

Antti Lehtimäki

JOHDINSARJATESTAUSPÖYDÄN SUUNNITTELU JA
RAKENTAMINEN

Sähkötekniikan koulutusohjelma
2015

JOHDINSARJATESTAUSPÖYDÄN SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN

Lehtimäki, Antti
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2015
Ohjaaja: Suvela, Timo
Sivumäärä: 33
Liitteitä: 13

Asiasanat: testauspöytä, johdinsarja, laatu, testaus

Opinnäytetyön aiheena oli johdinsarjatestauspöydän suunnittelu ja rakentaminen Stera Technologies Oy:n Tammelan tehtaan tuottamille yksittäisille johtosarjoille. Työ tehtiin Stera Technologies Oy:n tarpeesta ja testauspöytä otettiin tuotannon käyttöön valmistumisensa jälkeen. Testauspöydän tehtävänä on vähentää johdinsarjavikoja ja kytkentävirheitä lopputuotannossa. Työhön kuului testauspöytää mittaavan testilaitteen ohjelmointi johdinsarjoille ja testauskulttuurin pohdinta sekä työn dokumentointi. Testauspöydän suunnittelussa tuli myös huomioida työergonomia.

Lisäksi tehtiin helppolukuinen laitteiston käyttöopas, jossa neuvotaan, miten TSK CT15:ta ohjataan ja miten johdinsarjat kytketään testauspöytään kiinni.

Raportissa käydään läpi opinnäytetyön suunnittelu- ja rakennusvaiheet, saavutettu lopputulos sekä pohdinta, miten testaamista voidaan kehittää yrityksen sisällä.

DESIGNING AND CONSTRUCTION OF THE WIRE HARNESS TEST TABLE

Lehtimäki, Antti

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

April 2015

Supervisor: Suvela, Timo

Number of pages: 33

Appendices: 13

Keywords: testing table, wire harness, quality, test

The purpose of this thesis was to design and build a wire harness test table for individual wire harnesses which are produced by Stera Technologies Ltd. Tammela factory. The testing table was made by need of Stera Technologies Ltd. and the testing table was put in operation immediately, when it was ready. The task of testing table is to reduce errors and mistakes in wire harnesses. This thesis also belongs to the programming of the test device which measures the test table, consideration of the factory testing culture and also documentation of the job. The job ergonomic also had to be noticed in the planning of the testing table.

An easy readable user manual was also made. The manual includes how to operate TSK CT 15 and how to connect the wire harnesses in to the testing table.

This report includes the planning and construction of this thesis, the result of the thesis and the reasoning how to develop testing inside in the corporation.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	STERA TECHNOLOGIES OY	6
	2.1 Yleistä.....	6
	2.2 Tammelan yksikkö.....	7
3	ERGONOMIA.....	9
	3.1 Ergonomia yleensä.....	9
	3.2 Ergonomian laiminlyönti	9
	3.3 Ergonomian hyödyt.....	10
	3.4 Testauspöydän ergonomia	12
4	TYÖN ALOITUS.....	15
5	SUUNNITTELU	15
	5.1 Testauspöydän runko	16
	5.2 Johdotuksien ja kytkentöjen suunnittelu.....	16
	5.3 Testauspöytä	17
6	KOKOAMINEN	18
	6.1 Korotuspalat ja tuennat	18
	6.2 Riviliittimien asennus	19
	6.3 Sisäiset johdotukset ja kytkennät.....	20
	6.4 Ulkoiset johdotukset ja kytkennät.....	21
	6.5 Kannen merkinnät.....	23
	6.6 Liukutaso.	24
7	TESTILAITE TSK CT15.....	25
8	OHJELMOINTI	26
9	JOHDINSARJATESTAUS.....	28
10	JOHDINSARJATESTAUKSEN KEHITTÄMINEN YRITYKSESSÄ.....	29
11	TULOKSET	30
12	YHTEENVETO	32
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Stera Technologies Oy:n työkoneohjaamoiden valmistuksessa on havaittu tarvetta vähentää sähköistyksen virhemarginaalia. Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan ja rakennetaan Stera Technologies Oy:n Tammelan yksikköön johdinsarjojen testauspöytä.

Testauspöydän tehtävänä on toimia alustana, mihin johdinsarjat kytketään ja mistä ulkoinen testilaite testaa johdinsarjat. Testauspöytää suunniteltaessa ja rakentaessa tulee myös ottaa huomioon ergonomiset perusasiat, jotta lopputulos olisi käyttäjätavallinen.

Opinnäytetyön suunnittelussa käytetään CADS Planner Electric-suunnitteluohjelmaa, jonka käyttämisen mahdollistaa opiskelijalisenssi. Rakennusvaiheessa on mahdollista hyödyntää yrityksen laajoja mekaniikkamahdollisuuksia, joita myös työssä käytettiinkin.

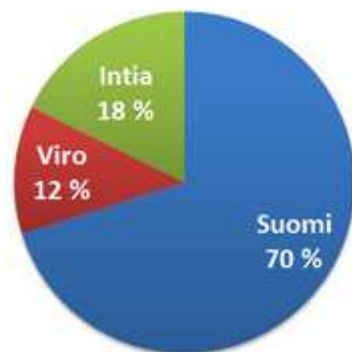
Opinnäytetyöraportissa tulisi myös perehtyä Stera Technologies Oy:n Tammelan yksikön testauskulttuuriin ja pohtia, miten sitä voitaisiin tulevaisuudessa kehittää. Ulkoisen testauslaitteen käyttö tulee opettaa muutamalle johdinsarjatekijälle, jotta nämä osaisivat testata tekemänsä sarjat. Lisäksi laaditaan kirjallinen käyttöohje laitteiston käytöstä.

2 STERA TECHNOLOGIES OY

2.1 Yleistä

Stera Technologies muodostettiin lokakuussa 2007, kun viisi elektroniikan ja mekaniikan sarjavalmistukseen erikoistunutta yritystä fuusioituivat. Fuusioon kuuluvia yrityksiä olivat Hihra Oy (perustettu vuonna 1947), Levyosa Oy (perustettu vuonna 1977, silloinen Ohutlevytekniikka), Elektromet yhtiöt Oy (perustettu vuonna 1987), Aumec yhtiöt Oy (liitetty levyosaan vuonna 2000) ja Beertekno Oy (Elektromet osti vuonna 2006). Intian Chennaihin perustettiin tehdas vuonna 2009, jonka jälkeen yritys on kasvattanut tuotantoaan Intiassa. Vuonna 2010 Stera Technologies Oy valittiin vuoden alihankkijaksi. (Stera Technologies Oy:n www-sivut 2015.)

Yrityksen tehtaat ja konttorit sijaitsevat kolmessa eri maassa eli Suomessa, Virossa ja Intiassa. Suomessa toimipaikkoja on viisi, jotka sijaitsevat Turussa, Tammelassa, Paimiossa, Kaarinassa ja Kaavilla. Viron tehdas sijaitsee Saussa, joka on noin 60 kilometriä Tallinnasta etelään ja Intian tehdas on Chennaissa. Yritys työllistää tällä hetkellä noin 650 henkilöä (kuva 1 henkilöstöjakaumasta on sivulla 7), tuotanto- ja toimitilaa yrityksellä on yhteensä noin 55 000 m². Yrityksen toimitusjohtaja on Heikki Ajanko. (Stera Technologies Oy:n www-sivut 2015.)



Kuva 1. Henkilöstöjakauma (Stera Technologies Oy:n www-sivut 2015)

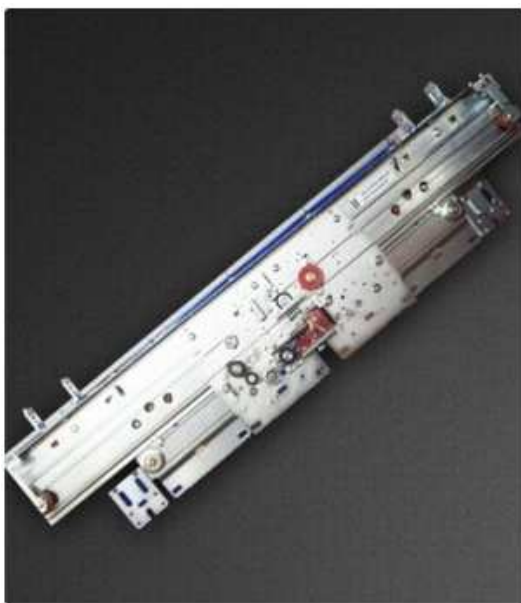
Stera Technologies Oy:n tuotannon toimintaan kuuluu erilaisten laite- ja jakokaappien tuottaminen, mekaniikkavalmistus, elektroniikka- ja johdinsarjavalmistus sekä kone- ja laitekokonaisuudet. Näiden lisäksi yritys tarjoaa suunnittelu- ja asennuspalveluita. (Stera Technologies Oy:n www-sivut 2015.) Yrityksen suurimpia asiakkaita ovat KONE Oyj, sähkö- ja automaatiotekniikkaan erikoistunut yritys ABB Oy sekä Ponsse Oyj, joka valmistaa korkeatasoisia metsätyökoneita. Muita isoja asiakkaita ovat esimerkiksi Sandvik Mining and Construction Oyj, Vaisala Oyj, Valmet Automotive Oy ja Dinolift Oy. (Brusin henkilökohtainen tiedonanto 17.3.2015.)

2.2 Tammelan yksikkö

Stera Technologies Oy:n Tammelan yksikössä tuotetaan pääasiassa ohjaamoja ja hissimekaniikkaa (kuva 2 ja kuva 3, sivu 8), kuten hissien automaattioivia. Lisäksi Tammelassa tuotetaan Forssan elektroniikka-sähköjärjestelmätehtaan Tammelaan siirtymisen vuoksi myös johdinsarjoja ja sähkökytkentäkokoontia sekä hissien signaalijohtosarjoja. Erikoisosaamisina yksikössä ovat pienet sarjakoot ja projektitoimitukset. Esimerkiksi johdinsarjoja toimitetaan keskimäärin 5500 riviä kuukaudessa, keskimääräisen eräkoon ollessa kolme kappaletta (Marjamäki henkilökohtainen tiedonanto 24.3.2015). Tammelassa pystytään tekemään myös levytyöstöjä 3,0 mm:n kokoon asti ja laserleikkaukset aina 18,0 mm:n kokoon asti (Stera Technologies Oy:n www-sivut 2015).



Kuva 2. Työkoneohjaamo (Stera Technologies Oy:n www-sivut 2015)



Kuva 3. Hissimekaniikka (Stera Technologies Oy:n www-sivut 2015)

3 ERGONOMIA

3.1 Ergonomia yleensä

Ergonomia syntyi 1800-luvun lopulla ja 1900-luvun alkuvuosina, jolloin tehtiin ensimmäiset tutkimukset erilaisista työskentelyolosuhteista ja -tavoista. Kuitenkin vasta toisen maailmansodan jälkeen ergonomia kehittyi paljon. Suomeen se rantautui 1960-luvulla, jolloin julkaistiin ensimmäinen suomenkielinen ergonomian oppikirja. Kansainväliset ergonomiastandardit alkoivat muotoutua 1970-luvulla, kun ergonomia laajeni eri puolille maailmaa sekä eri aloille. (Launis & Lehtelä 2011, 26–27.)

”Ergonomia on ihmisen ja toimintajärjestelmän vuorovaikutuksen tutkimista ja kehittämistä ihmisen hyvinvoinnin ja järjestelmän suorituskyvyn parantamiseksi. Ergonomian avulla työ, työvälineet, työympäristö ja muu toimintajärjestelmä sopeutetaan vastaamaan ihmisen ominaisuuksia ja tarpeita. Ergonomian avulla parannetaan ihmisen turvallisuutta, terveyttä ja hyvinvointia sekä järjestelmän häiriötöntä ja tehokasta toimintaa.” (Launis & Lehtelä 2011, 19.)

Ergonomian yksi päätavoitteista on se, että jokainen työntekijä yrityksessä voisi käyttää ergonomisesti suunniteltua työpistettä vaivoitta ja kustannustehokkaasti (Launis & Lehtelä 2011, 21).

3.2 Ergonomian laiminlyönti

Jos työergonomiassa on puutteita tai sitä laiminlyödään, saattaa seurauksena aiheutua turhia poissaoloja yritykselle. Poissaolon syitä voivat olla esimerkiksi työtapaturma tai esimerkiksi työntekoon käytettävän nivelen kipeytyminen. Poissaolon ajaksi yritys joutuu mahdollisesti palkkaamaan sijaisen, joka täytyy kouluttaa työskentelemään poissaolijan työpisteessä. Sijaisen työpisteen toimintojen ja tuotteen rakentamisen harjoittelu vie oman aikansa. Tällöin työ on kalliimpaa yritykselle, koska työskentely on harjoittelun vuoksi hitaampaa sekä virheiden syntyminen on todennäköisempää.

Tällöin myös tuotetoimitukset voivat viivästyä ja myös siksi aiheuttaa yritykselle myöhästymissanktioita ja toimitusluottamuksen vähenemistä. Yritykselle aiheutuu siis paljon turhia kuluja, jotka ovat saattaneet aiheutua pelkästään huonosti suunnitellusta työpisteestä. (Launis & Lehtelä 2011, 335–338.)

Työelämän ergonomian laiminlyönneillä voi olla myös vakavia seurauksia. Yleensä onnettomuuksien tai häiriöiden tapahtuessa puhutaan inhimillisen tekijän virheestä eli ihmisen aiheuttamasta toimintavirheestä, vaikka todellisuudessa virheen aiheuttajana on ollut mahdollisesti huono ergonomia. Ohjainjärjestelmät ovat voineet olla vaikeasti luettavissa tai tiedonsaanti on ollut vaikeaa, epäselvää ja puutteellisia, mikä johtuu huonosta ergonomiasuunnittelusta. (Launis & Lehtelä 2011, 29.)

Työntekijälle käsityökalujen ergonomia on myös hyvin tärkeä asia, jotta työ saadaan tehokkaaksi. Huonot työkalut ovat ensinnäkin epämukavia käsitellä, ja ne voivat olla myös vaarallisia käyttäjälle. Työkaluja suunniteltaessa tulee miettiä esimerkiksi erilaisia painopisteitä, eri voimien suuntia ja käyttömukavuutta. Yksinkertainenkin kiinnipito-ote voi olla väärä jonkun työkalun käytössä, vaikka toiseen työkaluun se sopisi mainiosti. Esimerkiksi asentamalla ruuvimeisseliin pistoolimaisen kädensijan tai veitsen kädensijaan sormien paikat voidaan kasvattaa työkalun käyttövoimaa ja ergonomiaa huomattavasti aikaisempaan nähden. (Launis & Lehtelä 2011, 209–214.)

3.3 Ergonomian hyödyt

Hyvällä ergonomialla saavutetaan työssä vaaditut tavoitteet helpoimmin ja työntekijäystävällisimmin. Tulokset näkyvät tuotannossa töiden tehostumisena ja kohonneena työntekijöiden hyvinvointina ja viihtyvyytenä (sivun 11 taulukko 1). Toisaalta tulokset voivat ilmetä myös siten, ettei tuotannossa ole yksinkertaisesti ongelmia. Tuloksia itsessään voi tällöin olla vaikeaa huomata, vaikka niitä olisi todellisuudessa saatu. (Launis & Lehtelä 2011, 36–37.)

Taulukko 1. ”Ergonomian tietojen, menetelmien ja toimintatapojen soveltamisen vaikutuksia.” (Launis & Lehtelä 2011, 36)

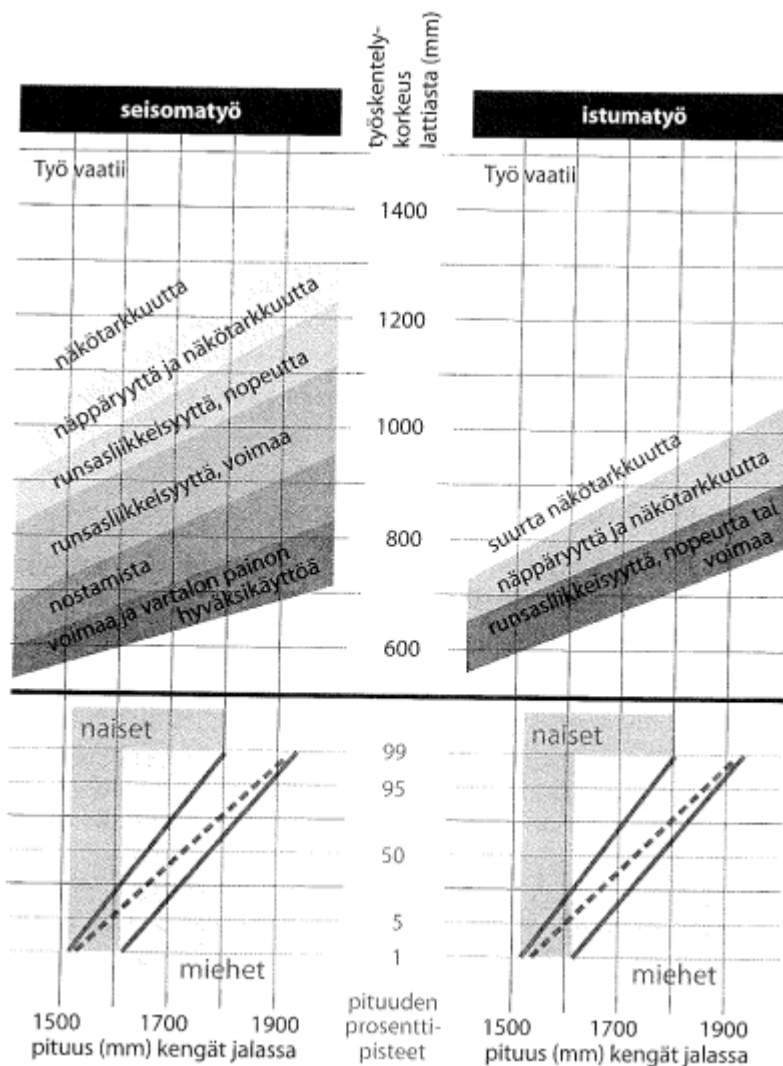
Vaikutuksia työn ja työympäristön kokemiseen, terveyteen ja hyvinvointiin	→	Taloudellisia vaikutuksia
<ul style="list-style-type: none"> • työ on kevyttä ja sujuvaa • työ on mielekästä ja haastavaa • työssä voi käyttää kykyjään ja taitojaan • työ on tuloksellista ja merkityksellistä • työympäristö on miellyttävä • parempi viihtyvyys, motivaatio ja työssä jaksaminen • vähemmän haitallista fyysistä ja psyykkistä kuormitusta 		<ul style="list-style-type: none"> • vähemmän poissaoloja • vähemmän poissaoloista johtuvia tuotannon häiriöitä • vähemmän työperäisiä sairauksia • vähemmän työkyvyttömyyseläkkeitä • vähemmän tapaturmia • helpompi työvoiman saanti ja pienempi vaihtuvuus
Vaikutuksia työntekoon ja tuotantoon	→	Taloudellisia vaikutuksia
<ul style="list-style-type: none"> • parempi työn hyötysuhde • kehittyneempi ihmisen ja tekniikan yhteistoiminta • parempi teknisen järjestelmän hallinta • parempi työprosessin ja laatutekijöiden hallinta • vähemmän virheitä, parempi tuotanto-häiriöiden hallinta 		<ul style="list-style-type: none"> • tehokkaampi tuotanto • vähemmän tuotannon häiriöitä ja katkoksia • parempi tuotannon laatu • joustavampi tuotanto • parempi asiakkaan palvelu • parempi kilpailukyky
Vaikutuksia organisaation toimintaan	→	Taloudellisia vaikutuksia
<ul style="list-style-type: none"> • tehokas yhteistyö työolojen kehittämisessä • laaja kokemuksen ja tiedon käyttö suunnittelussa • tiedot ovat käytettävissä oikea-aikaisesti • suurempia kokonaisuuksia ratkaistaan kerrallaan • organisaation osaaminen kasvaa ja tietoa kerääntyy • suunnittelussa mukana olevien sitoutuneisuus kasvaa • organisaation toimintatavat kehittyvät 		<ul style="list-style-type: none"> • suunnittelu tehostuu ja nopeutuu • järjestelmien käyttöönotto helpottuu ja nopeutuu

Ergonomialla pystytään kilpailemaan esimerkiksi erilaisten työkalujen ergonomisilla ominaisuuksilla. Kuluttajatestit ovat suuressa osassa yritysten markkinointia, ja siksi yritykset panostavatkin tuotteidensa testaamiseen nykyään hyvin paljon. On paljon helpompaa markkinoida ja myydä tuotetta, josta on todistus puolueettomalta ulkopuoliselta tarkastajalta siitä, että laite tai tuote on hyvä ja helppokäyttöinen sekä ergonomialtaan käyttäjäturvallinen verrattuna sellaiseen laitteeseen tai tuotteeseen, josta samanlaista todistusta ei ole. (Launis & Lehtelä 2011, 37–38.)

3.4 Testauspöydän ergonomia

Tämän opinnäytetyön työpisteen työasento on istuma-asento, joten työpiste tulee suunnitella istumaergonomian normeja apuna käyttäen. Työpistettä ei suunnitella siten, että sitä käyttäisi vain muutama yksittäinen henkilö, joiden mittojen perusteella työpiste luotaisiin. Stera Technologies Oy:n Tammelan yksikön sähköosastolla työskentelee n. 50 työntekijää, joten mittamalli pyritään saamaan kaikille hyväksi tai ainakin lähelle sitä. Testauspöydän työpisteessä työskentely on jaksottaista ja silloinkin suhteellisen lyhytaikaista, joten tässä työssä pystytään käyttämään niin sanottua kultaista keskitietä henkilömitoissa tai -malleissa. Työkohteen korkeuden mittoja eri henkilöille on esitetty sivulla 13 kuvassa 4.

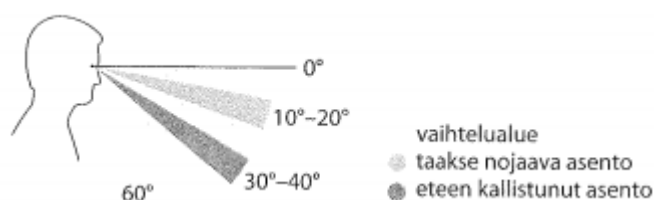
Jos työskentely testauspisteellä olisi pitkäaikaisempaa, tulisi pöydän säädöt saada käyttäjälle oikeiksi. Käytännössä tämä tarkoittaa pöydän eri korkeuksien ja kulmien muokkaamista. Usein riittää, että työpiste säädetään ensimmäisellä kerralla työntekijälle oikeaksi. Tällöin työpistettä yleensä käyttää vain yksi henkilö. Jos työpistettä käyttäisi useampi henkilö (esimerkiksi vuorotyössä), tulee pöydässä olla pikasäätömahdollisuus. Pikasäätöihin vaaditaan usein myös sähkömoottorillista tai esimerkiksi pneumaattista voimaa ja niille ohjausjärjestelmät, jotta työpistettä saataisiin liikuteltua. Lisäksi työpiste muuttuisi vaikeasti liikuteltavaksi säätöjen vuoksi eli työpiste tulisi muuttaa kiinteäksi. Toisaalta voidaan myös määrittää samoilla henkilömitoilla olevat ”työpisteparit” eri vuorojen välille, jotta pikasäätömahdollisuus voidaan jättää pois. (Launis & Lehtelä 2011, 167–168.)



Kuva 4. ”Työkohteen (ei työtason) korkeuden suosituksia tehtävän vaatimusten ja työntekijän koon mukaan.” (Lainis & Lehtelä 2011, 154)

Ergonomisen tiedonvälityksen tulee olla kunnossa, jotta käyttäjän ei tarvitse rasittaa itseään ylimääräisillä kumarruksilla tai silmien rasituksella. Käytännössä tämä voidaan hoitaa helpoimmin niin, että tehdään jyrkkä kontrastiero tuotteen eri merkkien tai merkintöjen ja pohjan välille. Lisäksi tekstikoon tulee olla riittävän iso. Tänä päivänä on muodissa pieni tekstikoko, jotta saadaan laite näyttämään siistiltä ja yhtenäiseltä, mutta se on huono käyttäjän näkökulmasta. (Launis & Lehtelä 2011, 240–248.)

Kuvassa 5 on esitetty henkilön katseen suosituksia, joka mallintaa sitä kulmaa, mikä on laitteen käyttäjälle tai työkohteen seuraajalle kaikkein ergonomisin. Tätä mallia käyttäen voidaan ehkäistä esimerkiksi niskan ja yläselän alueen kiputiloja.



Kuva 5. ”Keskeisen katseen suunnan suosituksia” (Launis & Lehtelä 2011, 156)

Testauspöytä tulee myös suunnitella siten, että huolto ja jatkosovellukset ovat ergonomisesti hyvin suoritettavissa. Esimerkiksi terävät hiomattomat reunat, sekalaiset kaapeliviennit ja ahtaat tilat huoltoon varten ovat merkki huonosta tuotesuunnittelusta. Toinen esimerkki huonosta suunnittelusta on esimerkiksi tuotteen kokoonpano vain toisesta tai yhdestä suunnasta. Laitteen käyttäjä tai huoltaja joutuu mahdollisesti irtottamaan paljon laitteen osia, jotta pystyy vaihtamaan alimpana sijaitsevan rikkiäisen osan. Tässä tapauksessa suunnittelijan olisi pitänyt miettiä laitteen huoltoa paremmin. (Launis & Lehtelä 2011, 350–352.)

4 TYÖN ALOITUS

Ennen aloituspalaveria olin käynyt Stera Technologies Oy:n Tammelan tehtaalla palaverissa keskustelemassa erilaisista opinnäytetyövaihtoehdoista. Palaverissa käsitelimme opinnäytetyön tilaajan kanssa eri vaihtoehtoja ja mahdollisuuksia. Yksi vaihtoehtoista oli Sandvik Mining and Construction Oy:n M-ohjaamon johtosarjojen testauspöydän suunnittelu ja rakennus sekä Stera Tammelan testauskulttuurin kehittäminen tulevaisuutta ajatellen. Tämä vaihtoehto valittiin opinnäytetyöksi.

Aloituspalaverissa yhdessä ohjaavan opettajan ja työn teettäjän kanssa rajattiin opinnäytetyön alue ja määriteltiin aika, jolloin työn tulee olla valmis. Opinnäytetyötä alettiin työstää heti seuraavana päivänä aloituspalaverin jälkeen.

5 SUUNNITTELU

Tässä opinnäytetyössä pyritään siihen, että tuleva laite on käyttäjälle helppo ja mukava käyttää, oli laitteenkäyttäjä sitten nainen tai mies ja kooltaan iso tai pieni.

Suunnittelu aloitettiin listaamalla kaapelisarjat, jotka testipenkissä testataan. Kaapelisarjoja tuli yhteensä 12 kappaletta, joissa kaikissa on samantapaisia liittimiä (Kuva 16, sivulta 28 esimerkkipätkä johdinsarjasta). Sarjat valittiin samantapaisiksi, koska tulevaisuudessa testipenkkiä tullaan jatkamaan erimallisilla liittimillä, jotka ovat myös M-ohjaamon johtosarjoja. Yhtenä vaatimuksena oli myös testauslaitteen mittauspinnien (yht. 128 kpl) säästeliäs käyttö, jotta mahdollisille lisäyksille olisi vapaita mittauspinnejä jäljellä.

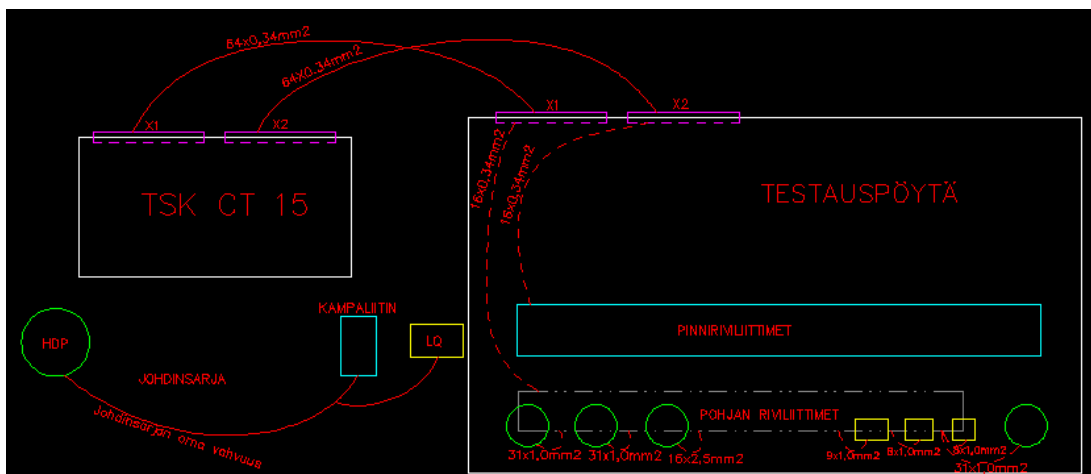
5.1 Testauspöydän runko

Testauslaitteiston rungoksi valittiin Steran oma työkaluvaunu, joka on yksinkertainen, erilaisiin käyttötarkoituksiin muokattavissa oleva perustuote. Testauslaitteiston runkoaihioksi se todettiin soveltuvan mainiosti. Testauslaitteistoa varten vaunuun suunniteltiin lisättäväksi pyörät, jotta sitä olisi helppo liikuttaa työpisteestä toiselle, samalla saatiin toivottua korkeutta riittävästi lisää.

5.2 Johdotuksien ja kytkentöjen suunnittelu

Johdinsarjojen suunnittelukuvien perusteella suunniteltiin testipenkin sisäiset kytkennät ja materiaalitarkvikkeet. Kaikki tässä opinnäytetyössä tehdyt suunnitelmat on tehty CADS Planner Electric -opiskelijaversiota käyttäen. Suunnittelu aloitettiin miettimällä, mitkä liittimet ovat samoja johdinsarjoissa ja siten tarvitsisivat yhden samanlaisen liitinpään, jolla voisi testata useampaa kuin yhtä johdinsarjaa. Tällöin saadaan maksimaalinen tavarahyöty, yksinkertaisempi kokonaisuus, vähemmän kytkentöjä ja selkeämpi kannen layout. Yhtenä vaatimuksena oli myös mahdollisimman säästäväinen testilaitteen mittauspinnien käyttö, jotta tulevia lisäyksiä varten on jäljellä mittauspinnettä. Kytkentäpinniriviliittimien määrä tuli määrittellä johdinsarjojen kampaliittimien mukaan ja maksimimäärän mukaan, jotta saadaan selkeät merkinnät kanteen ja myös siksi, että pystytään säästämään testauslaitteen mittauspinnettä. Riviliittininit tulevat olemaan kovassa käytössä jatkuvan liittämisen ja irrottamisen vuoksi. Lisäksi kytkentäpinniriviliittimiä suunniteltiin asennettavaksi myös ylimääräisiä, jotta niitä on heti varalla tulevia johtosarjalisäyksiä varten.

Pohjaan suunniteltiin asennettavaksi riviliittimiä, joihin kytketään kannen vastaliittimet. Kansi tulee saada mahdollisia lisäyksiä varten pois ja sitä myöden myös johdinsarjat irti, joten riviliittimet pohjaan kiinnitettynä soveltuvat siihen mainiosti. Purkamisen vuoksi johdinsarjat suunniteltiin myös merkattaviksi, jotta vältytään uudelleen kytkennässä mahdollisilta virheiltä. Testilaitteen ja testipöydän väliseksi kaapeliksi suunniteltiin 64-napainen harmaa kaapeli, joten testipöytään suunniteltiin signaaliläpivientejä varten terminaaliliittimet. Opinnäytetyön CADS piirikaavio- ja layoutpiirustukset löytyvät LIITTEET-osiosta.



Kuva 6. Suunnittelun kokonaiskuva, piirretty CAD Planner Electric – ohjelmalla käyttäen opiskelijalisenssiä (Lehtimäki 2015)

Kuvasta 6 nähdään laitteiston toimintaperiaatteen kokonaiskuva. TSK CT 15, joka on johdinsarjoja mittaava testauslaite, yhdistetään testauspöytään 64-napaisella kaapelilla. X1 ja X2 (violetti) ovat terminaaliliittimiä, joiden kautta signaalit kulkeutuvat testauslaitteen ja -pöydän sisään. X1- ja X2-signaalisyötöt viedään testauspöydän sisällä pinniriviliittimille (sininen) ja pohjanriviliittimille (harmaa kaksoispistekatko), mistä ne jaetaan eri mittauspisteisiin. Pohjanriviliittimistä jaetaan HDP-liittimille (vihreä) ja LQ-liittimille (keltainen). Johdinsarjat tullaan kytkemään yllä olevan mallin mukaan paikoilleen, eli HDP-liittimet yhteen (vihreä), LQ-liittimet yhteen (keltainen) ja kampaliittimet (sininen) pinniriviliittimiin (sininen).

5.3 Testauspöytä

Testipöytä tuli suunnitella materiaaliltaan ja layoutiltaan siten, että mahdolliset lisäykset pystytään tekemään yhtä helposti ja siististi kuin uuden tekeminen. Testipenkin tuli olla myös mahdollisimman iso, jotta pystytään täyttämään mahdollisten jatkossa testattavien johdinsarjojen vaatimukset. Pöydän koko määriteltiin vaunun tason koon mukaan ja korkeus tarpeen mukaan. Tässä tapauksessa kooksi määriteltiin 700 mm*520 mm*100 mm ja sisäpuolelle särmättiin 10 mm:n reuna, johon tehdään kannen kiinnitykset.

Testipenkin materiaaliksi valittiin 2 mm:n alumiini, joka laserleikattiin ja särmättiin muotoon sekä lopuksi hitsattiin. Kannen layout suunniteltiin CADS Planner Electric -opiskelijaversiota käyttäen, jonka pohjalta mekaniikkaosasto leikkasi kannen.

6 KOKOAMINEN

6.1 Korotuspalat ja tuennat

Alumiinisen testauspöytälaatikon ja kannen valmistumisen jälkeen aloitettiin koonpano. Ensimmäinen askel oli mitoittaa oikea korkeus pinniriviliittimille ja miettiä, minkälaisen tukijalan DIN-kisko tarvitsee ja mihin pinniriviliittimet kiinnitetään. Mittaus tehtiin kokeilemalla erilaisia malleja sekä astekulmamittaa apuna käyttäen. Lopulta päädyttiin 3 mm:n muotoiltuun alumiinipalaan (kuva 7). Alumiiniin leikattiin tarkemman sijoitusmahdollisuuden kannalta 15 mm:n op-reikä, minkä halkaisija on 5 mm. Tämä alumiinipala tehtiin, jotta pinniriviliittimet saadaan nostettua oikeaan korkeuteen kanteen nähden.



Kuva 7. DIN-kisko korotuspala (Lehtimäki 2015)

Laatikon ulkopuolelle pohjaan asennettiin myös liukuestekumit, jotta vältetään laatikon tahattomalta siirtymiseltä sekä saadaan alusta tukevammaksi. Laatikon kannen poisottamisen helpottamiseksi kulmiin asennettiin 5 mm:n niittimutterit, jotta kansi voitaisiin asentaa tukevasti paikalleen kuusiokoloruuveja apuna käyttäen. Kannen saa helposti myös pois tästä syystä. 64-pinniset terminaaliliittimet sijoitetaan laatikon takaosaan niille tarkoitettuihin laserleikattuihin koloihin. Kiinnitysreiät työstettiin jälkikäteen, koska laserleikkausvaiheessa kiinnitysreikien sijoittelusta ei ollut tarkkoja mittoja.

6.2 Riviliittimien asennus

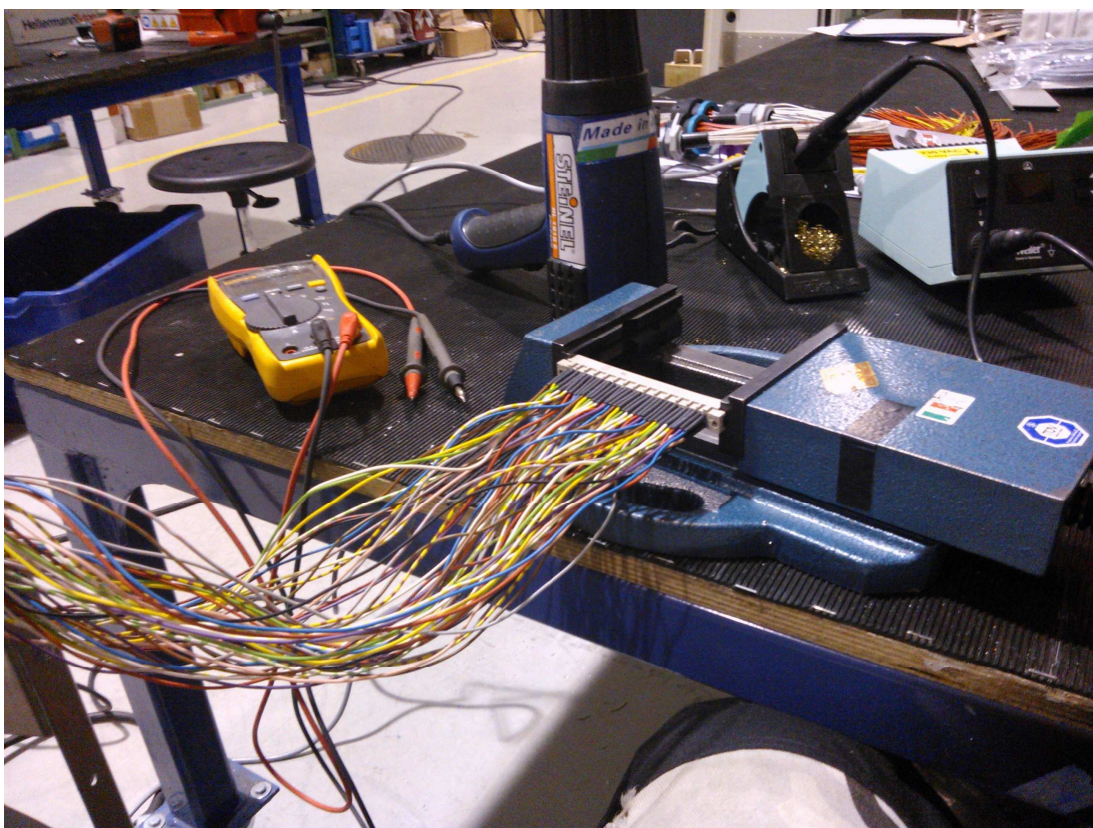
Riviliittimet valittiin käyttötarkoituksen ja myös sen mukaan, mitä Steralta löytyi suoraan hyllytavarana. Pohjaan valittiin kolmeosaiset (yksi tulo, kaksi lähtöä) olevat riviliittimet, koska signaalit jaetaan eri johdinsarjojen vastakappalepisteisiin pohjan riviliittimistä. Päälle tulevat riviliittimet eli pinniriviliittimet valittiin suoraan, koska ne toimivat valmiin tuotteen keskuksessakin johdinsarjojen vastakappaleina. Kuvasta 8 voidaan nähdä, että pinniriviliittimien väliin asennettiin päätypaloja, jotka toimivat signaalilohkojen rajaajina. Näin saatiin myös selvemmat rajat johdinsarjojen välillä. Riviliittimet merkittiin niille tarkoitettuja riviliitinmerkkejä käyttäen.



Kuva 8. DIN-kisko ja pinniriviliittimet asennettuna korokepaloihin testauspöydän sisällä (Lehtimäki 2015)

6.3 Sisäiset johdotukset ja kytkennät

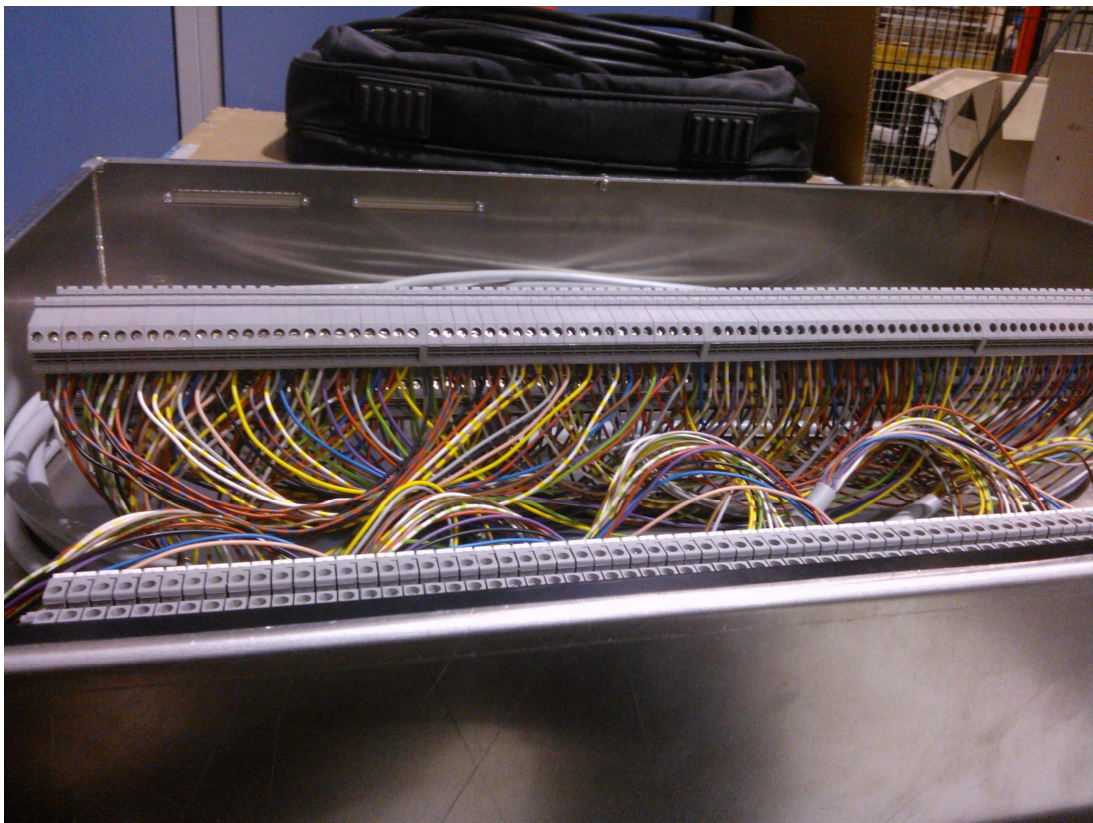
Sisäisissä johdotuksissa terminaaliliittimestä molemmille riviliitinyksiköille varten käytettiin $16 \times 0,34 \text{ mm}^2$ -kaapelia, jota Steralla oli varastossa ylimääräisenä. Terminaaliliittimen päässä liitokset tehtiin juottamalla kaapelien johtimet suoraan liittimien liitospisteisiin. Liitoksien tarkastuksen jälkeen liitokset suojattiin kutistussukalla paremman eristyksen ja suojauksen varmistamiseksi (kuva 9).



Kuva 9. X1-johtimien kytkentä juottamalla, kytkentöjen testaaminen ja eristäminen kutistussukalla (Lehtimäki 2015)

Riviliittimiin kytkettäviin päihin asennettiin päteholkit ja johtimet kytkettiin riviliittimiin suunnitelmien mukaisesti. Kaapelit asennettiin laatikon pohjaan tarraankkureilla ja nippusiteillä siistin lopputuloksen aikaansaamiseksi. Pinniriviliittimiä varten testilaitteelta tuotiin yhteensä 25 signaalia, jotka jaettiin suunnitelmien mukaisesti jokaiselle mittauspisteelle.

Testipenkki suunniteltiin siis siten, että testausvaiheessa testataan yksi kaapeli kerrallaan. Tällöin signaalit on mahdollista jakaa useampaan mittauskohteeseen, jotta saadaan maksimaalinen hyöty aikaiseksi. Johtimena käytettiin $0,34 \text{ mm}^2$ -johtimia, jotka oli eroteltu alkuperäisestä kaapelista. Johtimiin asennettiin myös pääteholkit paremman kontaktin aikaansaamiseksi. Kuvasta 10 nähdään, että kytkennät tehtiin asennussuunnitelmien mukaisesti.



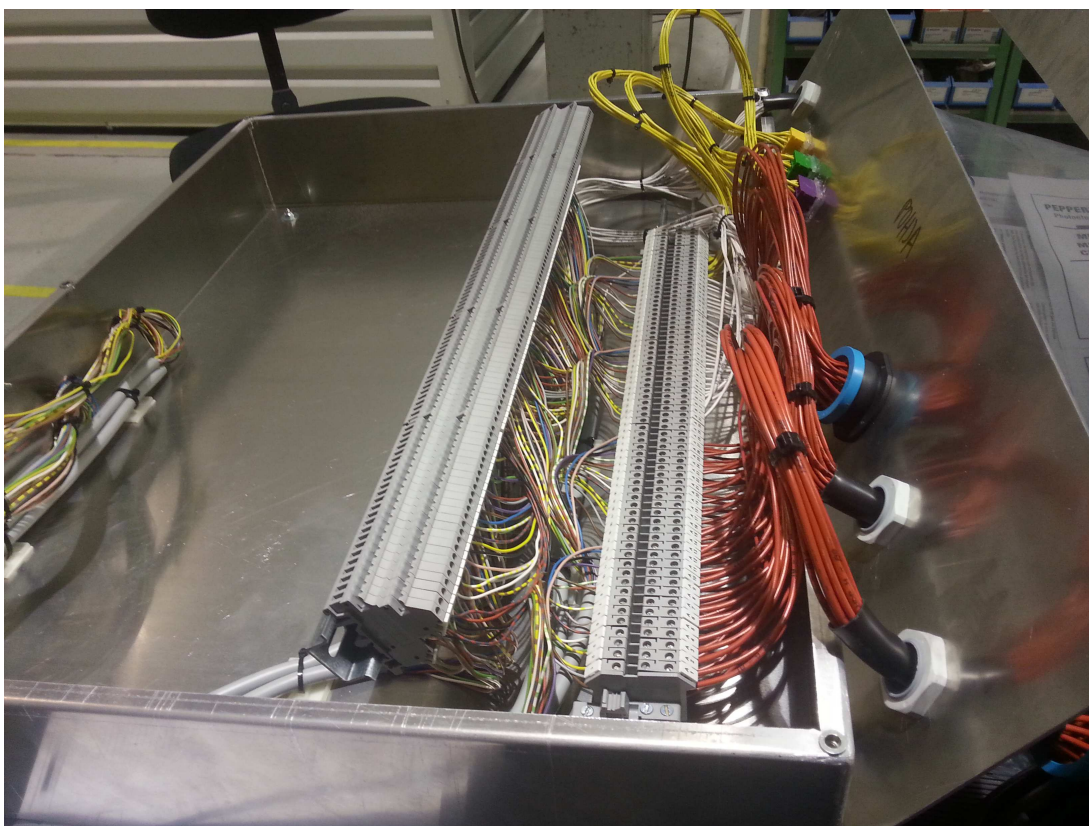
Kuva 10. Sisäisiä riviliittimien välisiä johdotuksia sekä signaalisyötöt (Lehtimäki 2015)

6.4 Ulkoiset johdotukset ja kytkennät

Laitteen ulkopuolisena kaapelina käytettiin 64-napaista harmaata kaapelia, jonka päihin prässättiin naarasliittimet testilaitteen ja testipöydän urosvastakappaleita varten.

Johdinsarjojen vastakappaleita varten tehtiin koneellisesti johdinkaapelit, jotta kaapeleihin saatiin teetettyä kytkentämerkinnät. Tällöin johdinkaapelit voidaan irrottaa riviliittimistä ja kytkeä takaisin kannen erottamista varten valmiita kytkentämerkintöjä apuna käyttäen. Johdinkaapeleihin liitettiin koneellisesti riviliittimen päähän pääteholkit ja HDP-päähän sille liittimelle kuuluva päätekontakti, johon kaapeli yhdistetään. AMP-liittimien päätekontaktit sekä 2,5 mm²:n HDP-liitinkaapelin pääteholkit asennettiin käsin puristamalla siihen tarkoitettulla puristustyökälulla.

Kaapelien läpiviennit tehtiin läpivientiholkitiivisteillä kanteen ja ne suojattiin kaapelisuojuilla. Näin vastakappaleet saadaan johtimeen irti pöytälevykannesta yhtenäisenä nippuna, joka on helppo asentaa myöhemmin takaisin. Suurin osa HDP-liittimien vastakappaleista jouduttiin tekemään läpivientiholkitiivisteillä, koska markkinoilla ei ollut pöytäkiinnike- tai läpivientimalliliittimiä. AMP-vastaliittimet kiinnitettiin pöytään kuumaliimaa käyttäen. Kuvasta 11 voidaan nähdä kaapeloinnit, kytkennät ja liittimien kiinnitykset pöytään.



Kuva 11. Kytkennät suoritettu (Lehtimäki 2015)

6.5 Kannen merkinnät

Pöytälevyn merkintöjen tavoitteena olivat yksinkertaiset ja selkeät merkinnät. Tässä työssä on useita erilaisia merkintöjä pienellä alueella, joten merkinnät suunniteltiin merkittäviksi kahteen tasoon. Layout suunniteltiin siten, että johdinsarjajakojen ja johdinsarjojen kampaliittimien tulee olla selkeästi luettavissa. Työssä päädyttiin yksinkertaisiin viivarajauksiin ja merkittiin, mitä mitäkin tarkoittaa. Johdinsarjojen sisäisten kampaliittimien rajaukset tehtiin väliviivoilla ja merkittiin kampaliittimiä vastaavilla merkinnöillä. Alkuperäinen idea suunnitteluvaiheessa oli polttaa laserilla merkinnät alumiinilevyyn, mutta tekovaiheessa päädyttiin jyrshintään ja maalaukseen. Mekaniikkaosaston suunnittelija siirsi piirtämäni suunnitelmat omaan ohjelmistoonsa, joka lähetettiin jyrshintäosastolle. Alla olevasta kuvasta nähdään lopputulos, kun CNC-jyrsin on jyrsinnyt merkinnät kansilevyyn, minkä jälkeen merkinnät maalattiin mustaksi paremman kontrastin ja luettavuuden aikaansaamiseksi.



Kuva 12. CNC-jyrsityt merkinnät, jotka on tummennettu paremman kontrastin aikaansaamiseksi (Lehtimäki 2015)

Dymo-tarramerkintätulostimella merkitään yleensä sähkökaappien ja kojekaappien tunnuksia, mutta tässä tapauksessa merkinnät saatiin rajojen takia selvemmiiksi jyrkimellä. Samalla testauspöydän merkintöjä voidaan esitellä uusissa projekteissa asiakkaille yhtenä merkintä vaihtoehtona. Kuvan 13 mukaan tarroilla on merkitty ainoastaan X1- ja X2-terminaaliriviliittimet testauspöydän takapuolelta.



Kuva 13. Testipöydän Dymo-tarratulostimen merkinnät ja 64-napainen välikaapeli (Lehtimäki 2015)

6.6 Liukutaso

Testilaitteen sijoitus pöydän läheisyyteen, jossa se liikkuisi pöydän mukana ja jolloin se olisi myös käytännöllinen, asetti vaihtoehtojen määrän vähäiseksi. Suunnittelussa päädyttiin yksinkertaiseen vetolaatikkotasoon, johon testilaitteen ja sitä ohjaavan näppäimistön voi sijoittaa. Vetolaatikon tuennan mekaniikkaosasto teki 3 mm:n alumiinista annettujen mittojen mukaan. Levyt kiinnitettiin tukevasti työkaluvaunurunkoon, joihin kiinnitettiin vetolaatikon liukujen kiinnikkeet. Vastakappaleisiin eli liukupintoihin sahattiin määrämittaan karhennettu vanerilevy, joka toimi pöytätasona. Pöytätason takaosaan asennettiin vielä alumiinikulma, joka toimi takapysäytyslevynä, jotta vältetään testilaitteen putoaminen ja mahdollinen rikkoutuminen (Kuva 14).



Kuva 14. Vetolaatikko kokonaisuudessaan (Lehtimäki 2015)

7 TESTILAITE TSK CT15

Stera Technologies Oy:n Tammelan yksikön johdinsarjojen testaukseen käytetään TSK Cabletester CT15 -johdinsarjatestauslaitetta. Se on kehitetty toimimaan testauslaitteena testauspöydille, joilla testataan johdinsarjoja. Laite on oppiva yksikkö, jolle opetetaan jokainen johdinsarja erikseen. Testauslaitteen periaate perustuu siihen, että se muodostaa mitattavista johtimista aina parin. Tällöin se huomaa heti, jos mitattavat kohteet on esimerkiksi kytketty ristiin tai johdin on poikki. Laite on helppo ja yksinkertainen käyttää, mutta vaatii käyttäjältään englannin kielen taitoa.

Mittauspöytäkirjaa laitteesta ei voi tulostaa, ellei laitteen omistajalla ole lisenssiä erilliseen ohjelmistoon. Kuitenkaan tämä ei haittaa, jos johdinsarjojen ostajat eivät vaadi sitä tai jos johdinsarja jää yrityksen sisälle lopputuotannon käyttöön, kuten tässäkin opinnäytetyössä. Laite on myös turvallisuudeltaan hyvin käyttäjäystävällinen, koska laitteen testausvirrat ovat alhaiset, vain muutamia mikroampeereita. (TSK Prüfsysteme GmbH:n www-sivut 2015.)

Laitteessa on testauspinnejä 128 kappaletta. Testauspinnien määrän voi laajentaa kolminkertaiseksi alkuperäisestä hankkimalla erillisen laajennusosan. Tietokoneen näppäimistö voidaan myös liittää testauslaitteeseen helpottamaan komentojen antamista. (TSK Prüfsysteme GmbH:n www-sivut 2015.)

Testauslaite on vanhahko (valmistettu 2001), mutta toimiva ja hyvin soveltuva yrityksen tämänhetkisiin johdinsarjatestausvaatimuksiin (kuva 15).



Kuva 15. Johdinsarjatestauslaite TSK CT 15 (Lehtimäki 2015)

8 OHJELMOINTI

Ennen kuin testauspöytää pystyy käyttämään, tulee testauslaite ohjelmoida. Ohjelmointia varten tarvittiin kaikki johtosarjat, joita valmiilla laitteella tullaan testaamaan. Jokaisesta johtosarjasta käytiin jokainen johdin kerrallaan läpi, jotta saatiin varmistus siitä, että johtosarjat oli kytketty oikein.

Testilaitte on oppiva laite, joten johdinsarjojen tulee olla moitteettomat, jotta ne voidaan opettaa laitteelle oikein. Ohjelmointi itsessään toteutettiin vanhemman työntekijän neuvoja ja laitteen ohjekirjaa apuna käyttäen heti testauspöydän valmistumisen jälkeen. Ohjelmoinnin helpottamiseksi testauslaitteeseen oli liitetty tietokoneen näppäimistö, jolla komentokäskyt annettiin testauslaitteelle.

Laitteen ohjelmointi aloitettiin asettamalla ohjelmoitava johdinkaapelisarja sille kuuluvalla paikalla mittauspöydässä ja käynnistämällä testauslaite. Laitteen käynnistyessä se tarkistaa yhteensä 128 mittapäänsä kunnon, minkä jälkeen käyttäjä kuittaa tarkastuksen. Käyttäjä voi nyt valita valikosta ohjelmointia varten osoitetun kohdan ja aloittaa johdinsarjan opettamisen laitteelle. (Tuomola henkilökohtainen tiedonanto 17.3.2015.)

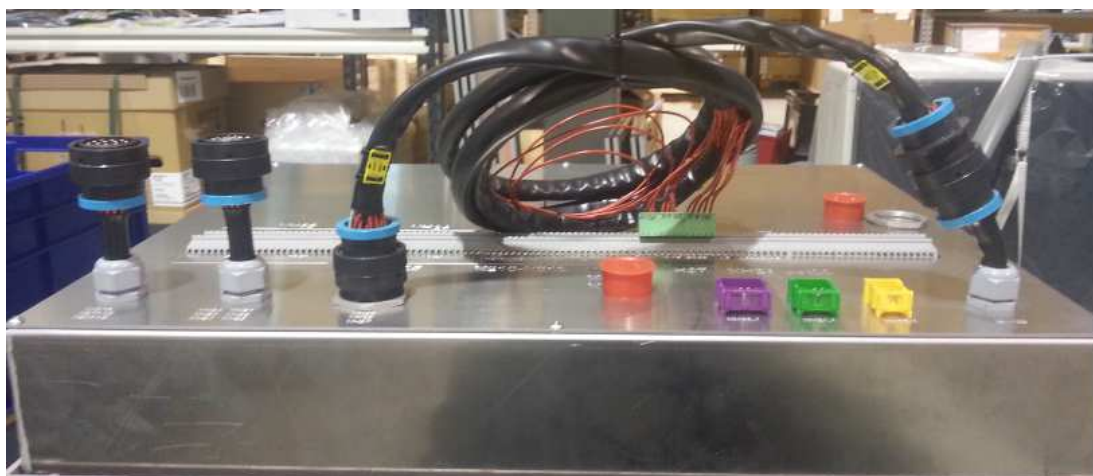
Laitteeseen määriteltiin johdinsarjan nimi ja järjestysnumero, mikä tulee näkymään johdinsarjaluettelossa laitteen testausosiossa. Opinnäytetyössä määriteltiin laitteeseen myös piirustusnumero, jotta voidaan tarkastaa mahdollisten johdinsarjakytkentämuutoksien varalta, onko laitteessa ajan tasalla oleva ohjelma vai tuleeko ohjelma päivittää. Mittapäiden rajausta voidaan suorittaa myös laitteeseen, jos tiedetään, mitkä mittapääät ovat käytössä millekin johdinsarjalle, tällöin mittaus muuttuu nopeammaksi. Kuitenkaan kaikkien mittauspäiden läpikäyminen ei laitteelta vie kahta sekuntia enempää, vaikka alue olisikin rajattu. (Tuomola henkilökohtainen tiedonanto 17.3.2015.)

Laitteen testaustoiminnon määrittämiseksi tulee tietää, haluaako laitteen käyttäjä jatkuvan testauksen tai kertatestauksen. Valittaessa kertatestaustoiminto laite testaa testattavan sarjan vain kerran, minkä jälkeen käyttäjä joutuu käynnistämään testauksen uudelleen. Jatkuva testaus mahdollistaa käyttäjälle jatkuvan testaamisen ilman testauksen uudelleen käynnistämistä. Tällöin käyttäjä voi vaihtaa ”lennosta” uuden sarjan testauspöydän mittauspisteisiin, vaikka testi on käynnissä. Laite huomaa jokaisen muutoksen mittauspäissä ja ajaa testin aina uudelleen muutoksen tapahtuessa. Jokaiseen ohjelmaan valittiin tässä opinnäytetyössä jatkuva testaustoiminto.

Kun nimikkeet ja ohjelman sisäiset ominaisuudet on saatu määriteltyä, tulee johdinsarja seuraavaksi opettaa testauslaitteelle. Laitteelle opetetaan uusi johdinsarja seuraamalla ohjekirjan ohjeita järjestelmällisesti, kuten mahdollisien johdinsarjavastuksen ja -dioidien määrittäminen tai kuitukaapelien testaaminen. Kuitenkaan tässä opinnäytetyössä diodeja, vastuksia tai kuitukaapeleita ei ollut, joten tämä kohta jätettiin pois. Testauslaite käy testausvaiheessa johdinsarjamittauspänsä läpi ja opettaa tietyt päät toisillensa pareiksi. Ohjelmoinnin jälkeen laite ilmoittaa olevansa oppinut johtosarjan, jonka jälkeen käyttäjä voi palata päävalikkoon paluunäppäimillä ja aloittaa johdinsarjatestauksen.

9 JOHDINSARJATESTAUS

Laitteen käynnistyksen jälkeen johdinsarjatestauksen voi aloittaa heti. Oikean johdinsarjaohjelmiston voi vaihtaa ohjelmistovalikosta, jonne on asennettu jokaisesta johdinsarjakaapelista oma ohjelmistonsa. Tässä opinnäytetyössä kaikki kaapelit ja ohjelmistot on ohjelmoitu ja merkitty vastaamaan toisiaan täydellisesti. Esimerkiksi, jos johdinsarjan nimi on WH20, valitaan ohjelmistosta WH20-ohjelma. Tässä kohtaa tulee kytkeä johdinsarja ja sen liittimet niihin testilohkoihin kiinni, mihin se on merkitty (kuva 16).



Kuva 16. Johdinsarja on kytketty pöytään testausta varten (Lehtimäki 2015)

Nyt testaamisen voi aloittaa. Laite testaa johdinsarjaa niin kauan, kunnes toiminto lopetetaan erillisellä käskyllä. Laite ilmoittaa johdinsarjatestaustuloksen näyttöpaneelin oikealla puolella olevasta testituloluettelosta. Luettelossa on merkinnät kuvina, mutta merkinnät tarkoittavat käytännössä kolmea eri vaihtoehtoa:

- OK
- Kaapeli poikki
- Ristiinkytkentä.

Jos kaapeli ei mene testauksesta läpi, vikaselvitys voidaan tehdä esimerkiksi yleismittarilla, missä on johtavuudenmittaustoiminto. Testilaitteeseen on mahdollista ohjelmoida myös toiminto, mikä ilmoittaa, missä johdinsarjan johtimessa on vika. Tässä opinnäytetyössä ei toimintoa kuitenkaan asennettu.

10 JOHDINSARJATESTAUKSEN KEHITTÄMINEN YRITYKSESSÄ

Yhtenä osana tätä opinnäytetyötä oli pohtia, miten johdinsarjatestausta voitaisiin kehittää Stera Technologies Oy:n Tammelan yksikössä. Johdinsarjatestaus tulee tulevaisuudessa todennäköisesti muuttumaan tarkemmaksi kaikkien muidenkin normien muuttuessa vaativammiksi. Laitteiston saneeraus kohdistuisi todennäköisesti ensimmäiseksi vanhakkoon CT15-testauslaitteeseen, jos johdinsarjoihin kohdistuvaa tarkastusvaatimusta lisättäisiin. Testauslaitteessa on tällä hetkellä pieniä vanhentumisen merkkejä, mutta laite sinänsä on kuitenkin vielä täysin toimiva.

Mahdollisesti uusittuun yksikköön tulisi liittää tietokone, johon asennettaisiin erillinen ohjelmisto laitteiston suorakäyttöä ja testauksien pöytäkirjojen tulostusta varten. Tällöin johdinsarjatestaaminen muuttuisi nopeammaksi ja dokumentointi helpottuisi.

Perus johdinsarjatestauspöytien rakentaminen onnistuu yrityksen sisällä, joten niitä ei erikseen tarvitse hankkia muualta. Ainoastaan silloin, jos johdinsarjoihin vaadittaisiin paineilmatestausta, jouduttaisiin todennäköisesti investoimaan näille sarjoille oma testauspöytä.

Paineilmatestauksessa kohdistetaan liittimen kontaktiin tietty paine, jolla varmistetaan, että kontakti pysyy liittimessä. Testauksella voidaan myös testata liittimen tiivistyksen tiiveyttä ja esimerkiksi vedenpitävyyttä. Paineilmatestauspöytiä valmistaa esimerkiksi tässä opinnäytetyössäkin käytettyä testauslaitetta valmistava TSK Prüf-systeme GmbH. (TSK Prüf-systeme GmbH:n www-sivut 2015.)

Nyt opinnäytetyössä tehty pöytä on suunniteltu laajennettavaksi, jotta voidaan testata lisää Sandvikin M-ohjaamon johdinsarjoja. Tarkoitus olisi, että kaikki yrityksessä tehdyt johdinsarjat voitaisiin testata alkutuotannossa ja näin vähentää johdinsarjavirheiden etsimistä lopputuotannosta.

Jos johdinsarjoihin tulevaisuudessa tulee tarkastusvaatimukset, yrityksessä jouduttaisiin perustamaan todennäköisesti tätä tarkoitusta varten erillinen tarkastussolu tai -piste. Tulevista määräyksistä riippuu, joutuuko yritys hankkimaan ulkopuolelta sertifioidun testauspöydän, jossa olisi esimerkiksi paineilmatestausmahdollisuus vai riittääkö yrityksen oma testauspöytä tähän.

11 TULOKSET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja rakentaa ergonominen johdinsarjatestauspöytä yhteensopivaksi TSK CT15-kaapelitestauslaitteelle. Tavoitteeseen päästiin mielestäni hyvin, koska pöydästä tuli helppokäyttöinen ja täysin toimiva yhdessä CT15-testilaitteen kanssa (kuva 17). Työ saatiin valmiiksi myös ennen aikataulun päättymistä, joten voidaan todeta, että tavoite saavutettiin myös aikataulullisesti.

Pöytä on ergonominen, helppokäyttöinen ja sopivan kokoinen. Se on helposti siirrettävissä eikä sido testaushenkilöitä vain yhteen paikkaan, missä testata johdinsarjoja. Lisäksi pöydän mittausmahdollisuuksia voi tarpeen mukaan lisätä. Mielestäni testauspöytää kannattaa ehdottomasti laajentaa, jotta M-ohjaamon johdinsarjoja voidaan testata enemmän ja virheiden etsintää vähennettyä.



Kuva 17. Valmis testauspöytä (Lehtimäki 2015)

Testauslaitteen ja -pöydän käyttöä opetin kahdelle työntekijälle, jotka tulevat testaamaan johtosarjoja, jotka pöydällä on mahdollista testata. Lisäksi laadittiin kirjallinen pikaohje testauslaitteen käyttäjälle, jos esimerkiksi jo koulutetut testilaitteen käyttäjät ovat sairaslomalla tai jostain muusta syystä poissa töistä, sarjat saadaan testattua.

Yritykselle tulostettiin testauspöydän luovutuksen mukana suunnittelukuvat ja kytkentälistat, jotta testauspöytää on helppo laajentaa jatkossa.

12 YHTEENVETO

Opinnäytetyö itsessään oli erittäin mielenkiintoinen, koska ensinnäkin työ oli konkreettinen työ eikä tutkimusaiheinen, joka koostuisi käytännössä pelkistä standardien ja paperien pyöryksestä. Lisäksi sain tutustua ja seurata korkeatasoisia mekaniikka-teollisuuden työvaiheita. Työilmapiiri oli hyvä, sillä jos tarvitsin materiaalia työhön, sain sen mekaniikkaosastolta käytännössä heti eli ulkoisia materiaalitilauksia käytettiin työssä hyvin vähän. Tämän vuoksi työ valmistui nopeasti. Sain myös kirjoittaa opinnäytetyön Stera Technologies Oy:n Tammelan tiloissa, mikä myös auttoi nopeuttamaan opinnäytetyön valmistumista. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että lähdin ”töihin” joka arkiamu ja tein 7-8 tunnin päivän.

Haluan kiittää Stera Technologies Oy:n Tammelan työntekijöitä, joilta sain hyviä vinkkejä ja neuvoja erilaisiin työvaiheisiin ja laitteiden käyttöihin, lehtori Timo Suvelaa ja työnteettäjää tuotantopäällikkö Tero Marjamäkeä. Erityiskiitoksen ansaitsee mekaniikan tuotannon suunnittelija Torsti Koskinen, jonka ansiosta sain tehdä opinnäytetyöni Stera Technologiesilla.

LÄHTEET

Brusin, K. 2015. Stera Technologies Oy, Tammela. Henkilökohtainen tiedonanto 17.3.2015.

Launis, M & Lehtelä, J. (toim.) 2011. Työterveyslaitos. Ergonomia. Tampere: Tammerprint Oy.

Marjamäki, T. 2015. Stera Technologies Oy, Tammela. Henkilökohtainen tiedonanto 24.3.2015.

Stera Technologies Oy:n www-sivut 2015. Viitattu 12.3.2015. <http://www.stera.com>

TSK Prüfsysteme GmbH. 2003. Cabletester CT15, Cabletester CT20 Operating manual. Vain sisäiseen käyttöön.

TSK Prüfsysteme GmbH:n www-sivut 2015. Viitattu 6.3.2015. <http://www.t-s-k.de/en/unternehmen>

Tuomola, J. 2015. Stera Technologies Oy, Tammela. Henkilökohtainen tiedonanto 25.2.2015.

LIITTEET

- LIITE 1 Layout, kansilevy
- LIITE 2 Piirikaavio, HDP-syöttö
- LIITE 3 Piirikaavio, HDP XH123
- LIITE 4 Piirikaavio, LQ-liittimet
- LIITE 5 Piirikaavio, Pinniriviliitinkytkennät
- LIITE 6 Layout, keskus
- LIITE 7 Riviliitinkytkentäluettelo
- LIITE 8 Tarvike-/Osaluettelo
- LIITE 9 Pikaohje testaajalle (Ei julkinen)


LIITE 1

A	rev	D	rev	11
B	rev	E	rev	12
C	rev	F	rev	13
D				14
E				15
F				16
G				17
H				18
I				19
J				20
K				21
L				22
M				23
N				24
O				25
P				26
Q				27
R				28
S				29
				30
				31
				32
				33
				34
				35
				36
				37


A rev		D rev
		E rev
		F rev

A				11
B				12
C				13
D				14
E				15
F				16
G				17
H				18
I				19
J				20
K				21
L				22
M				23
N				24
O				25
P				26
Q				27
R				28
S				29

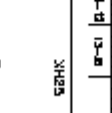
A				11
B				12
C				13
D				14
E				15
F				16
G				17
H				18
I				19
J				20
K				21
L				22
M				23
N				24
O				25
P				26
Q				27
R				28
S				29




KH015
KH210AB
KH205AS




KH123 KH124
KH125 KH126
KH127 KH128
KH129 KH130




KH137 KH138
KH139 KH140




KH221



KH211



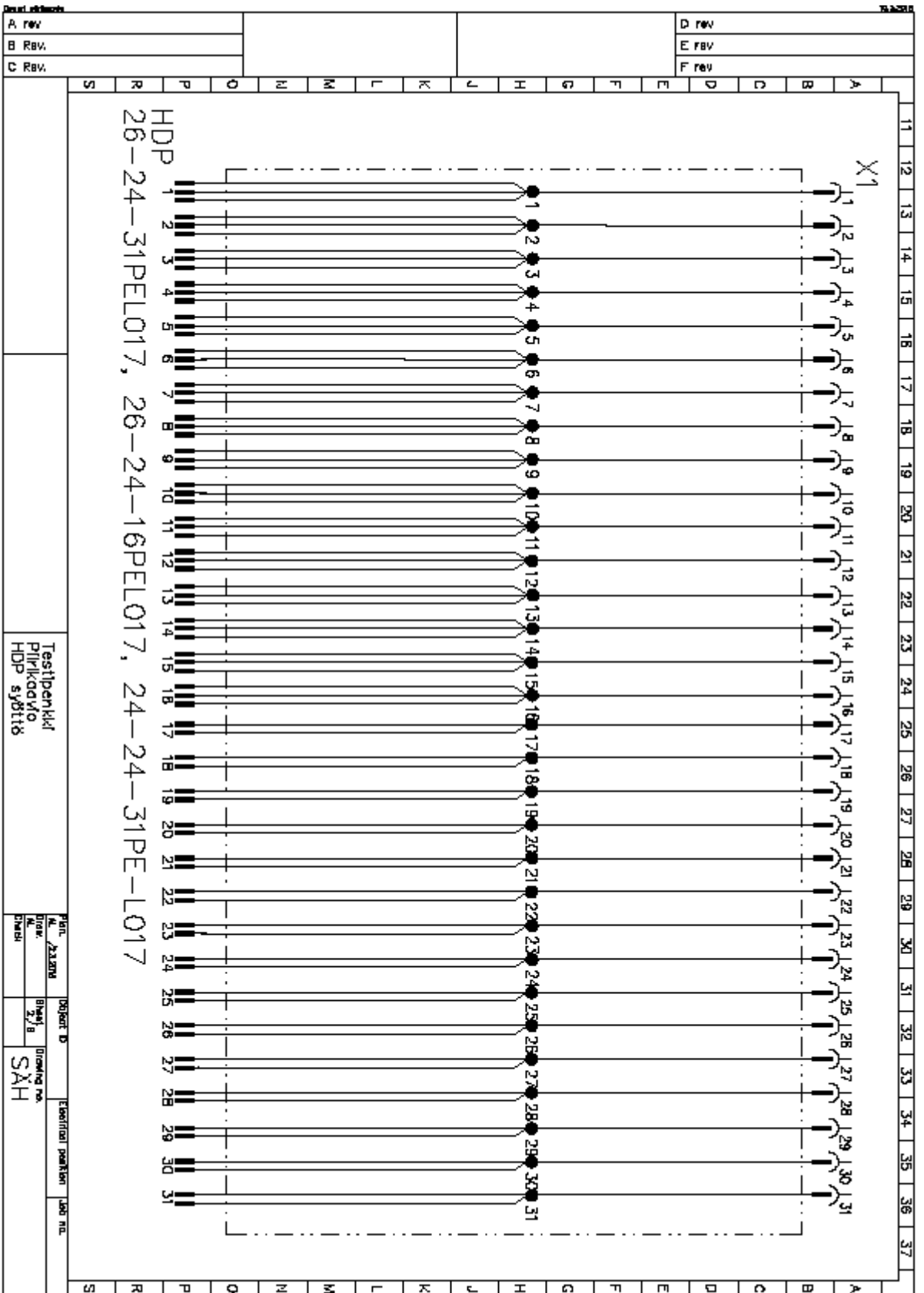
KH201



KH123

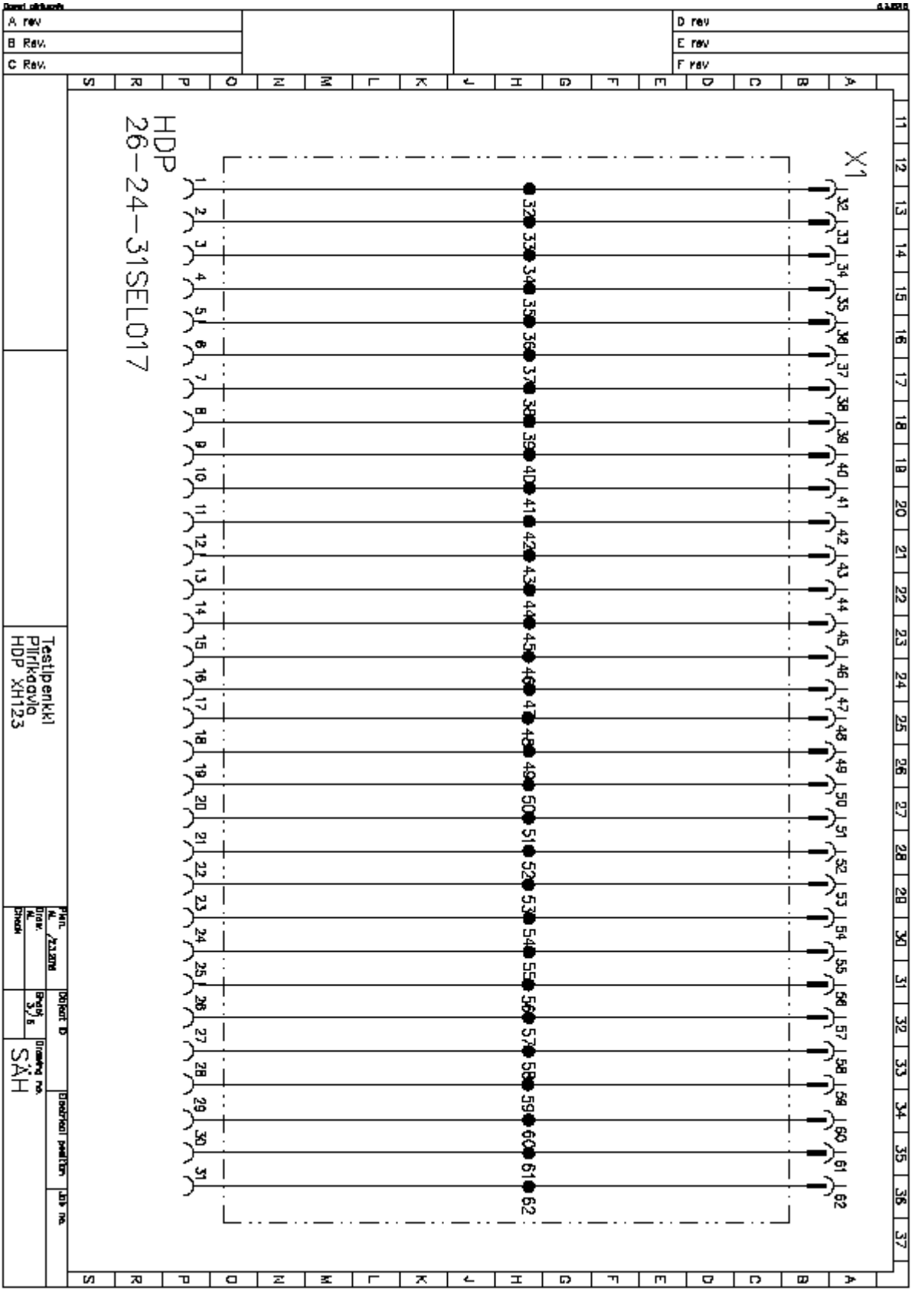
Testipenkki Layout kansilevy	Pöytä- N. Alue	Sijainti	Osoite nro.
	Pöytä- N. Alue	Sijainti	SÄH

LIITE 2

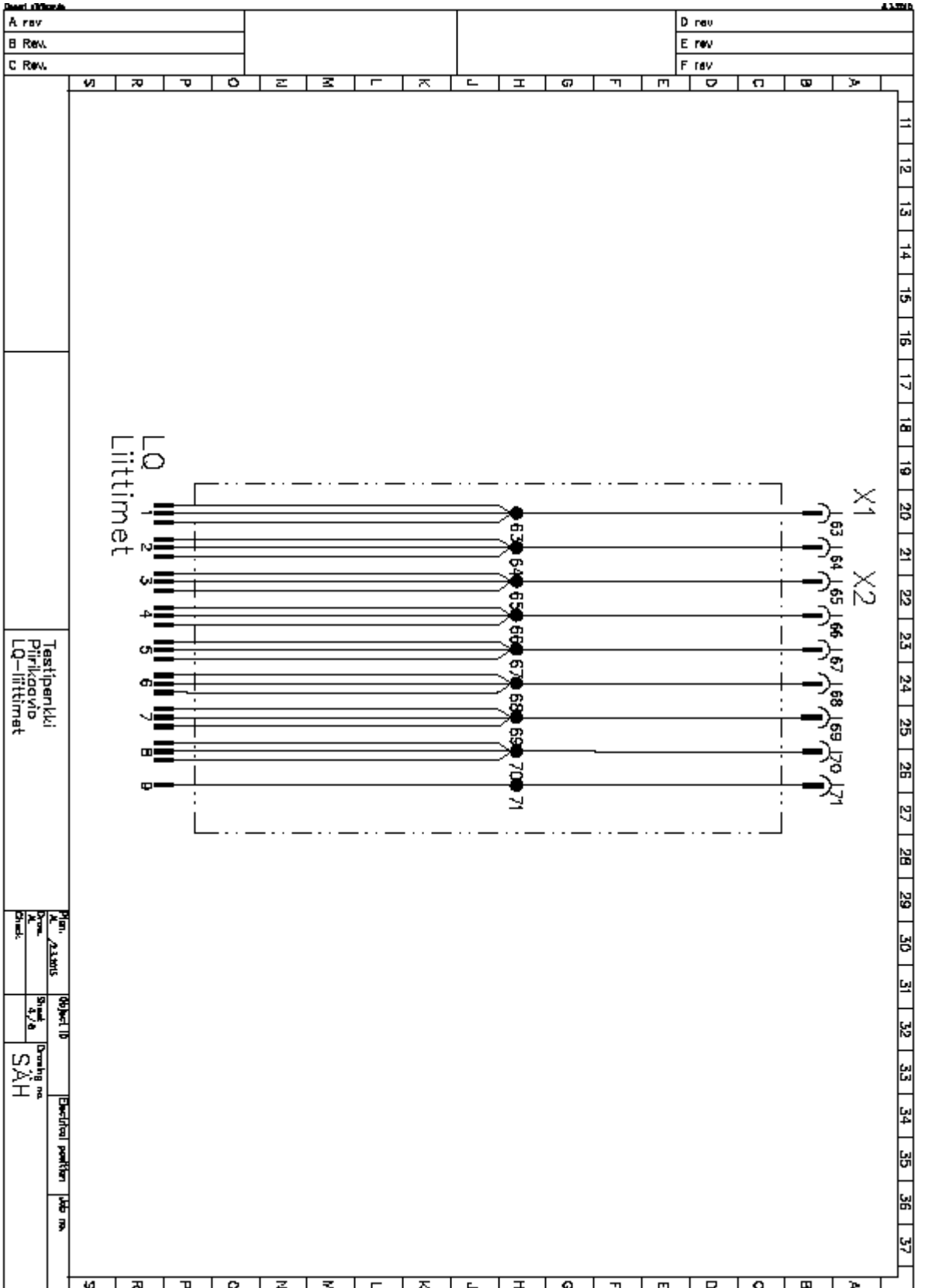


<p>A rev.</p> <p>B Rev.</p> <p>C Rev.</p>		<p>D rev.</p> <p>E rev.</p> <p>F rev.</p>
<p>Testipenkki / Piirikaavio HDP syöttö</p>		<p>Piiri: A320A Draa: M Päivä: 2/8</p>
<p>Projekt B</p>		<p>Draaaja: SAH</p>
<p>Erämittari paikan</p>		<p>100 nro</p>

LIITE 3



LIITE 4



S
R
P
Q
N
M
L
K
J
H
G
F
E
D
C
B
A

31
32
33
34
35
36
37

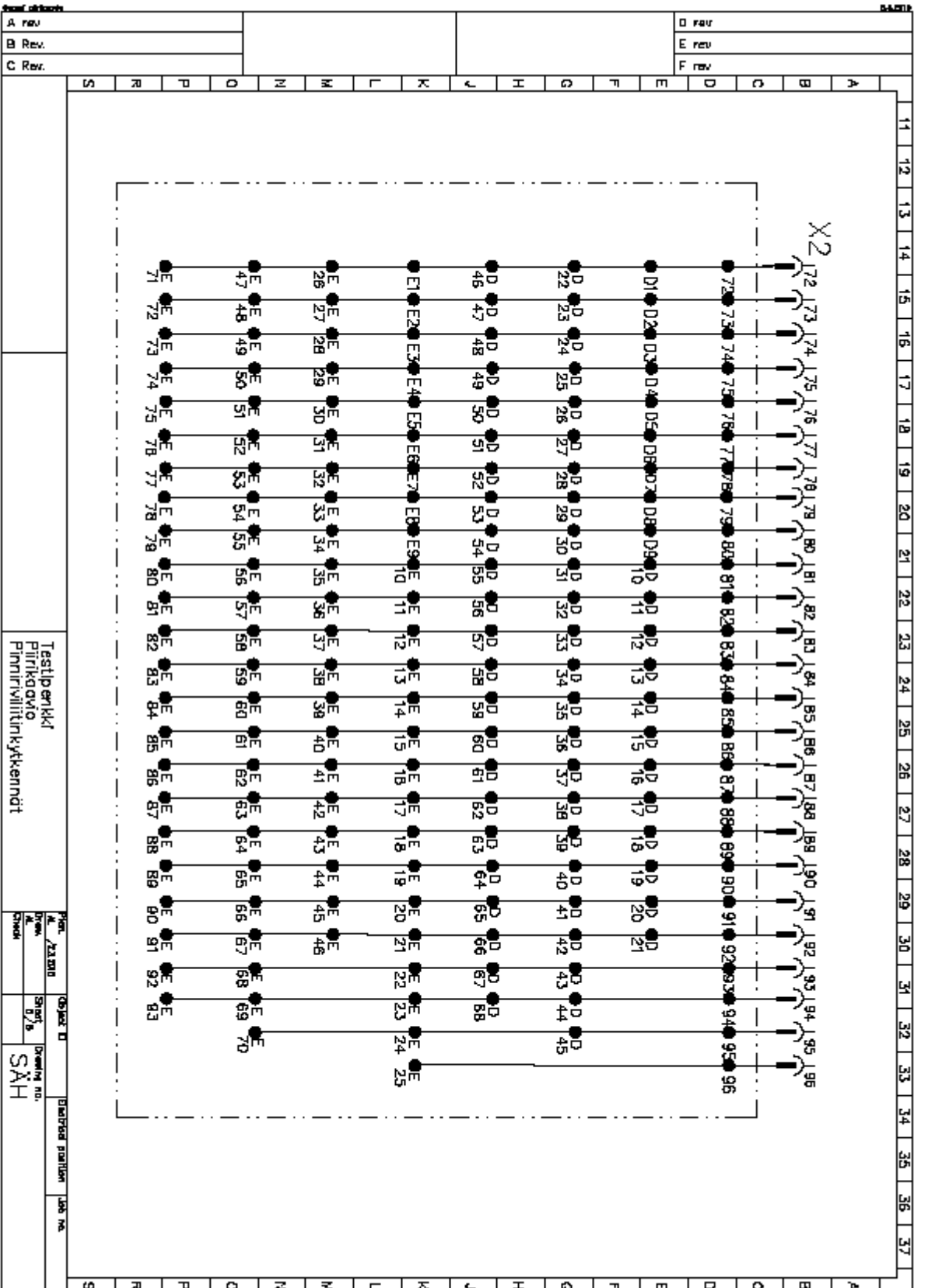
Testipenkki
Pinnoitus
LQ-liittimet

Plani
N:o
Alue
Etelä

Ohje
N:o
128

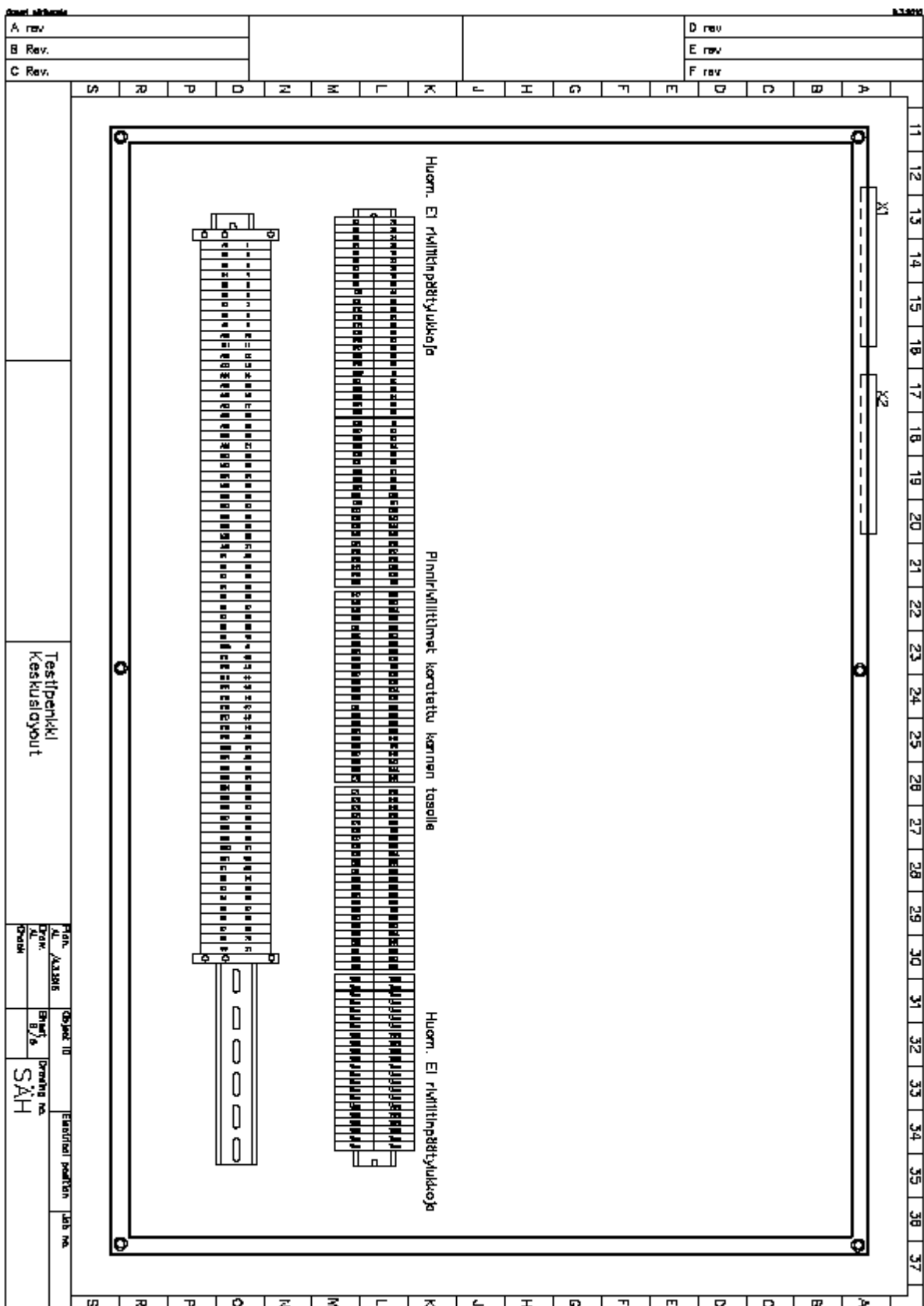
Electrical position
Joko no.

LIITE 5



A Rev.		D Rev.
B Rev.		E Rev.
C Rev.		F Rev.

Testiperäkki Pintakäyttö Pinnivälitietokone	Proj. no.	23.001
	Sheet	8/8
	Drawing no.	SAH
	Diagrams position	
	Job no.	



Riviliitinkytkenluettelo

X1	Riviliitin	Riviliitin	HDB-syöttö
	1	1	A1
	2	2	A2
	3	3	A3
	4	4	A4
	5	5	A5
	6	6	A6
	7	7	A7
	8	8	A8
	9	9	A9
	10	10	A10
	11	11	A11
	12	12	A12
	13	13	A13
	14	14	A14
	15	15	A15
	16	16	A16
	17	17	A17
	18	18	A18
	19	19	A19
	20	20	A20
	21	21	A21
	22	22	A22
	23	23	A23
	24	24	A24
	25	25	A25
	26	26	A26
	27	27	A27
	28	28	A28
	29	29	A29
	30	30	A30
	31	31	A31
X1	Riviliitin	Riviliitin	XH 123
	32	32	B1
	33	33	B2
	34	34	B3
	35	35	B4
	36	36	B5
	37	37	B6
	38	38	B7
	39	39	B8
	40	40	B9
	41	41	B10
	42	42	B11
	43	43	B12
	44	44	B13
	45	45	B14
	46	46	B15
	47	47	B16
	48	48	B17
	49	49	B18
	50	50	B19
	51	51	B20
	52	52	B21
	53	53	B22
	54	54	B23
	55	55	B24
	56	56	B25
	57	57	B26
	58	58	B27
	59	59	B28
	60	60	B29
	61	61	B30
	62	62	B31

X1		Röivitin	Röivitin AMP-liittimet					
	63	63	C1 LQ-1					
	64	64	C2 LQ-2					
X2								
	63	65	C3 LQ-3					
	64	66	C4 LQ-4					
	65	67	C5 LQ-5					
	68	68	C6 LQ-6					
	67	69	C7 LQ-7					
	68	70	C8 LQ-8					
	69	71	C9 LQ-9					
X2								
	70 Pinniviliitinjakko							
	71	72 E1	D1	E28	D22	E47	D48	E71
	72	73 E2	D2	E27	D23	E48	D47	E72
	73	74 E3	D3	E28	D24	E49	D48	E73
	74	75 E4	D4	E29	D25	E50	D49	E74
	75	76 E5	D5	E30	D26	E51	D50	E75
	76	77 E6	D6	E31	D27	E52	D51	E76
	77	78 E7	D7	E32	D28	E53	D52	E77
	78	79 E8	D8	E33	D29	E54	D53	E78
	79	80 E9	D9	E34	D30	E55	D54	E79
	80	81 E10	D10	E35	D31	E56	D55	E80
	81	82 E11	D11	E36	D32	E57	D56	E81
	82	83 E12	D12	E37	D33	E58	D57	E82
	83	84 E13	D13	E38	D34	E59	D58	E83
	84	85 E14	D14	E39	D35	E60	D59	E84
	85	86 E15	D15	E40	D36	E61	D60	E85
	86	87 E16	D16	E41	D37	E62	D61	E86
	87	88 E17	D17	E42	D38	E63	D62	E87
	88	89 E18	D18	E43	D39	E64	D63	E88
	89	90 E19	D19	E44	D40	E65	D64	E89
	90	91 E20	D20	E45	D41	E66	D65	E90
	91	92 E21	D21	E46	D42	E67	D66	E91
	92	93 E22			D43	E68	D67	E92
	93	94 E23			D44	E69	D68	E93
	94	95 E24			D45	E70		
	95	96 E25						
X2			X2					
	96 Varalla							113 Varalla
	97 Varalla							114 Varalla
	98 Varalla							115 Varalla
	99 Varalla							116 Varalla
	100 Varalla							117 Varalla
	101 Varalla							118 Varalla
	102 Varalla							119 Varalla
	103 Varalla							120 Varalla
	104 Varalla							121 Varalla
	105 Varalla							122 Varalla
	106 Varalla							123 Varalla
	107 Varalla							124 Varalla
	108 Varalla							125 Varalla
	109 Varalla							126 Varalla
	110 Varalla							127 Varalla
	111 Varalla							128 Varalla
	112 Varalla							

Tarvike/osaluettelo

Tarvike	Valmistaja	Määrä (kpl)	Määrä (m ²)	Määrä (m)	Lisätiedot
Double-level terminal block (riviliitin)	Phoenix Contact	115			Vastaliitin
HDP-vastamutteri	Deutsch	1			Vastaliitin
AMP MCP 2,8 hylsyr. 9 n	TE-Connectivity	1			Vastaliitin
AMP MCP 2,8 hylsyr. 12 n	TE-Connectivity	1			Vastaliitin
AMP MCP 2,8 hylsyr. 15 n	TE-Connectivity	1			Vastaliitin
HDP 26-24-31PE-L017	Deutsch	1			Vastaliitin
HDP 26-24-31SE-L017	Deutsch	1			Vastaliitin
HDP 24-24-31PE-L017	Deutsch	1			Vastaliitin
HDP 26-24-16PE-L017	Deutsch	1			Vastaliitin
Päätylevy D-UKK	Phoenix Contact	5			Rajaa signaalilohkoja terminaaliriviliittimissä
Holkkitiiviste 25mm*1,5mm	LAPP GROUP	3			Kannen läpivienti
Vastamutteri 25mm	LAPP GROUP	3			Kannen läpivienti
Riviliitin UK5-TWIN	Phoenix Contact	71			Toimii HDP jakauttajana, sekä signaaliittiminä
Riviliitinpäätylukko	Phoenix Contact	2			Pitää riviliittimet paikoillaan
Niittimutteri M5	BULLHOFF	6			Päätylevynkiinnitys
Alumiinilaatikko, seinämä 2mm	Stera	1	1,4		Testausyksikön runko 700*520*100
Vanerilevy	Steran varastosta, alkuperästä ei tietoa, vanha ylijäämäosa		0,35		karhennettu pinta, parempi pito
Vetolaatikkokisko	Steran varastosta, alkuperästä ei tietoa, vanha ylijäämäosa	4			Oikea+vasen, molemmille puolille liukuosa ja kiinnikeosa
Kutistesukka 1,5/0,85	Woer			1,5	Eriste kolvettujen johtimien välillä
64-nap harmaa 28 AWG	Harting			1,6	Välikaapeli testerin ja pöydän välillä
Socket 64 pin 120-964-435	Pancon connectors	4			64-pin välikaapelin päätykontaktikappaleet
Connectors 64P 2A MALE	Harting	2			terminaaliitin
Johdin kelt. 1.0 mm ²	CableX			12,5	AMP-kaapeli
Johdin pun. 1.0 mm ²	CableX			31	HDP-kaapeli
Johdin val. 1.0 mm ²	CableX			25,5	HDP-kaapeli
Johdin pun. 2.5mm ²	CableX			8	HDP-kaapeli

Tarvike	Valmistaja	Määrä (kpl)	Määrä (m ²)	Määrä (m)	Lisätiedot
HDP-pinnakontakti 1.0mm ² uros	Deutsch	62			HDP-liitinkontakti
HDP-hylsykontakti 1.0mm ² naaras	Deutsch	31			HDP-liitinkontakti
HDP-pinnakontakti 2.5mm ² uros	Deutsch	16			HDP-liitinkontakti
MCP-hylsy 2,8 uros	AMP	25			Vastaliittimen kontakti
Eristämätön päätyholkki	Stocko	137			HDP-kaapelin riviliitin kontakti
Riviliitinmerkki UCT-TM6	Phoenix Contact	142			Riviliitinmerkki
Riviliitinmerkki UCT-TM5	Phoenix Contact	230			Riviliitinmerkki
DIN-kisko 35*15,0*1	Rocla		1,2		DIN-kisko riviliittimille
Alumiinilevytuet 3mm	Stera	2			Kiinnityspaikka vetolaatikolle
Kaapeli LIYY16*0,34mm ²	Esbecon			10	Välisignaaliikaapeli riviliittimen ja terminaaliliittimen välille
Päätelohkki 0,34mm ²	Würth elektronik	523			0,34mm ² päätelohkki välisignaaliikaapelin riviliitin päähän
Tarra-ankkuri19*19	Panduit	8			Ankkuri kaapelien siistiin kiinnitykseen
Nippuside 3,6*140mm	Würth	12			Kaapelien nipputukseen
Kuusiokoloruuvi M3*12	Würth	4			Terminaaliliittimen kiinnitys
Kuusiokoloruuvi M4*20	Würth	4			Vetolaatikon kiinnitys, senkki kanta
Mutteri M3	Würth	4			Terminaaliliittimen kiinnitys
Jousialuslevy M3	Würth	20			Terminaaliliittimen kiinnitys
Aluslevy M4*12	Würth	12			Vetolaatikon kiinnitys
Nylock-mutteri M4	Würth	20			Vetolaatikon kiinnitys
Kuusiokoloruuvi M6*25	Würth	4			Liukumissuojakumien kiinnitys
Nylock-mutteri M5	Würth	4			Vetolaatikon vanerin kiinnitys, Din kiskon kiinnitys
Nylock-mutteri M6	Würth	8			Liukumissuojakumien korotus ja kiinnitys

Tarvike	Valmistaja	Määrä (kpl)	Määrä (m ²)	Määrä (m)	Lisätiedot
Kuusiokoloruuvi M8*20	Würth	4			Vetolaatikon alumiinituonnon kiinnitys
Kuusiokoloruuvi M5*25	Würth	6			Vetolaatikon vanerin kiinnitys
Aluslevy M8	Würth	4			Vetolaatikon alumiinituonnon kiinnitys
Nylock-mutteri M8	Würth	4			Vetolaatikon alumiinituonnon kiinnitys
Kuusiokoloruuvi M5*20	Würth	10			Kannen kiinnitys, Din kiskon kiinnitys
Alumiinilevy kantattu 90°	Stera	1		0,615	Tavaroiden putoamissuojalevy vetolaatikossa 40mm*40mm*3m m
Alumiininen DIN-kisko kannatin	Stera	2			3mm, muotoon kantattu alumiinipala
Työkaluvaunu	Stera	1			Alusta, mille laitteisto rakennettiin

Testauslaitteen pikaohjetta ei jaeta julkisesti sisällön vuoksi.