 11.4.2012] Saatavissa: <http://www.uic.org/etf/codex/codex-recherche.php>
- 13 Ventur Finland Oy Ab. Kylpyhuone- ja ilmastointituulettimet. 2009. [Viitattu 17.03.2012] Saatavissa:<http://www.ventur.fi/fi/products/product/423>
- 14 Escha-TSL. Led light for railway applications. 1.9.2012. [Viitattu 23.03.2012] Saatavissa: <http://www.escha-tsl.com/src/pdf/led-leuchtenbahnbereich-en.pdf>
- 15 Huipputuotteet. Geisir vedenlämmittimet. [Viitattu 02.04.2012] Saatavissa: <http://www.huipputuotteet.fi/geisir-vedenlaemmittimet/optimus-35-kw-ilman-hanaa>
- 16 KROMA. Float switches. [Viitattu 15.04.2012] Saatavissa: http://www.kroma.eu/English/Catalog/pdf_e/Pr_pss7_engl.PDF
- 17 Escha-TSL Train products [Viitattu 15.04.2012] Saatavissa: <http://www.escha-tsl.com/src/pdf/4S-Nasszelle-en.pdf>
- 18 Ensto kestopuovikotelot [Viitattu 15.04.2012] Saatavissa: http://products.ensto.com/catalog/15088/product/22145/CPCF303013G_FIN1.html





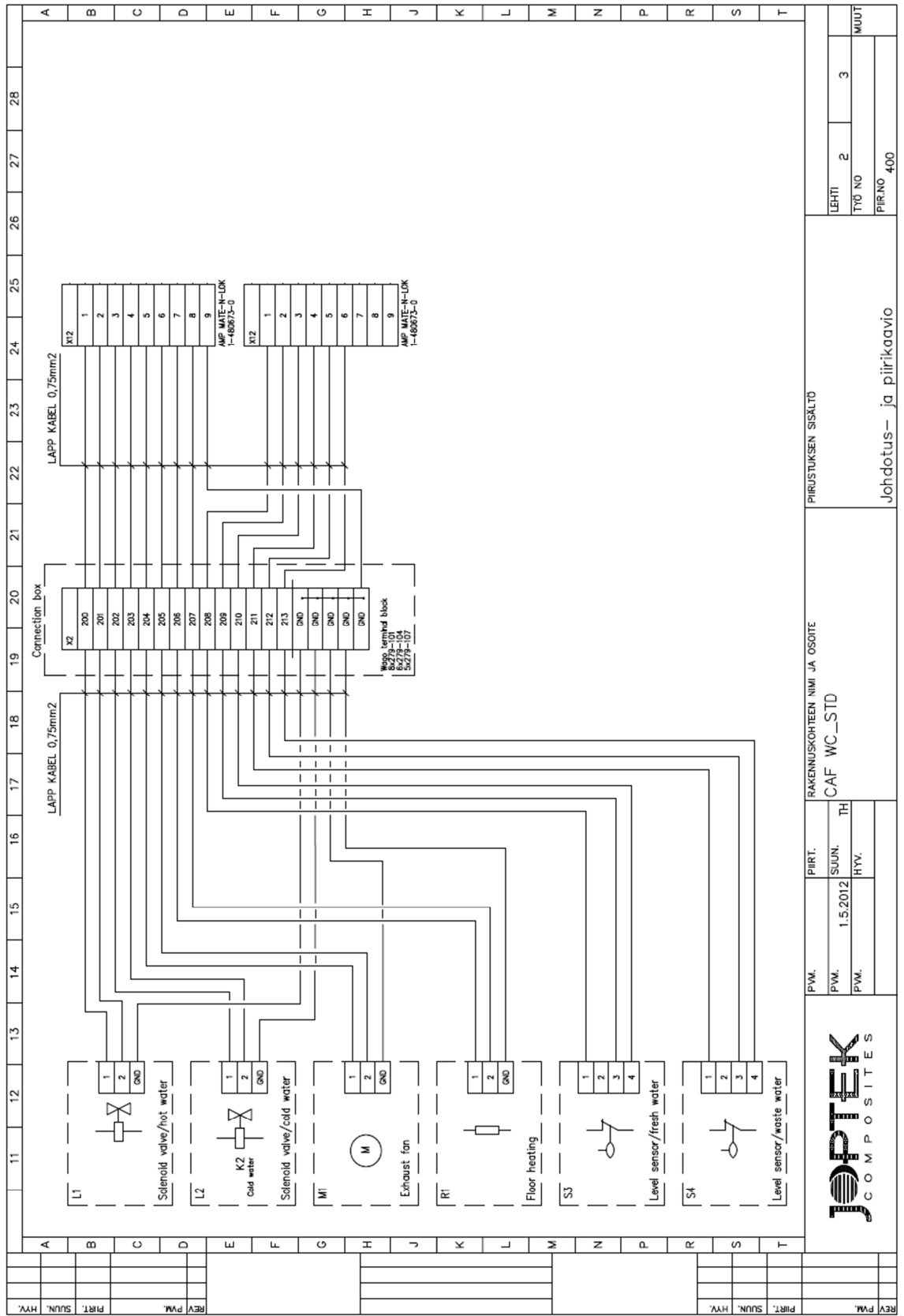




Tarvikeluettelo

Liite 2

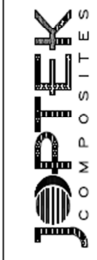
Laite	Tyyppi		paino kg/kpl/km	paino yht
Käsienkulvain	SMARTFLOW M04A 1.100 W	1	1,2	1,2
Lattialämmitys	Foilpoint 960x900 100W/m2 86,4W	1		
Magneettiventtiili kuumavesi	Asco_5CE210C93.24/DC	2	0,34	0,68
Parranajopistoike	socket and cover plate 6745 87+ 750 58	1	0,643	0,643
Pintasoanturi Käyttö-/jätevesitankki	KROMA PSS 7	2	0,25	0,5
Paloilmaisin Kanta	DP721RT DB702 S5TL 71 613 22	1 1	0,153 0,08	0,153 0,08
Poistolimatuleitin	Ventur Silent 100CZ S5TL 85 050 02	1	0,57	0,57
Valaisimet	2x ELS2 -32° warm white 3,200K 24vdc Escha tuotenumero 8606002 1x ELS2 -32° warm white 3,200K 110vac	2 1	0,265 0,265	0,53 0,265
WC Varattu/vapaa /pois käytöstä	Escha ML52/3	1	0,187	0,187
Vedenlämmitin	Gelsir Optimus 3,5kW 15.2 A	1	2,8	2,8
WC-huuhelupainike	Button CK71-WC-flush	1	0,187	0,187
Kalutin	Laajakalstakalutin 130x75mm 10/15W 4ohm	1	0,28	0,28
SOS-painonappi	Button CK71-SOS	1	0,187	0,187
Riviliittinokotelo	Ensto Cubo C CPOF303013G	1	1,738	1,738
Johtimet				
LAPP KABEL	BLACK, 0.75MM		11,3	0,4831
LAPP KABEL	BLUe, 0.75MM		11,3	0,4831
LAPP KABEL	GRN/YEL, 0.75MM		12,5	0,4302
LAPP KABEL	BLACK, 1.5MM		18,8	0,8305
LAPP KABEL	BLUe, 1.5MM		18,8	0,8305
LAPP KABEL	GRN/YEL, 1.5MM		18,8	0,6412
LAPP KABEL	BLACK, 2.5MM		31	0,9858
LAPP KABEL	BLUe, 2.5MM		31	0,9521
LAPP KABEL	GRN/YEL, 2.5MM		31	0,9521
ALPHA WIRE	CABLE 4x0,81MM		26,2	2,84131
Riviliittimet				
Riviliitin harmaa	Wago 279-101	26	0,00325	0,0845
Riviliitin sininen	Wago 279-104	18	0,00315	0,0567
Riviliitin keltainen/vihreä	Wago 279-107	10	0,008169	0,08169
Moninapaliittimet AMP MATE-N-LOCK				
Pinnirunko				
AMP MATE-N-LOK 926001-1 (12-pin)		1	0,045	0,045
AMP MATE-N-LOK 1-480673-0 (9-pin)		5	0,37	1,85
Pinnit				
925660-2		37	0,005	0,185
925662-2		7	0,009	0,063
Suojaputkien liittimet				
HG34-5-M32 koteloilittin		0,03	6	0,18
PCSB20-SM-M20 koteloilittin		0,086	12	1,032
PCSB20-PC suojaletkupäätte		0,031	21	0,651
Suojaputket				
Anamet ANA-Quick PAS6		140	13,8	1,932
Anamet multiflex SL 1/2"		260	25,6	6,656
Sähkövarusteiden kokonaispaino (kg)				32,25



PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ

RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE
CAF WC STD

PVM. PIIRT.
PVM. SUUN.
PVM. HYV.



REV P.M.

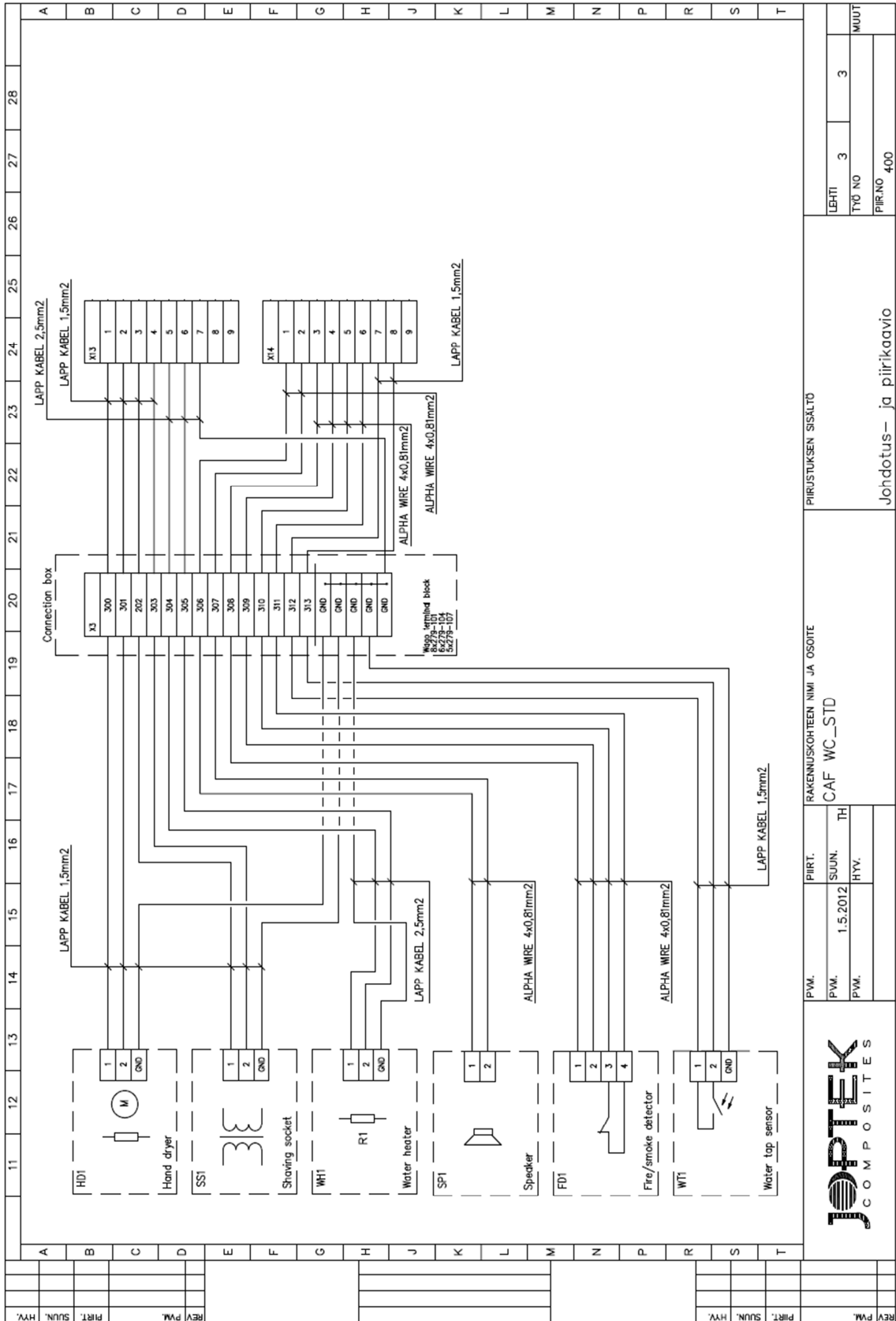
PIIRT. SUUN. HYV.

Johdotus- ja piirikaavio

LEHTI	2	3
TYÖ NO		
PIIR.NO	400	

REV P.M.

PIIRT. SUUN. HYV.



PIIRIT. RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE

CAF WC_STD TH

PVM. 1.5.2012 HYY.

PIIRIT. SUUN. HYY.

PIIRIT. SUUN. HYY.

PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ

Johdotus- ja piirikaavio

LEHTI 3

TYÖ NO

PIIR.NO 400

MUUT

REV P.M.

REV P.M.

REV P.M.

REV P.M.

REV P.M.

REV P.M.

REV P.M.

REV P.M.