

Tuomas Järvelä

**KONETURVALLISUUS HYDRAULISMEKAANISESSA
JÄRJESTELMÄSSÄ**

KONETURVALLISUUS HYDRAULISMEKAANISESSA JÄRJESTELMÄSSÄ

Tuomas Järvelä
Opinnäytetyö
Syksy 2014
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, koneautomaatio

Tekijä: Tuomas Järvelä
Opinnäytetyön nimi: Koneturvallisuus hydraulismekaanisessa järjestelmässä
Työn ohjaaja: Pekka Lahtinen OAMK
Työn valvoja: Pasi Kiuru Apex Automation Oy
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: syksy 2014
Sivumäärä: 56 + 5 liitettä

Tämä insinöörityö tehtiin Apex Automation Oy:lle. Työn ensisijaisena tavoitteena oli toteuttaa koneen turvallisuuteen liittyvä modernisointi CE-merkitylle käytössä olevalle koneelle. Tavoitteena oli myös saada koottua koneen turvallisuuteen liittyvän modernisoinnin vaiheista kertova tietopaketti yrityksen käyttöön. Kone on Apex Automation Oy:n valmistama ja asiakkaan käytössä oleva telintestausasema. Sille tehdään modernisointi, koska se ei ole enää turvallinen käyttää.

Työssä perehdyttiin koneturvallisuuteen liittyviin säädöksiin, standardeihin ja oleelliseen kirjallisuuteen. Säädökset asettavat vaatimuksia koneiden turvallisuudelle. Säädöksissä määritetään kaikki oleelliset koneen turvallisuuteen ja turvalliseen käyttöön liittyvät vaatimukset ja niiden dokumentointi koneen koko elinkaaren aikana. Niitä tulee noudattaa koneita suunniteltaessa, käytettäessä ja käytöstä poistettaessa. Standardien tarkoituksena on tarkentaa ja helpottaa säädösten soveltamista. Standardit kuvaavat, millaisia ovat säädösten mukaiset ja hyvät suunnitteluperiaatteet. Niitä noudattamalla saadaan koneesta suunniteltua säädösten mukainen. Koneturvallisuuteen liittyvästä kirjallisuudesta saadaan hyvää teoriatietoa suunnittelun toteutuksesta sekä ohjeistusta säädösten ja standardien tulkintaan. Opinnäytetyön teoriaosuus koostuu oleellisten koneturvallisuuteen liittyvien säädösten vaatimusten määrittelyistä, jotka tulee huomioida koneiden turvallisuuden suunnittelussa, sekä standardien kuvaamista tavoista näiden ratkaisemiseksi. Tärkein vaihe suunniteltaessa koneiden turvallisuutta on riskin arviointi ja hallinta. Käytännön osuudessa perehdytään telintestausaseman turvallisuuteen liittyvän modernisoinnin suunnitteluun sekä toteutukseen liittyviin ratkaisuihin säädösten ja standardien puitteissa. Suunnittelussa tärkeimmäksi asiaksi muodostui koneen hydrauliiikan turvallisuuden saattaminen säädösten mukaiseksi.

Työn tuloksena kone saatiin turvallistettua käyttöasetuksen ja työturvallisuuslain asettamien koneen turvallisuuteen liittyvien vaatimusten tasolle. Opinnäytetyö toimii lisäksi hyvänä tietopaketina yritykselle ja lukijalle koneiden turvallisuuteen liittyvien ratkaisujen suunnittelussa.

Asiasanat: koneturvallisuus, hydrauliiikka, puristin, kone, automaatio

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering, Machine Automation Engineering

Author: Tuomas Järvelä

Title of thesis: Safety of Machinery in Hydraulic Mechanical System

Supervisor: Pekka Lahtinen OAMK

Project manager: Pasi Kiuru Apex Automation Oy

Term and year when the thesis was submitted: autumn 2014

Pages: 56 + 5 appendices

This Bachelor's thesis was commissioned by Apex Automation Oy. The aim of this thesis is to modernize a machine that is already in use and to gather information package regarding safety of machinery. The machine which has to be modernized was made by Apex Automation Oy in 2009 and is in use by a customer. Modernization has to be made because it no longer can be safely used.

This thesis consists of acts, standards and literature related to safety of machinery. Design of the machine must comply with acts related to safety of machinery and set regulations and requirements. Standards are designed to refine and to facilitate the application of the acts. Theoretical part of this thesis consists of requirements of acts what needs to be noted during the design stage of machines safety upgrades and solutions to requirements of the acts presented in machinery standards. The practical part of the study consists of design and implementation of solutions related to requirements of the acts and standards.

As a result, the machines safety issues were modernized to the level required by the acts, as well as the written part is a good information package about machinery safety-related solutions in design.

Keywords: safety of machinery, hydraulic, press, machine, automation

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 APEX AUTOMATION OY	9
3 KONEEN MÄÄRITTELY	10
4 LAINSÄÄDÄNTÖ	11
4.1 Valmistajaa velvoittavat lait ja säädökset	12
4.1.1 Konelaki	12
4.1.2 Konedirektiivi ja koneasetus	12
4.2 Työnantajaa velvoittavat lait ja säädökset	13
4.2.1 Työturvallisuuslaki	13
4.2.2 Käyttöasetus	13
4.3 Muita yleisiä, koneita koskevia direktiivejä	13
5 STANDARDIT	15
5.1 Standardien tarkoitus	15
5.2 Turvallistamiseen liittyvät standardit	16
6 KONETURVALLISUUS	18
6.1 Yleiset periaatteet	18
6.2 Riskin arviointi ja hallinta	20
6.3 Ohjausjärjestelmän turvallisuus	24
6.3.1 Koneen ohjausjärjestelmä	24
6.3.2 Ohjausjärjestelmän turvatoiminnot	27
6.3.3 Ohjausjärjestelmän vikaantuminen	30
6.4 Hydraulikan turvallisuus	33
6.5 Koneen modernisointi	34
6.6 Koneen merkinnät, merkinantolaitteet ja dokumentointi	34
7 TELINTESTAUSASEMAN TURVALLISTAMINEN	37
7.1 Koneen esittely ja projektin lähtökohta	37
7.2 Työturvallisuuslain ja käyttöasetuksen soveltaminen	40
7.2.1 Työturvallisuuslaki	40

7.2.2 Käyttöasetus	41
7.3 Riskin arviointi	42
7.4 Muutosten suunnittelu	42
7.5 Hydraulikka osana turvallisuutta	45
7.6 Ohjausjärjestelmä osana turvallisuutta	47
7.7 Koneen merkinnät ja ohjeet	49
7.8 Käyttöönotto ja todentaminen	50
7.9 Lisämuutokset	52
8 YHTEENVETO	54
LÄHTEET	55
LIITTEET	
Liite 1 Lähtötietomuistio	
Liite 2 Riskitarkasteluraportti 2013	
Liite 3 Ohjausjärjestelmän suorituskyvyn todentaminen	
Liite 4 Telintestauslaitteen piirikaaviot	
Liite 5 Riskitarkasteluraportti turvallistamisen jälkeen	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaaja on koneen alkuperäinen valmistaja ja kone on käytössä valmistajan asiakkaalla. Koneelle joudutaan toteuttamaan koneen turvallisuutta ja turvallista käyttöä koskeva modernisointi. Koneella on huomattu käyttäjien toimesta turvallisuuspuutteita ja se on vaarallinen käyttää.

Uusia koneita suunniteltaessa noudatetaan konedirektiiviä 2006/42/EY, joka on saatettu voimaan Suomessa valtioneuvoston asetuksella koneiden turvallisuudesta 400/2008 eli koneasetuksella. Konedirektiivi kuuluu konelain 1016/2004 vaatimusten alaisuuteen. Konedirektiivissä esitetään vähimmäisvaatimuksia koneiden turvallisuudelle ja näitä vaatimuksia täsmennetään standardeilla. Standardit helpottavat konedirektiivin soveltamista ja kuvaavat tarkemmin konedirektiivissä asetettuja vaatimuksia, mutta ne eivät ole pakollisia noudattaa. (1.)

Vanhoja sekä käytössä olevia koneita koskee ja niitä muutettaessa noudatetaan niin sanottua käyttöasetusta 403/2008 eli valtioneuvoston asetusta työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta. Käyttöasetusta sovelletaan työturvallisuuslaissa 738/2002 määritettyyn koneen käyttöön liittyvissä töissä ja tarkastamiseen liittyvissä toimenpiteissä. (2.)

Modernisoinnin kohteena on käytössä oleva, vuonna 2009 CE-merkitty kone. Turvallistettava kone on hydraulikalla toimiva, sähköisesti ohjattu puristimen kaltainen telintestausasema. Turvallistaminen tehdään telintestausasemalle sen muuttuneen käyttötavan tuomien vaaratekijöiden vähentämiseksi ja poistamiseksi. Työssä käsitellään hydraulisiin ja mekaanisiin sähkökäyttöisiin järjestelmiin liittyvien säädösten ja standardien vaatimuksia ja niiden soveltamista hydraulisen laitteen turvallistamiseksi. (Liite 1.)

Telintestausaseman turvallistamisessa noudatetaan työturvallisuuslain ja käyttöasetuksen asettamia vaatimuksia, jotta kone saadaan vastaamaan nykyaikaisia turvallisuusvaatimuksia. Konedirektiiviä ja standardeissa esitettyjä turvallisuusratkaisuja voidaan soveltaa kyseisen koneen turvallistamisessa käyttöasetuksen vaatimalle tasolle. Niitä ei tarvitse noudattaa vanhan koneen ollessa ky-

seessä, mutta niitä soveltamalla ja apuna käyttäen pystytään telintestausasema saattamaan tilaan, jolloin se vastaa nykyaikaisia turvallisuusvaatimuksia. (3; 4; 5.)

Opinnäytetyön tavoitteena on käytössä olevan, vuonna 2009 CE-merkityn telintestausaseman turvallisuuden tason nostaminen säädösten asettamalle tasolle, jolloin se ei aiheuta merkittävää vaaraa koneen käyttäjille tai ympäristölle. Lisäksi tavoitteena on laatia koneen modernisoinnin vaiheista kertova tietopaketti tilaavan yrityksen käyttöön.

2 APEX AUTOMATION OY

Apex Automation Oy on Kokkolassa toimiva, vuonna 1993 perustettu automaatio- ja sähkösuunnitteluun erikoistunut insinööritoimisto. Yrityksen päätoimipiste sijaitsee Kokkolassa. Vaasassa toimii yrityksen sivutoimipiste. Yrityksen henkilöstömäärä on tasaisesti vuosi vuodelta kasvanut nykyiseen noin 50 työntekijään. Yrityksen toiminta-ajatuksena on parantaa asiakkaan automaatio- ja sähkötekniisiin palveluihin liittyvää tuotantokapasiteettia, kilpailukykyä ja tuotteen laatua. Yrityksen pääasiallisena palveluna on toteuttaa asiakkaalle räätälöityjä ratkaisuja avaimet käteen-periaatteella sekä pienempiä osatoimituksia asiakkaan tarpeisiin. Yrityksen asiakkaina ovat energia-, valmistus- ja prosessiteollisuus sekä teollisuuden laitetoimittajat. (6.)

Yritys tuottaa palveluja asiakkailleen koostuen sähkösuunnittelusta, sähkö- ja automaatiokeskusvalmistuksesta, instrumentoinnista, sovellusohjelmoinnista sekä tarkastus- ja konsultointipalveluista liittyen sähkö- ja koneturvallisuuteen. Näiden lisäksi yritys järjestää sähköturvallisuuskoulutusta. (6.)

3 KONEEN MÄÄRITTELY

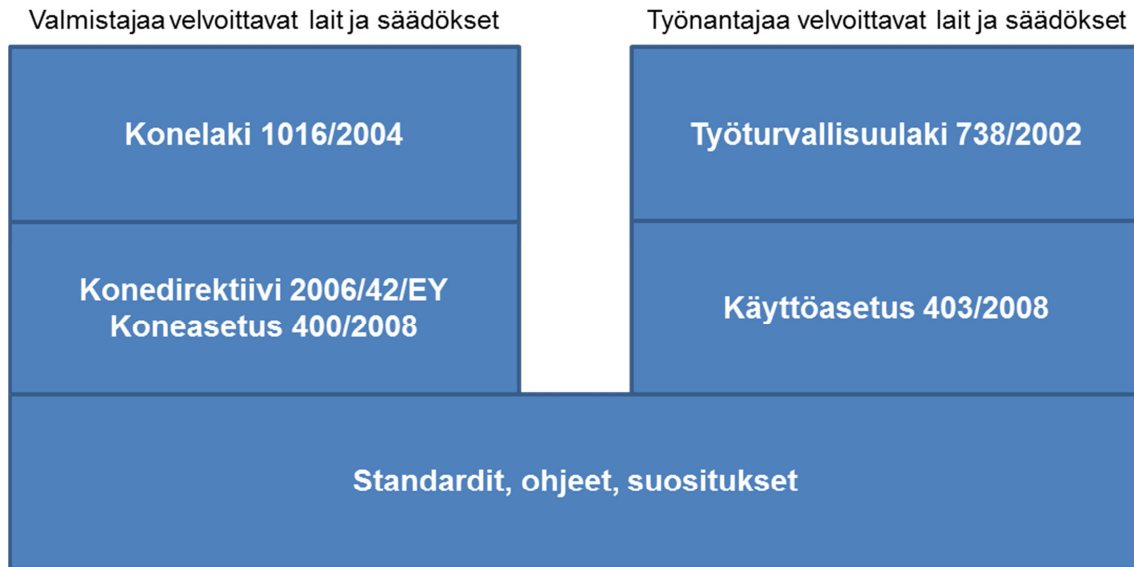
Koneella tarkoitetaan toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmää. Se on tarkoitettu toimivaksi jollakin muulla kuin ihmisvoimalla tai eläinvoimalla toimivalla voimansiirtojärjestelmällä. Koneessa on oltava vähintään yksi osa tai komponentti, joka on liikkuva ja kokoonpantu erityistä toimintoa varten. (1, s. 28.)

Koneisiin sovellettavissa säädöksissä konetta käsitellään sen suppealla merkityksellä ja laajalla merkityksellä. Laaja merkitys sisältää vaihdettavat laitteet, turvakomponentit, nostoapuvälineet, ketjut, köydet, vyöt ja nivelakselit. Näitä voidaan nimittää yhteisesti sanalla tekninen laite. Tuotteita, joiden osia tai komponentteja ei ole yhdistetty yhdeksi kokonaisuudeksi, ei määritellä koneeksi, mutta osien tai komponenttien liittämällä yhdistelmäksi saadaan määrittelyjen mukainen kone valmistettua. Toisin sanoen yksittäiset koneen osat eivät kuulu koneen määrittelyn piiriin eikä niihin sovelleta koneelle asetettuja säädöksiä. (1, s. 29 - 31.)

4 LAINSÄÄDÄNTÖ

Säädös on julkista valtaa käyttävän elimen tai tahon antama määräys. Vallan käyttäjiä ovat muun muassa Euroopan unioni, valtio ja kunnat. Säädöksiä ovat lait, asetukset, direktiivit sekä määräykset. Säädökset ovat oikeudellisesti velvoittavia. Niillä on arvojärjestys, joten ristiriitaisissa tapauksissa ylempiasteinen säädös menee alempiasteisen säädöksen edelle. EU:n asetukset velvoittavat jäsenvaltioita välittömästi, mutta direktiivien täytäntöön panto voidaan määrittää jäsenvaltion toimesta itsenäisesti. Suomessa direktiivit saateen voimaan yleensä eduskunnan säätämällä lailla. (7.)

Koneen valmistajaa tai työnantajaa, jonka koneilla työtä tehdään, velvoittavat kansalliset säädökset, jotta työntekijän turvallisuus on riittävässä määrin taattu. Valmistajaa velvoittava laki Suomessa on konelaki. Työnantajaa velvoittava laki Suomessa on työturvallisuuslaki. Muilla säädöksillä täsmennetään sekä täydennetään lakeja. EU:n konedirektiivi ja suomalainen koneasetus sisältävät lähes samat vaatimukset koneiden turvallisuudelle, mutta koneasetuksella on konedirektiivi saatettu voimaan Suomessa. Standardit ovat näitä tarkentavia ja suunnittelua helpottavia yhteisten toimintatapojen kokonaisuuksia. Standardeja ei tarvitse noudattaa, mutta ne kuvaavat, miten säädösten vaatimukset saadaan käytännössä toteutettua hyvien periaatteiden mukaisesti. Säästösten vaatimukset voidaan myös saada täytettyä ilman, että käyttää apuna standardeja. Kuvassa 1 nähdään kaavio koneturvallisuuteen liittyvien säädösten suhteesta toisiinsa arvojärjestyksessä. (3; 5.)



KUVA 1. Valmistajaa ja työnantajaa koskevat säädökset (mukaillen 5, s. 9)

4.1 Valmistajaa velvoittavat lait ja säädökset

4.1.1 Konelaki

Konelaki 1016/2004 on kansallinen laki, joka on eduskunnan päätöksen mukaisesti säädetty vuonna 2004. Konelain tarkoituksena on varmistaa, että kone, työväline, henkilösuojain tai muu tekninen laite on vaatimusten mukainen. Se ei myöskään saa aiheuttaa valmistajan sille tarkoittamassa työssä tapaturmavaaraa eikä haittaa terveydelle. Konelaki velvoittaa valmistajaa, maahantuojaa, myyjää tai muita henkilöitä, joka luovuttaa Suomessa työssä käytettäväksi tarkoitetun teknisen laitteen käyttöön tai markkinoille. Teknisen laitteen tulee olla asianmukaisesti suunniteltu, valmistettu ja varustettu. (8.)

4.1.2 Konedirektiivi ja koneasetus

Konedirektiivillä 2006/42/EY ja sen vastaavalla suomalaisella säädöksellä eli koneasetuksella 400/2008 määritellään yleiset vaatimukset uusien koneiden turvallisuudelle. Konedirektiiviä tulee soveltaa kaikkiin uusiin EU-alueella valmistettaviin koneisiin tai EU-alueelle tuotaviin uusiin sekä vanhoihin koneisiin. Konedirektiivi on valmistajaa velvoittava säädös, mutta sekä työturvallisuuslaki että käyttöasetus velvoittavat työnantajia tarkistamaan, että hankittavat uudet laitteet ovat konedirektiiviin mukaisia. Virallinen ja oikeaoppisesti asennettu CE-merkintä on osoituksena siitä, että kone on

suunniteltu direktiivin mukaiseksi. CE-merkintä ei ole kuitenkaan tae siitä, että kone on varmasti turvallinen käyttää tai se on suunniteltu kaikkien vaatimusten mukaisesti. (1.)

4.2 Työnantajaa velvoittavat lait ja säädökset

4.2.1 Työturvallisuuslaki

Työturvallisuuslaki 738/2002 on työssä käytettäviä koneiden turvallisuutta, työympäristön turvallisuutta ja työn tekemisen turvallisuutta koskeva kansallinen laki. Laissa määritellään työn tekemisessä ja työpaikalla vaadittavat turvallisuutta koskevat vaatimukset. Työturvallisuuslain vaatimukset koskevat uusien sekä vanhojen koneiden turvallisuutta, työympäristön turvallisuutta sekä työnteon turvallisuutta. Laissa määritellään kaikki työnantajalle kuuluvat yleiset velvollisuudet työntekijän turvallisuuden takaamiseksi. Lakia tulee noudattaa riippumatta siitä, aiheuttaako vaaraa jokin tietty kone tai laite, työympäristö, työntekijän epäpätevyys tai työn suunnittelu. Laki myös määrittää työntekijän velvollisuuksia sekä ehtoja työntekijän oikeudesta työstä pidättäytymiseen. (9.)

4.2.2 Käyttöasetus

Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008 eli käyttöasetus määrittelee työssä käytössä olevan koneen tai muun teknisen laitteen sekä niiden yhdistelmien hankintaan, käyttöön, kunnossapitoon, turvallistamiseen ja tarkastamiseen liittyvät vaatimukset. Käyttöasetus kuuluu työturvallisuuslain piiriin. Käyttöasetuksesta sekä sen soveltamisesta ja vaatimuksista on lisää opinnäytetyön kohdassa 7.2 Käyttöasetuksen ja työturvallisuuslain soveltaminen. (2.)

4.3 Muita yleisiä, koneita koskevia direktiivejä

Koneita koskevia direktiivejä on useita muitakin. Näistä oleellisimpia ovat pienjännitedirektiivi, sähkömagneettista yhteensopivuutta koskeva EMC-direktiivi sekä räjähdysvaaraa koskevat ATEX-direktiivit. Pienjännitedirektiivi 2006/95/EY koskee jännitteitä vaihtovirran alueella 50 voltia - 1 000 voltia sekä tasavirralla alueella 75 voltia - 1 500 voltia. Pienjännitedirektiivi ei mainitse pienempiä, alle

50 voltin jännitteitä, mutta koneiden sähkölaitteisto standardissa SFS-EN 60204-1 määrittää yleiset vaatimukset koneiden sähkölaitteistolle jännitteestä riippumatta. EMC-direktiivi 2004/108/EY koskee laitteiden sähkölaitteistojen synnyttämiä sähkömagneettisia häiriöitä sekä niiden kykyä sietää sähkön aiheuttamia häiriöitä. ATEX-direktiivit 94/9/EY ja 1999/92/EY koskevat ilmaan sekoittuneen pöly-, kaasu- tai höyryseoksen räjähdysvaaraa. (3, s. 34 - 39.)

5 STANDARDIT

5.1 Standardien tarkoitus

Standardien tarkoitus on täsmentää ja selventää säädösten asettamia vaatimuksia. Niiden on myös tarkoitus helpottaa suunnittelijoiden tekemää koneiden tai teknisten laitteiden suunnittelutyötä, jotta säädösten määrittämät vaatimukset täyttyisivät. Euroopan unionin alueella on käytössä kansallisia standardeja sekä EU:n yhdenmukaistettuja standardeja. Yhdenmukaistettujen standardien perusteella suunnitellut koneet oletetaan olevan EU:n direktiivien mukaisia. Niiden voidaan ajatella täyttävän koneen turvallisuudelle asetetut vaatimukset. Standardien soveltaminen ja apuna käyttö on kannattavaa myös vanhoja koneita turvallisettaessa, joskin ei pakollista. Standardeilla pystytään saattamaan vanhatkin koneet yleisten, hyvien periaatteiden mukaisesti vastaamaan uusia koneturvallisuusvaatimuksia. (3, s. 58 - 59.)

Standardeja on kuvassa 2 nähtävän esimerkin mukaan kolmea tyyppiä, jotka ovat A-, B- ja C-tyyppi. A-tyypin standardit ovat yleisiä suunnitteluperiaatteita koskevia standardeja. Niitä on käytettävä silloin, kun B- tai C-tyypin standardia ei voi soveltaa koneeseen tai niitä ei ole saatavilla kyseisestä konetyypistä. B-tyypin standardeissa kuvataan tietynlaisia toimintoja koneiden turvallisuuden kannalta kuten hätäpysäytys, koneen käynnistys, koneen pysäytys, koneeseen asennettujen suojusten ominaisuudet sekä melun aiheuttamat riskit. C-tyypin standardit käsittelevät tiettyjen konetyyppien vaaratekijöitä ja turvallisuusvaatimuksia. Esimerkkinä C-tyypin standardista on tässäkin työssä oleellisena osana oleva hydraulisten puristinten SFS-EN 693 -standardi, jossa määritellään hydraulisten puristimien turvallisuusvaatimuksia ja esitellään erilaisia turvallisuusratkaisuja. (3, s. 59 - 62.)

A- tyyppin standardit

Yleiset suunnitteluperiaatteet esim. SFS-EN ISO 12100, Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen.

B- tyyppin standardit

Koneen toiminnot, suojat ja niiltä vaadittavat ominaisuudet. Esim. SFS-EN ISO 4413 Hydraulinen tehonsiirto, Järjestelmiä ja niiden komponentteja koskevat yleiset periaatteet ja turvallisuusvaatimukset.

C- tyyppin standardit

Tiettyjen konetyyppien vaatimat turvallisuusratkaisut. Esim. SFS-EN 693 + A1 Metallintyöstökoneet. Turvallisuus. Hydrauliset puristimet

KUVA 2. Standardien hierarkia (mukaillen 3, s. 60)

Koneen turvallistamisessa tulisi ensisijaisesti soveltaa yhdenmukaistettua C-tyypin standardia, jos sellainen on kyseessä olevasta konetyypistä olemassa. Toissijaisesti tulisi käyttää B-tyypin standardia, jos sellainen on olemassa tai viimeisenä vaihtoehtona koneiden yleisiä turvallisuusvaatimuksia kuvaavia A-tyypin standardeja. Jos suunnittelun apuna ei käytä standardeja, on turvallisuuden varmistaminen ja todentaminen vaikeampaa, mutta mahdollista. Direktiivien ja asetusten vaatimukset on kuitenkin aina täytettävä riippumatta siitä, onko standardeja käytetty vai onko suunnittelu toteutettu muilla tavoin. (3, s. 58 - 62.)

5.2 Turvallistamiseen liittyvät standardit

Opinnäytetyössä modernisoitavana olevan koneen turvallistamisen suunnittelu tullaan perustamaan käyttöasetuksen ja työturvallisuuslain asettamiin vaatimuksiin, koska kyseessä on käytössä oleva kone. Standardien apuna käyttö on suotavaa, joten koneen suunnittelun apuna tullaan käyttämään konedirektiivin ja koneasetuksen mukaisia standardeja. Koneen turvallistamisessa olennaisena osana on koneen yleisiä suunnitteluperiaatteita sekä riskin arviointia ja sen pienentämistä koskeva standardi SFS-EN ISO 12100, jonka mukaan riskin arviointi suoritetaan.

Koneen turvallistamisen lähtökohtana on riskin arvioinnin perusteella esille tulleet vaaratekijät sekä niiden poistaminen tai vähentäminen hyväksyttävälle tasolle. Turvallistamiseen liittyvän ohjausjärjestelmän muutoksien suunnitteluun apuna käytetään koneiden ohjausjärjestelmän turvallisuutta koskevaa SFS-EN ISO 13849-1 -standardia. Hydraulikkaan tulevien turvallistamismuutosten

suunnittelussa ensisijaisesti käytetään apuna C-tyypin SFS-EN 693 -standardia hydraulisista puristimista sekä toissijaisesti hydraulista tehonsiirtoa koskevaa B-tyypin standardia SFS-EN ISO 4413.

Taulukossa 1 nähdään lista opinnäytetyöni turvallistettavan koneen sähköön, automaatioon ja hydraulikkaan liittyvistä standardeista ja turvallistamiseen liittyvien muutosten suunnittelun apuna käytetyistä standardeista.

TAULUKKO 1. Suunnittelun apuna käytetyt standardit

SFS-EN ISO 12100	Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen
SFS-EN ISO 13850	Koneturvallisuus. Hätäpysäytys. Suunnitteluperiaatteet
SFS-EN 60204-1	Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa 1: Yleiset vaatimukset
SFS 6000	Pienjännitesähköasennukset
SFS-EN 1037	Koneturvallisuus. Odottamattoman käynnistymisen estäminen
SFS – EN 349	Koneturvallisuus. Vähimmäisetäisyydet kehonosien puristumisvaaran välttämiseksi
SFS-EN ISO 13849-1	Koneturvallisuus. Turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmien osat. Osa 1: Yleiset suunnitteluperiaatteet
SFS-EN ISO 4413	Hydraulinen tehonsiirto. Järjestelmiä sekä niiden komponentteja koskevat yleiset periaatteet ja turvallisuusvaatimukset
SFS-EN 693	Metallintyöstökoneet. Turvallisuus. Hydrauliset puristimet

6 KONETURVALLISUUS

6.1 Yleiset periaatteet

Suunniteltaessa uusia koneita käytettäväksi EU-alueella tai tuotavaksi EU-alueelle täytyy niiden turvallisuus olla EU:n konedirektiivin vaatimusten mukainen. CE-merkintä koneessa on osoituksena siitä, että konedirektiivin vaatimukset on otettu huomioon koneen suunnittelussa ja valmistuksessa. Konedirektiivissä määritellään koneen suunnittelua ja rakentamista koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Suomessa käytettäviä tai Suomeen tuotavia koneita koskee EU:n konedirektiiviä vastaava koneasetus. (3.)

Konedirektiivin liitteessä 1 olevien yleisten periaatteiden avulla turvallisuuteen liittyvä suunnitteluprosessi pystytään hallitsemaan asianmukaisessa järjestyksessä, joka on seuraava:

Yleiset periaatteet

1. Koneen valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on varmistettava, että suoritetaan riskien arviointi, jotta koneeseen sovellettavat terveys- ja turvallisuusvaatimukset voidaan määrittää. Kone on sen jälkeen suunniteltava ja rakennettava ottaen huomioon riskin arvioinnin tulokset. Edellä tarkoitettu riskin arviointi ja riskin pienentäminen on iteratiivinen prosessi, jonka aikana valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on
 - määritettävä koneen raja-arvot, joihin sisältyvät tarkoitettu käyttö sekä kohtuudella ennakoitavissa oleva väärinkäyttö,
 - tunnistettava koneen mahdollisesti aiheuttamat vaarat ja niihin liittyvät vaaratilanteet,
 - arvioitava riskin suuruus ottaen huomioon mahdollisen vamman tai terveyshaitan vakavuus ja todennäköisyys,
 - arvioitava riskin merkitys sen määrittämiseksi, onko riskiä tämän direktiivin tavoitteen mukaisesti pienennettävä,
 - poistettava vaarat tai pienennettävä näihin vaaroihin liittyviä riskejä soveltamalla suojaustoimenpiteitä konedirektiivin liitteen 1, 1.1.2 kohdan b alakohdassa määrättyssä ensisijaisuusjärjestyksessä.
2. Olennaisissa terveys- ja turvallisuusvaatimuksissa asetettuja velvoitteita sovelletaan ainoastaan, jos vastaava vaara on olemassa kyseisessä koneessa, kun sitä käytetään valmistajan

tai tämän valtuutetun edustajan ennakoimissa olosuhteissa, tai ennakoitavissa olevissa epätavallisissa tilanteissa. Joka tapauksessa sovelletaan kuitenkin konedirektiivin liitteen 1, 1.1.2 kohdassa esitettyjä turvallistamisen periaatteita sekä konedirektiivin liitteen 1, 1.7.3 ja 1.7.4 kohdassa tarkoitettuja, koneen merkintöjä ja ohjeita koskevia velvoitteita.

3. Tässä liitteessä säädetyt olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset ovat pakottavia. Ottaen huomioon tekniikan tason voi kuitenkin olla mahdollista, ettei niissä asetettuja tavoitteita voida saavuttaa. Tällöin kone on suunniteltava ja rakennettava vastaamaan mahdollisimman pitkälle näitä tavoitteita.
4. Tämä liite on jaettu useisiin osiin. Ensimmäisen osan soveltamisala on yleinen, ja se koskee kaikenlaisia koneita. Muut osat koskevat tietynlaisia erityisvaaroja. On kuitenkin olennaista, että tätä liitettä tarkastellaan kokonaisuutena, jotta voidaan olla varmoja siitä, että kaikki merkitykselliset olennaiset vaatimukset täyttyvät. Koneita suunniteltaessa on otettava huomioon yleisen osan vaatimukset ja yhden tai useamman muun osan vaatimukset näiden yleisten periaatteiden 1 kohtaa noudattaen suoritettun riskin arvioinnin tulosten mukaisesti. (10, liite 1, kohta 1.)

Suomessa olevia vanhoja sekä käytössä olevia koneita koskevat kansalliset käyttöasetuksen ja työturvallisuuslain asettamat vaatimukset. Käyttöasetuksen mukaan työnantajan on

- valittava työntekijän käyttöön sopiva sekä turvallinen työväline
- valmistajan käyttöohjeita on työvälineen käytön aikana huomioitava
- työnantajan on selvitettävä ja arvioitava työvälineen turvallisuus ja mahdollisuuksien mukaan poistettava vaara tai pienennettävä vaaraa
- työvälineet on pidettävä huollolla ja kunnossapidolla turvallisena koko käyttöiän ajan
- suojusten ja turvalaitteiden on oltava tarkoituksenmukaisia ja toimittava oikein.

Lisäksi siinä otetaan kantaa ohjausjärjestelmän toimintaan, kunnossapidon turvallisuuteen, sääoloihin sekä pätevyysvaatimukseen liittyviin seikkoihin. (2.)

Työturvallisuuslain asettamien vaatimusten mukaan työnantaja on velvollinen huolehtimaan työntekijöiden työturvallisuudesta ja terveyteen liittyvistä asioista työpaikalla ja tehtävässä työssä. Työnantajan on huomioitava työhön, työolosuhteisiin ja työympäristöön sekä työntekijän henkilökohtaisiin edellytyk-

siin liittyvät seikat. Tätä rajataan kuitenkin epätavallisilla ja arvaamattomilla olosuhteilla, joihin työnantaja ei voi vaikuttaa sekä poikkeuksellisilla tapahtumilla varotoimista huolimatta. (9.)

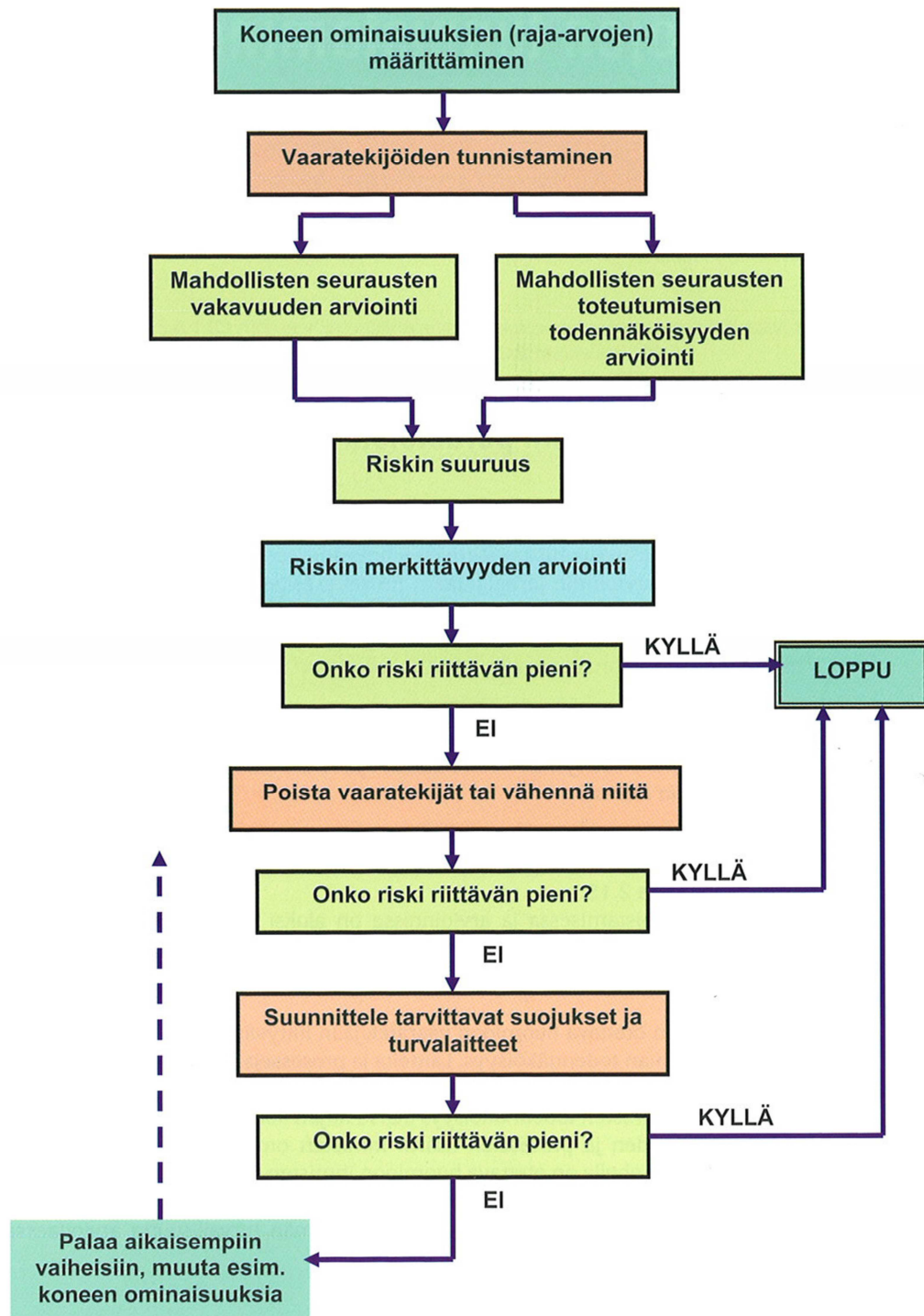
Työnantajan on työturvallisuuslain mukaan suunniteltava ja toteutettava toimenpiteet työolosuhteiden parantamiseksi ja mahdollisuuksien mukaan on noudatettava seuraavia periaatteita:

1. vaara- ja haittatekijöiden syntyminen estetään;
2. vaara- ja haittatekijät poistetaan tai, jos tämä ei ole mahdollista, ne korvataan vähemmän vaarallisilla tai vähemmän haitallisilla;
3. yleisesti vaikuttavat työsuojelutoimenpiteet toteutetaan ennen yksilöllisiä;
4. tekniikan ja muiden käytettävissä olevien keinojen kehittyminen otetaan huomioon. (9.)

6.2 Riskin arviointi ja hallinta

Suunniteltaessa koneiden turvallisuutta riippumatta siitä, onko se uusi kone vai käytössä oleva kone, tärkeimmäksi tekijäksi muodostuu koneeseen liittyvien vaarojen eli riskien tunnistaminen, arviointi ja hallinta. Riskien arvioinnin perusteella tulisi kone saattaa mahdollisimman turvalliseen tilaan teknologian ja realiteettien puitteissa. Konedirektiivi, koneasetus, käyttöasetus sekä työturvallisuuslaki vaativat riskien arvioinnin ja hallinnan toteuttamista. (2; 3; 9.)

Riskien arviointia ja hallintaa voi toteuttaa monella eri tavalla. Luontevana keinona näiden toteutukseen on käyttää standardin mukaisia ohjeita. Standardissa SFS-EN ISO 12100 on esitettyä riskin arvioinnin ja pienentämisen periaatteet, jota apuna käyttäen riskin arviointi voidaan käytännössä suorittaa. Riskin tasolla kuvataan koneessa olevien tai olevan vaaratekijän vakavuutta ja sen esiintymisen todennäköisyyden yhdistelmää. Riskin taso tulee arvioida jokaiselle vaaratekijälle erikseen. Konedirektiivin mukaan riskin arviointi ja riskin pienentäminen on toteutettava opinnäytetyön sivulla 18 näkyvän konedirektiivin liitteen 1 kohdan 1 mukaisesti. SFS-EN ISO 12100 -standardin tarkoituksena on helpottaa näiden kohtien soveltamista. Kuvassa 3 nähdään riskien arvioinnin ja hallinnan päävaiheet. (3, s. 63 - 65.)



KUVA 3. Riskien arvioinnin ja hallinnan päävaiheet (3, s. 64)

Riskin arviointi tulisi suorittaa koneessa oleville vaaratekijöille ensimmäisen kerran ilman mitään turvatoimintoja tai suoja. Tämä koskee uusia koneita, jotka ovat vielä suunnitteluvaiheessa. Riskin arviointi aloitetaan raja-arvojen määrittämisellä, joita ovat käyttörajat, tilarajat, aikarajat. Käyttörajoilla määritellään koneen toimintatapojen, käytön ja käyttäjien ominaisuuksien vuorovaikutusta.

Käyttäjän ikä, koulutustaso, koneen teollinen vai kotikäyttö, koneen automaattinen vai manuaalinen käyttö ja käyttäjän toimintahäiriöihin puuttuminen vaikuttavat kaikki riskeihin ja niiden suuruuteen. Tilarajat kuvaavat koneen liikkeitä, koneen ympäristöä sekä käyttäjä-kone-rajapintaa ja niiden yhteisvaikutusta mahdollisiin vaaratekijöihin. Arvioinnissa tulisi myös ottaa huomioon mahdollinen koneen väärinkäyttö (3, s. 63 - 66).

Tärkein vaihe riskin tason arvioinnissa on koneeseen liittyvien ennakoitavissa olevien vaarojen tunnistaminen. Vaaratekijät tulisi tunnistaa koneen kaikissa vaiheissa kuljetuksesta sekä kokoonpanosta aina käyttöön ja käytöstä poistoon sekä romuttamiseen. Koneturvallisuuden standardeista löytyvät yleisten vaaratekijöiden luettelot, joita on hyvä käyttää apuna vaarojen tunnistuksessa. Väärinkäytöstä johtuvia vaaratekijöitä tulee myös ennakoida ja on pyrittävä vähentämään mahdollisen väärinkäytön mahdollisuutta. (3, s. 66 - 69.)

Vaaratekijöiden tunnistuksen jälkeen arvioidaan vaaratekijöiden aiheuttamien seurausten vakavuus ja todennäköisyys eli riskin tasot. Vaaran vakavuuden ja todennäköisyyden arviointiin ei ole standardisoitua menetelmää. Menetelmiä löytyy useita ja yleensä näissä arvioidaan tapahtuman todennäköisyyttä, altistumisen taajuutta eli useinko ollaan vaaran alueella sen mahdollisen esiintymisen aikana, seurausten vakavuutta, vian todennäköisyyttä tai vaaralle altistuvien henkilöiden lukumäärää (4, s. 43 - 46).

Apex Automation Oy:llä on käytössä RiTa-riskitarkasteluohjelma. Siinä riskin tason arviointi jaotellaan neliportaiseen laskentajärjestelmään, jonka kertymällä riskin taso pystytään ilmaisemaan. Arvioitaviin osa-alueisiin kuuluu tapahtuman todennäköisyys, vaaratekijälle altistumisen taajuus, seurausten vakavuus sekä seurausten vaaratekijälle altistuvien henkilöiden lukumäärä. Taulukossa 2 nähdään RiTa-ohjelman arvioinnissa käytettävät vaaratekijän ominaisuudet, laskennassa käytettävä lukuarvo sekä näiden kertymästä saatava riskin taso, jonka perusteella päätetään tarvittavat toimenpiteet. Todennäköisyydellä arvioidaan, kuinka todennäköisesti vaaratekijä ilmenee koneen käytön aikana. Altistumisen taajuudella kuvataan sitä, kuinka usein henkilöt ovat vaaratekijälle

alvistuneena eli vaarallisen tapahtuman vaikutusalueella. Seurausten vakavuudella määritetään tapaturman aiheuttamia vammoja. (11.)

TAULUKKO 2. RiTa-ohjelman arviointiasteikot (11)

Todennäköisyys	Lukuarvo	
Melkein mahdoton, mahdollinen vain hyvin poikkeuksellisissa tapauksissa	0,1	
Hyvin epätodennäköinen, kuitenkin ajateltavissa	1	
Epätodennäköinen, kuitenkin mahdollinen	1,5	
Mahdollinen, mutta epätavallinen	2	
Voisi sattua yhtä hyvin kuin jäädä tapahtumatta (50-50)	5	
Todennäköinen, ei yllättävä	8	
Ilmeinen, tapahtuminen on odotettavissa	10	
Varma, tapahtumatta jääminen olisi yllättävää	18	
Altistumisen taajuus	Lukuarvo	
Vuosittain	0,5	
Kuukausittain	1	
Viikottain	1,5	
Päivittäin	2,5	
Kerran tunnissa	4	
Jatkuvasti	5	
Seurausten vakavuus	Lukuarvo	
Naarmuja tai mustelmia	0,1	
Haava, hankautuma, huonoa oloa	0,5	
Pieni luun murtuma tai pienehkö sairaus (palautuva)	2	
Suuren luun murtuma tai vaikea sairaus (parantuva)	4	
Raajan, silmän tai kuulon menetys	6	
Kahden raajan menetys tai sokeutuminen	10	
Kuolema	15	
Vaaratekijälle altistuneiden henkilöiden lukumäärä	Vertailuarvo	
1...2, tapaturma	1	
3...5, joukkotapaturma	2	
Yli 5, suuronnettomuus	8	
Riskin taso	Vertailuarvo	Toimenpiteet
Olematon (Negligible)	0...5	Ei tarvita
Siedettävä (Tolerable)	5...30	Ellei riskiä voida poistaa, siitä varoitettava (kyltti, ohje, yms.)
Merkittävä (Significant)	30...50	Riskin vähentämiseksi tarvitaan toimenpiteitä
Korkea (high)	50...500	Riskin vähentämiseksi tarvitaan kiireellisiä toimenpiteitä
Sietämätön (Unacceptable)	Yli 500	Työn tekeminen kielletty, ellei riskiä voida poistaa

Riskin tason arvioinnin jälkeen arvioidaan riskin merkitys sekä tehdään päätös ryhdytäänkö riskiä pienentämään ja millä tavoin. RiTa-ohjelma ehdottaa suoraan riskin tason perusteella tarvitaanko toimenpiteitä riskin pienentämiseksi. Riskin tason ollessa sietämätön, työn tekeminen on kielletty, ellei riskiä voida poistaa. (11.)

Konedirektiivin liitteen 1, kohdan 1.1.2 mukaisen vaaran poistamisen ja pienentämisen periaatteiden järjestys on seuraava:

- a) Kone on suunniteltava ja rakennettava niin, että se soveltuu tarkoitukseensa ja sitä voidaan käyttää, säätää ja huoltaa henkilöä vaarantamatta silloin, kun nämä toimet suoritetaan tarkoitettulla tavalla, mutta ottaen huomioon myös sen kohtuudella ennakoitavissa oleva väärinkäyttö.
- b) Valitessaan tarkoituksenmukaisempia ratkaisuja valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on noudatettava seuraavia periaatteita seuraavassa järjestyksessä:
 - poistettava tai pienennettävä riskejä mahdollisimman paljon (itse koneen turvallisella suunnittelulla ja rakenteella),
 - toteutettava tarvittavat suojaustoimenpiteet sellaisten riskien osalta, joita ei voida poistaa,
 - tiedotettava koneen käyttäjälle jäännösriskeistä, jotka johtuvat toteutettujen suojaustoimenpiteiden mahdollisista vajavaisuuksista, ilmoitettava, onko jokin erikoiskoulutus tarpeen, ja määriteltävä ennakoitavissa oleva väärinkäyttö.
- c) Koneita suunniteltaessa ja rakennettaessa sekä sen käyttöohjeita laadittaessa valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on otettava huomioon sen tarkoitetun käytön lisäksi myös kohtuudella ennakoitavissa oleva väärinkäyttö. Kone on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei sitä voida käyttää epätavallisella tavalla, jos tällaisesta käytöstä voi aiheutua riskejä. Käyttöohjeissa on koneen käyttäjän huomio tarvittaessa kiinnitettävä sellaisiin käyttötapoihin, joiden on todettu olevan käytännössä mahdollisia ja joilla konetta ei saisi käyttää.
- d) Kone on suunniteltava ja rakennettava siten, että henkilösuojausten välttämättömästä tai ennakoitavissa olevasta käytöstä johtuvat käyttäjää rajoittavat tekijät otetaan huomioon.
- e) Koneen mukana on toimitettava kaikki erikoislaitteet ja varusteet, jotka ovat välttämättömiä, jotta konetta voidaan säätää, huoltaa ja käyttää turvallisesti. (10, Liite 1, kohta 1.1.2.)

6.3 Ohjausjärjestelmän turvallisuus

6.3.1 Koneen ohjausjärjestelmä

Koneen ohjausjärjestelmään on suunniteltava ja rakennettava toiminnot vaaratilanteiden estämiseksi. Näihin toimintoihin kuuluvien komponenttien täytyy

muodostaa luotettava järjestelmäkokonaisuus turvatoiminnon aikaansaamiseksi. (4, s. 92.)

Konedirektiivin liitteen 1 kohdan 1.2.1 mukaan koneen ohjausjärjestelmän turvallisuus ja toimintavarmuus tulee olla seuraavanlainen:

Ohjausjärjestelmät on suunniteltava ja rakennettava sellaiseksi, että:

- ne kestävät tarkoitetut käyttörasitukset ja ulkoiset vaikutukset,
- ohjausjärjestelmän laitteisto- tai ohjelmistovika ei aiheuta vaaratilanteita,
- virheet ohjausjärjestelmän logiikassa eivät aiheuta vaaratilanteita,
- kohtuudella ennakoitavissa oleva inhimillinen erehdys käytön aikana ei aiheuta vaaratilanteita.

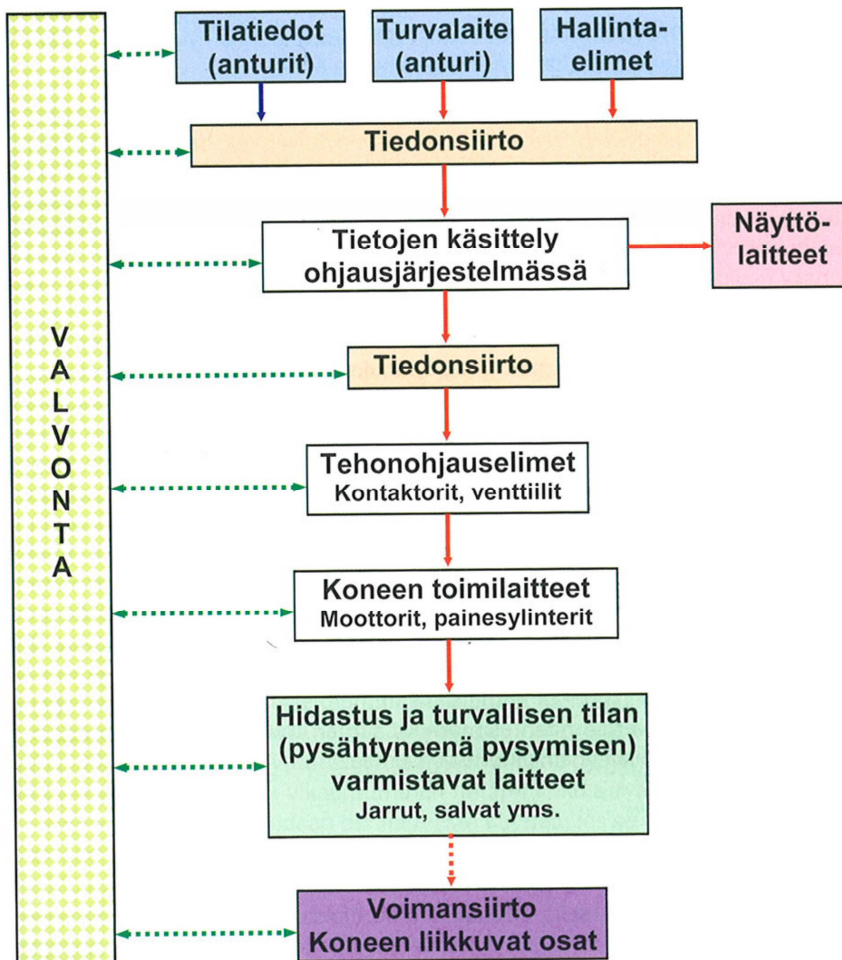
Erityistä huomiota on kiinnitettävä seuraaviin seikkoihin:

- Kone ei saa käynnistyä odottamattomasti,
- Koneen ominaisarvot eivät saa muuttua hallitsemattomasti, jos tällainen muutos saattaa aiheuttaa vaaratilanteita,
- koneiden pysähtymistä ei saa estää, jos pysäytyskäsky on jo annettu,
- mikään koneen liikkuva osa tai koneen kiinni pitämä kappale ei saa pudota tai sinkoutua,
- minkään liikkuvan osan automaattinen tai käsikäyttöinen pysäyttäminen ei saa estyä,
- turvalaitteiden on pysyttävä täysin toimintakykyisinä tai annettava pysäytyskäsky,
- turvallisuuteen liittyviä ohjausjärjestelmän osia on käytettävä yhtenäisellä tavalla koneiden ja/tai puolivalmisteiden muodostamaan koko kokoonpanoon.

Langattomassa ohjauksessa on aikaansaatava automaattinen pysäytys, jos oikeita ohjaussignaaleja ei saada tai jos yhteys menetetään. (10, Liite 1, kohta 1.2.1.)

Kuvassa 4 nähdään esimerkki koneen turvallisuuteen liittyvästä ohjausjärjestelmästä. Turvatoiminto rakentuu yleensä laukaisevasta tekijästä eli antureista tai hätäpysäytyspainikkeista, valvovasta tekijästä eli turvareleestä tai ohjelmoitavasta turvalogiikasta sekä pysäyttävästä, tehonohjauselimestä, kuten releistä, venttiileistä tai taajuusmuuttajista. Tämän koneen ohjausjärjestelmän tarkoituksena on pysäyttää kone turvalliseen tilaan tai poistaa energiat koneen

toimilaitteilta kuten moottorit tai hydrauliiikan sylinterit. Tämän turvatoimintoon kuuluvan järjestelmän tulisi toimia riittävän luotettavasti, jotta turvatoiminto ei jäisi toteutumatta tarvittavalla hetkellä. Hätätysäytystoiminto ei ole varsinainen turvatoiminto, vaan turvatoimintojen lisänä oleva suojaustoiminto. (4, s. 92 - 103.)



KUVA 4. Turvallisuuteen liittyvä ohjausjärjestelmä (4, s. 93)

Ohjausjärjestelmään kytketyt anturit, rajakytkimet, hätätysäytyspainikkeet ja muut turvatoiminnon laukaisevat tekijät käynnistävät valvontajärjestelmän kautta turvatoiminnon. Komponentit valvovat vaaravyöhykkeelle menemistä ja käynnistävät niille suunnitellun turvatoiminnon vaaravyöhykkeelle mentäessä. Niillä myös varmistetaan, että kone pysyy turvallisessa tilassa koko sen ajan, jolloin vaaravyöhykkeellä oleskellaan. (4, s. 92 - 103.)

Valvontajärjestelmänä koneissa toimii yleensä turvarele tai turvalogiikka. Turvarelettä käytetään yksinkertaisemmissa koneissa ja järjestelmissä, jossa ei

tarvita ohjelmointia. Turvareleellä pystytään myös suorittamaan komponenttien diagnostiikkaa, eli jos komponentti ei toimi halutulla tavalla, ohjaa turvarele järjestelmän turvalliseen tilaan. Turvalogiikan etuna on monimutkaisten sekä suurien ohjausjärjestelmien turvatoimintojen valvonta ja ohjaus. Turvalogiikalla pystytään suorittamaan myös monimutkaisempaa ja kattavampaa turvatoiminnon komponenttien diagnostiikkaa. (4, s. 92 - 103.)

Valvontajärjestelmä lähettää signaalit tehonohjauseliimiin turvatoiminnon lauetessa. Signaalit ohjataan yleensä releille tai venttiileille, jotka joko poistavat energian toimilaitteelta tai ohjaavat toimilaitteen turvalliseksi suunniteltuun tilaan. Näiden lisäksi pysäyttävään toimintoon voi liittyä mekaanisia salpoja tai jarruja, jotka varmistavat toimilaitteen paikalla pysymisen. (4, s. 92 - 103.)

Anturit ja muut laukaisevat tekijät sekä pysäyttävät tekijät kuten releet, joudutaan yleensä kahdentamaan. Näin saavutetaan riittävä turvatoiminnon luotettavuus. Kahdentamisella tarkoitetaan sitä, että toiminnon toteutumiseen käytetään kahta erillistä toimijaa joten yhden toimijan vikaantuminen ei johda siihen, että toiminto jää toteutumatta. Mitä suurempi ja vakavampi riski on kyseessä, sitä parempi tulee luotettavuuden ohjausjärjestelmässä olla. (4, s. 92 - 103.)

6.3.2 Ohjausjärjestelmän turvatoiminnot

Koneen, sen ohjausjärjestelmän ja siihen liittyvien suojusten sekä turvalaitteiden on muodostettava turvallinen laitekokonaisuus. Koneen on oltava turvallinen myös silloin, jos johonkin turvallisuuteen liittyvän ohjausjärjestelmän komponenttiin tulee vika tai niitä yritetään ohittaa tai poistaa käytöstä. Riskin arvioinnissa esille tulleista asioista ja johtopäätöksistä riippuu millaisia turvatoimintoja koneeseen tarvitaan. (12, s. 130.)

Koneen käynnistäminen

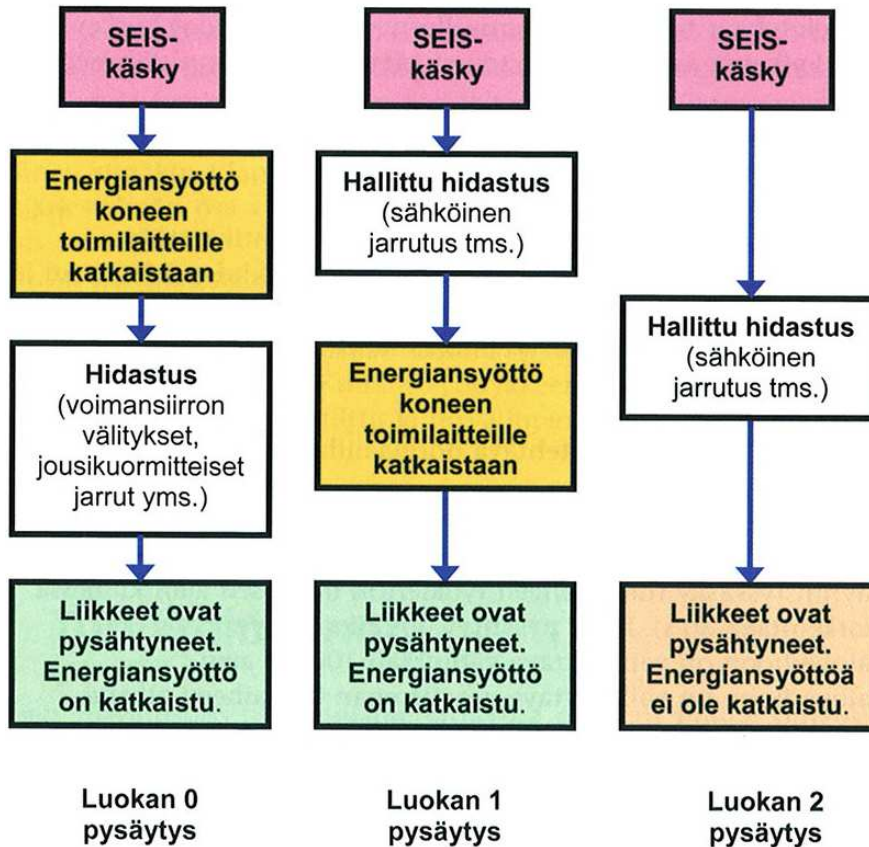
Kone saa käynnistyä ainoastaan silloin, kun se halutaan käynnistää käynnistyksen hallinta-elimien vaikuttamalla. Kone ei saa käynnistyä missään tilanteessa silloin, kun se kytketään energian syöttöön tai esimerkiksi silloin kun valintakytkin asetetaan manuaalitalasta automaatti-tilaan. Joissakin tapauksissa

voidaan koneen käynnistyminen sallia turvalaitteen vapauttamisella kuten suojuksen kiinni laittamisella. Esimerkkinä voidaan mainita metallintyöstökoneen kappaleen tarkistus koneen suoja avaamalla ja tämän jälkeen kiinni laittamisella, jolloin seuraava työstö käynnistyy. Tällainen koneen käynnistyminen vaatii kuitenkin tiukkojen turvallisuusvaatimusten täyttymisen. (12, s. 131.)

Koneen pysäyttäminen

Koneessa on oltava pysäytystä varten oma hallintaelin, jolla saadaan toteutettua pysäytys. Pysäyttämistä varten on olemassa 3 eri pysäytysluokkaa. Turvalliseen pysäytykseen käytetään yleensä luokan 0 tai luokan 1 pysäytystä. Luokan 2 pysäytyksessä voi esiintyä häiriöiden aiheuttamia ennalta arvaamattomia toimintoja, mutta valvonnalla toteutettuna voidaan myös sitä käyttää turvalliseen pysäyttämiseen. (12, s. 132 - 135.)

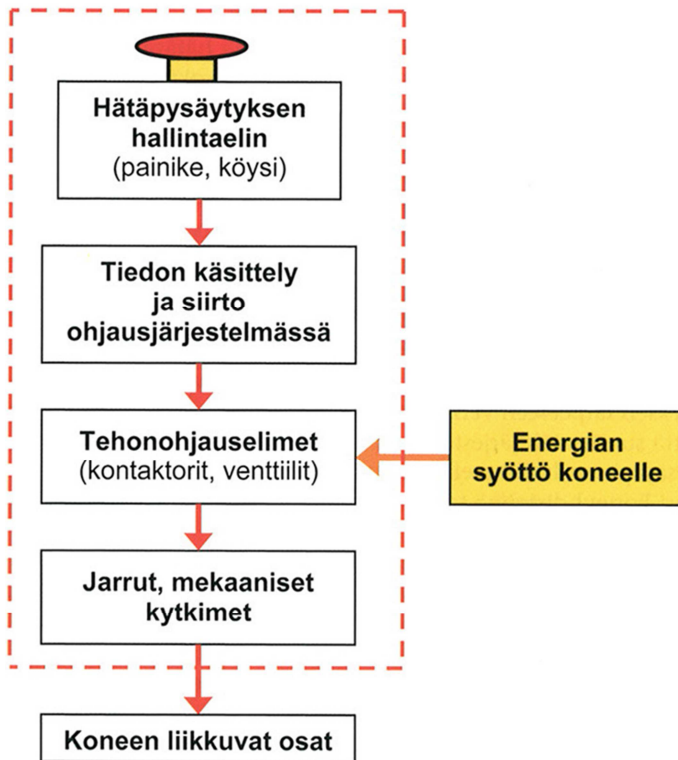
Luokan 0 pysäytyksessä energiansyöttö katkaistaan toimilaitteelta heti pysäytyskäskyn jälkeen. Luokan 1 pysäytyksessä energiaa käytetään nopeaan sekä hallittuun hidastukseen ja pysähtymisen jälkeen energiansyöttö katkaistaan toimilaitteelta. Luokan 2 pysäytys toimii luokan 1 tavalla, mutta pysähtymisen jälkeen energiansyöttöä ei katkaista toimilaitteelta. Kuvassa 5 nähdään pysäytysluokkien toimintaperiaatteet. (12, s. 132 - 135.)



KUVA 5. Pysäytysluokat (12, s. 132)

Hätäpysäytys

Hätäpysäytys ei ole turvatoiminto vaan se toimii lisäsuojauksena. Hätäpysäytystä käytetään kuitenkin niin sanottuna viimeisenä pysäytyskeinona, jos jotain odottamatonta tapahtuu tai varsinainen turvatoiminto on jostain syystä vikaantunut. Hätäpysäytyksen pitää toimia automaattitilassa sekä käsikäyttötilassa ja siinä on käytettävä luokan 0 tai 1 pysäytystä. Hätäpysäyttimen on sijoitettava koneen pääohjauspaikalla ja kaikissa työskentelypisteissä sekä riskin arvioinnin perusteella vaadituissa paikoissa. Kuvassa 6 on esitettyä hätäpysäytystoiminnon toimintaperiaate. (12, s. 135 - 137.)



KUVA 6. Hätäpysäytystoiminto (12, s. 136)

Energiansyötön häiriöt

Kone on suunniteltava niin, että energiansyötön häviämisen tai katkoksen aikana kone siirtyy turvalliseen tilaan. Jos toimilaitteelle tuleva energia jostain syystä loppuu, voi se saada aikaan ennalta arvaamattomia liikkeitä koneessa. Se saattaa myös aiheuttaa energian vapautumista hallitsemattomasti järjestelmästä. Tällöin on järjestelmään suunniteltava sellaiset ominaisuudet, että liikkeet pysähtyvät. Energiansyötön palautuessa koneen täytyy jäädä pysähtyneeksi siihen asti, että voidaan varmistaa turvallinen työskentelyn jatkaminen. (12, s. 149 - 150.)

6.3.3 Ohjausjärjestelmän vikaantuminen

Riskien hallitsemiseksi koneen ohjausjärjestelmä on suunniteltava sillä tavalla, että turvallisuus on varmistettu myös vikaantumisen jälkeen. Mitä suurempi merkitys turvatoiminnolla on koneen turvallisuudelle ja mitä korkeampi suoritusaste ohjausjärjestelmältä vaaditaan, sitä paremmin pitää ohjausjärjestelmä olla suunniteltu vikaantumista vastaan. Vikaantumisessa on otettava huomioon komponenttivikojen lisäksi suunnitteluvirheet, käyttäjän

suorittama turvalaitteiden tahallinen mitätöinti sekä muut viat. Ohjausjärjestelmän turvallisuuteen liittyvää suorituskykyä eli kykyä selvitä turvatoiminnoista vikatilanteissa arvioidaan muutaman eri standardin kuvaamalla tavalla. SFS-EN ISO 13849-1 -standardissa sitä kuvataan luokilla ja suoritustasoilla. SFS-EN 61508 -standardi sekä SFS-EN 62061 -standardi kuvaavat suorituskykyä turvallisuuden eheystasoilla. Periaatteet jokaisessa tavassa ovat kuitenkin samankaltaisia. Apuna käytettävän standardin valinta riippuu ohjausjärjestelmästä ja sen monimutkaisuudesta, minkä pohjalta laskentaa kannattaa suorittaa. SFS-EN ISO 13849-1 -standardi soveltuu hyvin yksinkertaisempien sähkömekaanisten, hydraulisten sekä pneumaattisten ohjausjärjestelmien suunnitteluun. SFS-EN 62061 -standardia tai SFS-EN 61508 -standardia on parempi käyttää silloin, kun järjestelmä on monimutkaisempi ja laajempi. (12, s. 152 - 165.)

SFS-EN ISO 13849-1 -standardissa turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmän osat jaetaan viiteen eri luokkaan, jotka ovat B, 1, 2, 3 ja 4. Luokat kuvaavat ohjausjärjestelmän rakennetta eli sitä, onko komponentteja kahdennettu, onko valvontaa käytetty ja millaisia turvallisuuden periaatteita on käytetty. (12, s. 157 - 165.)

Luokan B sekä 1 ohjausjärjestelmiltä vaaditaan lähinnä, että komponentit ovat oikein valittuja vallitseviin olosuhteisiin nähden ja turvallisuuden peruseriaatteita on käytetty. Lisänä luokassa 1 turvallisuuden säilyminen varmistetaan niin, ettei vikoja ole tai vikaantuminen tapahtuu turvalliseen suuntaan. Luokkien 2,3 ja 4 ajatustapana on, että vikoja syntyy, mutta turvallisuus on varmistettu ohjausjärjestelmään liittyvien komponenttien kahdennuksella sekä vikaantumisen valvonnalla. Luokkien lisäksi suoritustasolla kuvataan vikaantumiseen varautumista. (12, s. 157 - 165.)

Taulukossa 3 on esitettyinä suoritustasot lukuarvoina. Suoritustasot eli PL-tasot a, b, c, d ja e määrittellään komponentin vaarallisen vikaantumisen todennäköisyytenä tuntia kohden.

TAULUKKO 3. SFS-EN ISO 13849-1 mukaiset suoritustasot (12. s. 164)

PL (suoritustaso)	Vaarallisen keskimääräisen vikaantumisen todennäköisyys tuntia kohden 1/h	Montako vuotta (noin) todennäköisesti kuluu ennen vikaantumista
a	$\geq 10^{-5} \dots < 10^{-4}$	1....10
b	$\geq 3 \times 10^{-6} \dots < 10^{-5}$	10....40
c	$\geq 10^{-6} \dots < 3 \times 10^{-6}$	40....100
d	$\geq 10^{-7} \dots < 10^{-6}$	100....1 000
e	$\geq 10^{-8} \dots < 10^{-7}$	1000....10 000

Taulukossa 4 nähdään vertailu suoritustason ja SFS-EN 62061 -standardissa sekä SFS-EN 61508 -standardissa käytettävän SIL-tason eli turvallisuuden eheyden tason välillä.

TAULUKKO 4. Vertailu PL- ja SIL- tasojen välillä (13, s. 64)

PL (suoritustaso)	SIL (turvallisuuden eheyden taso)
a	ei vastaavuutta
b	1
c	1
d	2
e	3

SIL-tasot ja PL-tasot pystytään laskemaan ohjausjärjestelmässä käytettävien komponenttien vikaantumistietojen perusteella, jotka komponenttien valmistajilta pitäisi löytyä. (12, s. 157 - 165.)

Ohjausjärjestelmän turvallisuuteen vaikuttaa oleellisesti myös diagnostiikan kattavuus. Diagnostiikan kattavuus kuvaa sitä kuinka hyvin ohjausjärjestelmä pystyy havaitsemaan viat komponenteissa. Kun se havaitsee vian jossakin komponentissa, on sen tämän jälkeen toteutettava siihen suunniteltu toiminto. Tämä toiminto on yleensä koneen pysäyttäminen, jos vika on turvatoiminnon komponentissa. (12, s. 169.)

Luokan sekä suoritustason tai turvavallisuuden eheyden tason määrittäminen perustuu siihen, kuinka suuri riski on, ja kuinka suuri osuus ohjausjärjestelmällä on riskin vähentämisessä. Jos riskiä vähennetään esimerkiksi kiinteillä suojuksilla, ei ohjausjärjestelmä tällöin vaikuta riskin pienentämiseen. Tarvittavat luokat ja PL-tasot tai SIL-tasot on määritettävä jokaiselle turvatoiminnolle erikseen. (12, s. 170.)

Ohjausjärjestelmän suorituskyvyn todentamiseen voidaan käyttää apuna erilaisia ohjelmistoja tai laskentaa. Laskemalla tai ohjelmien avulla pystytään määrittämään valmistajien antamien komponenttien tietojen perusteella ohjausjärjestelmän luotettavuus niin sähköisten, pneumaattisten kuin hydraulisten komponenttien osalta. Apex Automation Oy:llä on käytössä Sistema-ohjelmisto ohjausjärjestelmän suorituskyvyn laskentaan.

6.4 Hydrauliiikan turvallisuus

Hydrauliseen tehonsiirtoon liittyviä turvallisuusvaatimuksia käsitellään SFS-EN ISO 4413 -standardissa ja se sisältää hydraulisen järjestelmän suunnittelua koskevat yleiset vaatimukset sekä turvallisuusvaatimukset konedirektiivin mukaisesti. Standardi on B-tyyppin standardi, joten sitä on hyvä käyttää apuna yleisiin suunnitteluperiaatteisiin.

Opinnäytetyössä turvallistamisen kohteena oleva kone voidaan ajatella hydrauliseksi puristimeksi. Tällöin siihen on uutena sovellettu kyseisestä järjestelmästä olemassa olevaa C-tyyppin SFS-EN 693 -standardia, jossa on tarkemmat suunnitteluohjeet kyseisen tyyppistä konetta varten. Hydraulista tehonsiirtoa käsittelevässä standardissa perusvaatimuksena on riskin arvioinnin suorittaminen sekä tämän perusteella tunnistettujen riskien poistaminen koneen suunnittelulla tai poistaminen standardin SFS-EN ISO 12100 mukaisesti. Koneen ohjausjärjestelmä on suunniteltava riskin arvioinnin perusteella ja vaatimus täytetään, jos käytetään esimerkiksi SFS-EN ISO 13849-1 -standardia. Hydraulikkaan liittyvistä standardeista ja niiden soveltamisesta on lisää opinnäytetyön kohdassa 7.5, jossa kerrotaan turvallistettavaan koneeseen suunnitelluista ratkaisuista. Turvallistamisen suunnittelun apuna käytetään SFS-EN ISO 4413 -standardia sekä SFS-EN 693 -standardia.

6.5 Koneen modernisointi

Käytössä olevien koneiden turvallisuutta koskee työturvallisuuslaki, jonka nojalla on annettu käyttöasetus. Myös käytössä olevia, CE-merkittyjä koneita tulee nykyään uudistamisen kohteiksi ja niiden konepäätöksen mukaisesti suunniteltuja turvallisuusratkaisuja on ylläpidettävä. Kun vanhaa tai käytössä olevaa konetta muutetaan, on se joko koneen modernisointi tai uuden koneen valmistus. Uusi kone se on silloin, jos koneelle joudutaan tekemään suurempia muutoksia ja koneen ominaisuudet muuttuvat oleellisesti. Tällöin se on myös uudelleen CE-merkittävä voimassa olevien standardien mukaan (5, s. 7 - 16.).

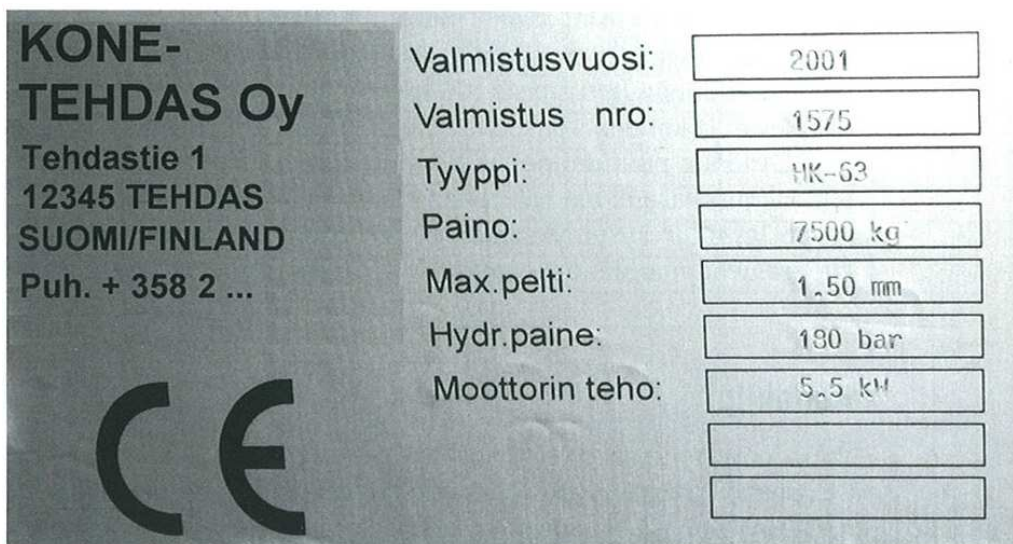
Usein päädytään ratkaisuun, jolloin vanhaa konetta modernisoidaan uuden koneen ostamisen sijaan, jotta tuotannolliset vaatimukset tai kasvaneet turvallisuusvaatimukset täyttyvät. Vanhojen koneiden turvallisuus ei usein vastaa nykyaikaisia vaatimuksia. Modernisoinnilla on työnantajalle useita muitakin syitä, kuten tuottavuuden lisäys, laadun parantaminen, automaatioasteen kohottaminen tai uusien tuotteiden vaatimat muutokset. Koneiden modernisoinnilla pystytään parantamaan useita osa-alueita kerrallaan. Modernisoinnin yhteydessä koneen ominaisuudet saattavat muuttua sen verran paljon, että koneelle täytyy tehdä riskin arviointi, jonka perusteella voidaan päättää uusista turvallisuusratkaisuista. Turvallisuuden varmistamiseksi täytyy käytössä olevan koneen toiminta, käyttötavat, ominaisuudet sekä nykyaikaiset tekniset ratkaisut tuntea. Turvallisuustaso ei saa alentua modernisoinnin tai muutoksien takia, vaan sitä on pyrittävä nostamaan, jotta se vastaa nykyaikaisia turvallisuusvaatimuksia. Tässä kohdassa standardien tai yhdenmukaistettujen standardien apuna käyttö helpottaa suunnittelijan työtä. Standardeja ei tarvitse noudattaa sellaisenaan, mutta niistä on apua nykyaikaisien turvallisuusratkaisujen soveltamisessa. (5, s. 7 - 16.)

6.6 Koneen merkinnät, merkinantolaitteet ja dokumentointi

Konedirektiivin mukaan uusissa koneissa pitää olla oikeaoppisesti asennettu ja valmistettu CE-merkintä. CE-merkintä asennetaan yleensä konekilven viereen. Se on oltava osoittimena siitä, että kone on suunniteltu konedirektiivin vaatimusten mukaisesti. CE-merkinnän olemassa olo ei kuitenkaan varmista,

että kone olisi varmasti turvallinen tai olisi varmasti konedirektiivin mukainen. Valmistaja saattaa asentaa merkinnän, vaikka se ei täyttäisi konedirektiivin ehtoja. (3, s. 399 - 421.)

CE-merkintä on täysin koneen valmistajan vastuulla. Tilaajan on myös konetta hankittaessa varmistettava, että käyttöön tuleva kone on käyttäjilleen turvallinen. Koneasetus vaatii lisäksi, että koneeseen on merkittävä monia erilaisia tietoja koneesta, joista yleensä puhutaan konekilven nimityksellä. Konekilvessä tulee olla valmistajan nimi ja osoite, koneen nimi, CE-merkintä, sarja- tai tyyppimerkintä, sarjanumero sekä valmistumisvuosi. Koneesta täytyy myös löytyä oleelliset tiedot koneen ominaisuuksista kuten energiansyöttötapa, koneen massa, koneen tehot sekä pyörimisnopeudet. Kuvassa 7 nähdään esimerkki koneen merkinnöistä. (3, s. 399 - 421.)



KUVA 7. Esimerkkikuva tiedoista ja CE-merkintä (3, s. 400)

Koneiden merkinantolaitteille ja koneen ohjaimien väreille on määritetty merkityksiä muutamissa eri standardeissa. Yleiset periaatteet värien käytölle nähdään taulukossa 4. Häätötilannetta kuvaavasta ilmoituksesta käytetään värinä punaista. Vihreää väriä käytetään ilmaisemaan koneen turvallinen tai normaali tila. (3, s. 402 - 405.)

TAULUKKO 4. Värien merkitykset (mukaillen 3, s. 404)

Väri	Merkitys

	Henkilöiden ja ympäristön alueen turvallisuus	Prosessin tila	Laitteen tila
Punainen	Vaara	Hätätilanne	Viallinen
Keltainen	Varoitus	Epänormaali	Epänormaali
Vihreä	Turvallinen	Normaali	Normaali
Sininen	Määräys		

Koneiden turvallisuus perustuu käyttäjästä riippumattomiin teknisiin ratkaisuihin. Koneesta täytyy kuitenkin valmistajan toimesta koota käyttöohje. Käyttöohje on turvallisuuden kannalta tärkeä ja turvallisuutta lisäävä dokumentti. Ohjeiden on oltava sellaisia, että koneen turvallinen käyttö on niiden perusteella mahdollista. Niiden on oltava sen maan kielellä missä konetta käytetään. Käyttöohjeissa tulee käsitellä tietoja koneen

- kuljetuksesta, käsittelystä ja varastoinnista
- ominaisuuksista ja suorituskyvystä
- asentamisesta ja käyttöönotosta
- käyttöön liittyvistä asioista
- käytöstä poistamisesta, purkamisesta ja hävittämisestä
- kunnossapitoon liittyvistä asioista
- hätätilanteita koskevista asioista. (12, s. 202 - 204.)

Koneen suunnittelun ja turvallisuuden hallintaan liittyy eri vaiheiden dokumentointi. Dokumentointi tulee myös suorittaa koneeseen tehtävien muutosten yhteydessä. Kaikki oleelliset turvallisuuteen liittyvät arvioinnit sekä toteutettavat muutokset tulisi olla dokumentoituna. Dokumentoinnista on erilaisia vaatimuksia säädöksissä ja standardeissa. Konedirektiivin mukaan tekninen rakennetiedosto tulee olla tehtynä jokaisesta CE-merkitystä uudesta koneesta ja sitä on päivitettävä, jos koneeseen tehdään muutoksia. Teknisen rakennetiedoston on sisällettävä kaikki koneen suunnitteluun, riskien arviointiin, laatuun ja käyttöön liittyvät tiedot niin koneen mekaniikasta kuin ohjausjärjestelmästä. (3, s. 416 - 421.)

7 TELINTESTAUSASEMAN TURVALLISTAMINEN

7.1 Koneen esittely ja projektin lähtökohta

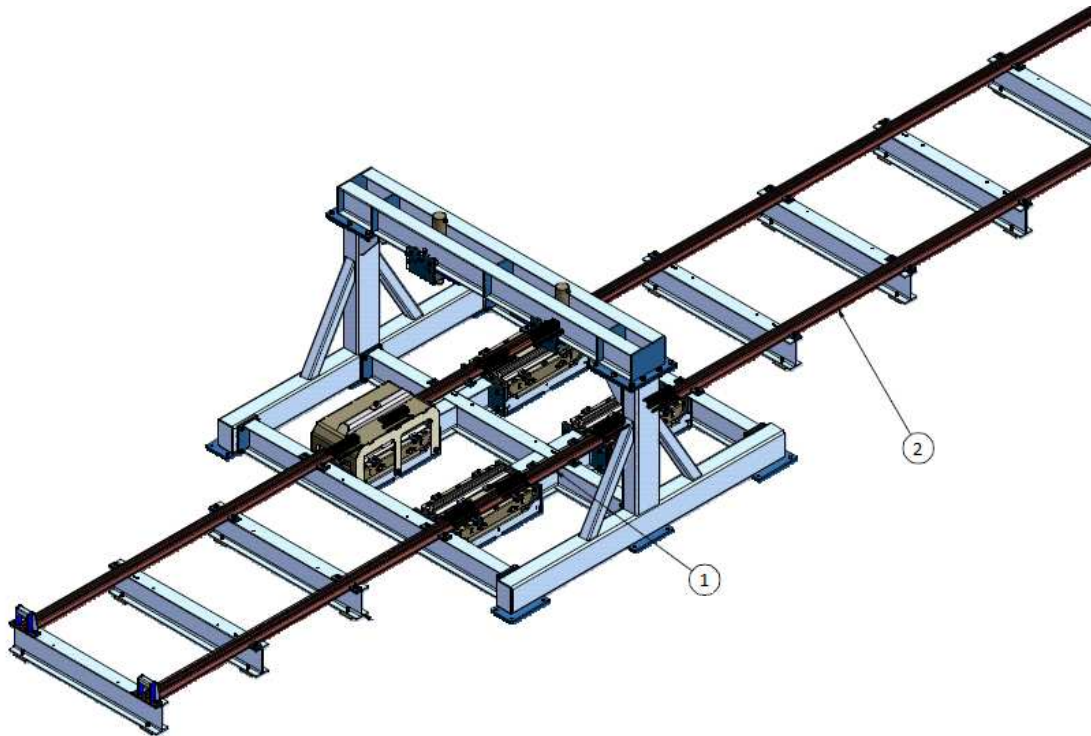
Turvallistamisen kohteena on asiakkaalla käytössä oleva, vuonna 2009 Apex Automation Oy:n valmistama vanhan konedirektiivin 98/37/EY mukaan CE-merkitty kone. Koneen suunnittelussa on noudatettu siihen aikaan voimassa olevia säädöksiä ja suunnittelun apuna on käytetty olennaisia voimassa olevia standardeja. Koneelle on aikanaan suoritettu vaatimusten mukainen riskien arviointi ja koneen turvallisuusratkaisut on suunniteltu sen mukaisesti. Kuvassa 8 on laitteen CE-merkintä ja konekilpi olennaisin tiedoin.



KUVA 8. Telintestausaseman CE-merkintä ja konekilpi

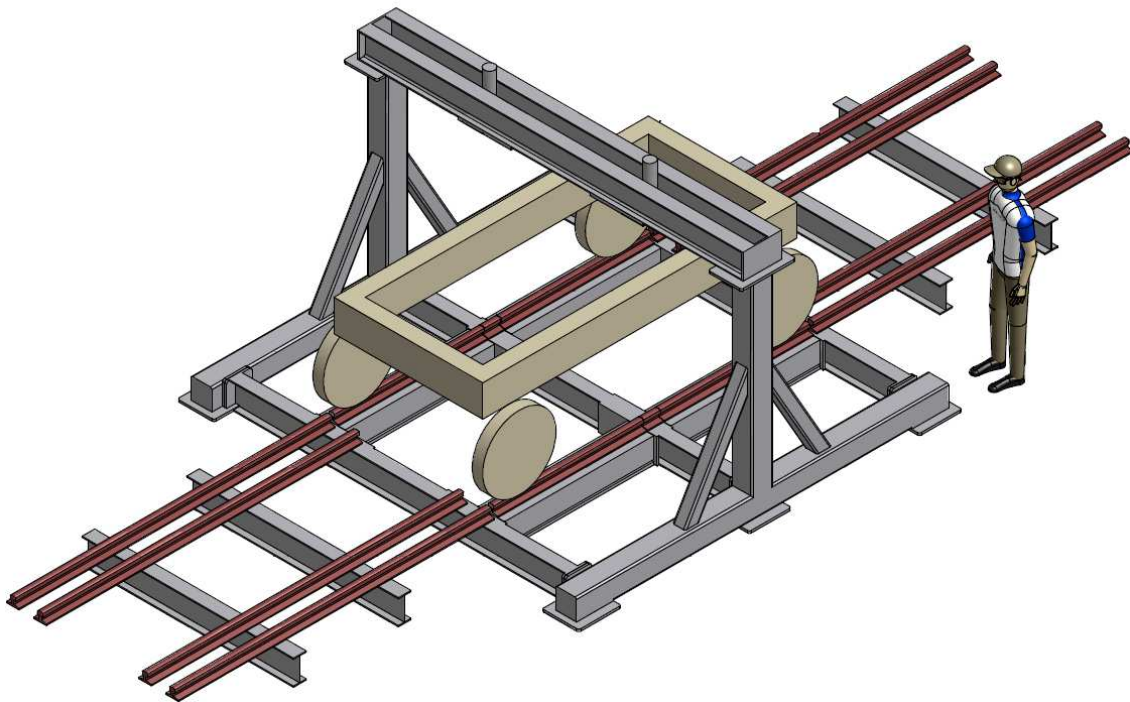
Kone on junien akselistojen eli telien testaukseen suunniteltu, hydraulisen puristimen kaltainen telintestausasema. Telintestausasemalla teliä puristetaan kahdella hydraulisylinterillä ja mitataan telin suoritusarvoja siihen asennetuilla voima-antureilla. Telissä vastavoimana toimii telin jousisto, jota vastaan puristimella painetaan. Mittauksilla pyritään selvittämään, onko teli kestoaltaan ja suoritusarvoiltaan asetettujen vaatimusten mukainen.

Kuvassa 9 nähdään telintestausaseman periaatekuva. Telintestausasemaan kuuluu telintestauksen paininyksikkö (kuvassa numero 1), hydraulikoneikko ja telivarasto kiskoilla (kuvassa numero 2). Automaatiojärjestelmään kuuluu sähkökeskus, jonka ovessa on telintestausaseman ohjauslaitteet (kosketuspaneeli, ohjauspainikkeet, voimanäytöt).



KUVA 9. Telintestausasema

Testauksen aikana ei telintestausaseman vaara-alueella ole saanut oleskella. Vuosien aikana käyttö on muuttunut alkuperäisestä tarkoituksesta siltä osin, että nykyään sillä tehdään myös telien kasaamista, jolloin joudutaan menemään telintestausaseman vaara-alueelle. Kuvassa 10 nähdään periaatekuva telin paikoituksesta telintestausasemaan ja voima-antureiden päälle.



KUVA 10. Teli paikoitettuna telintestausasemaan

Telintestausaseman automaatioon on tämän takia tehty muutoksia, jolloin siihen on lisätty ohjaustavaksi kasaustila. Uutena ohjaustapana oleva kasaustila on muuttanut olemassa olevia vaaratekijöitä ja lisännyt muutaman uuden vaaratekijän. Ohjaustapana olevan kasaustilan aikana joudutaan menemää vaara-alueelle tekemään erilaisia säätö- ja mittaustoimenpiteitä, jolloin työntekijät altistuvat uusille vaaratekijöille. Alkuperäisessä riskien arvioinnissa ei ole pystytty huomioimaan käyttötavan muutoksen aikaansaamia vaaratekijöitä, joten telintestausaseman turvallistaminen käyttöasetuksen vaatimalle tasolle on jouduttava tekemään. Telintestausasema lisäksi siirretään uuteen sijoituspaikkaan turvallistamisen yhteydessä. Siirtotyöt on tilattu myös Apex Automation Oy:ltä. Siirtotyöt saattavat aiheuttaa muutoksia telintestausaseman mekaniikalle ja mittausteknisille laitteille. Siirtotöiden suunnittelu ja rikkoutumisten välttäminen on tärkeää, jotta telintestausasemalla tehtävät mittaukset pysyvät vertailuarvoiltaan samoina vanhan järjestelmän kanssa. Siirtotyöt suorittaa siihen erikoistunut yritys.

Telintestausasemaan tehtävät muutokset ovat pienimuotoisia turvallisuuteen kohdistuvia muutoksia, joten tapausta lähdetään toteuttamaan koneen moder-

nisointina. Koneita muutettaessa on sen oltava edelleen vähintään yhtä turvallinen kuin uutenakin. Käytössä olevan koneen ollessa kyseessä sovellettavat lait ja asetukset ovat työturvallisuuslaki ja käyttöasetus. Suunnittelun ohessa on myös varmistettava koneasetuksen liitteen 1, standardien sekä riskin arvioinnin perusteella, että kone on riittävän turvallinen. (5.)

7.2 Työturvallisuuslain ja käyttöasetuksen soveltaminen

7.2.1 Työturvallisuuslaki

Työturvallisuuslakia noudatetaan telintestausaseman turvallistamisessa velvoittavana säädöksenä käyttöasetuksen ohella. Työturvallisuuslaki on eduskunnan päätöksen mukaisesti säädetty laki, jonka tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työnteon turvaamiseksi sekä ennalta ehkäistä näistä johtuvia fyysisiä vaaroja sekä henkisiä ongelmia. (9.)

Työturvallisuuslain luvun 2 kohdan 8 mukaan työnantajalla on yleinen huolehtimisvelvoite. Työnantajan on parannettava työolosuhteita mahdollisuuksien mukaan seuraavin periaattein:

- vaaratekijöiden ja haittojen esiintyminen on estettävä
- vaaratekijät ja haittatekijät on poistettava tai pienennettävä
- yleiset työsuojelutoimenpiteet toteutetaan ennen yksilöllisiä toimenpiteitä
- tekniikan ja muiden keinojen kehittyminen otettava huomioon. (9.)

Turvallistamisen suunnittelun perustavana lähtökohtana on työturvallisuuslain kohdassa 10 määritellyt vaatimukset vaarojen selvittämiseen ja arviointiin. Työnantajan on toteutettava vaaratekijöiden arviointi ja poistettava tai pienennettävä niitä. Lisäyksenä lain kohtaan on määritetty, että jos työnantajalla ei ole riittävää asiantuntemusta arviointiin, on käytettävä ulkopuolisia asiantuntijoita. Arviointi näin ollen suoritetaan Apex Automation Oy:n toimesta ja sen toteuttamiseen käytetään apuna riskin arviointiin liittyvää standardia SFS-EN ISO 12100. Lain kohdassa 41 määritetään, että koneet ovat säännösten mukaisia ja työolosuhteisiin sopivia sekä asennus, suojalaitteet ja merkinnät ovat asianmukaisia. Kohdan asiat otetaan huomioon toteutuksen suunnittelussa. Kohdassa 43 määritetään käyttöönottotarkastukseen liittyvät

asiat. Käyttöönottotarkastus suoritetaan muutosten toteutuksen jälkeen ja siinä testataan kattavasti telintestausaseman uusi toiminta sekä käytettyjen turvallisuusratkaisujen toiminta. (9.)

7.2.2 Käyttöasetus

Käyttöasetus on eduskunnan päätöksen mukaan säädetty työturvallisuuslain nojalla. Se velvoittaa työntekijän työssä käytettävän koneen, välineen tai muun teknisen laitteen käyttöön liittyvät vaatimukset. Käyttöasetuksen vaatimukset näin ollen otetaan huomioon telintestausasemaa turvallistettaessa. (2.)

Käyttöasetuksen luvun 1 kohdassa 3 vaaditaan työvälineen käyttöohjeiden noudattamista turvallisen työnteon varmistamiseksi. Silloin, kun muutetaan työvälineen ominaisuuksia tai toimintaa, on ohjeet pidettävä ajan tasalla. Turvallistamisen yhteydessä telintestausaseman käyttöohjeet päivitetään asianmukaisesti vastaamaan uuden järjestelmän toimintaa. Kohta 4 käsittelee vaaran arviointia ja poistamista samoin toimin kuin jo työturvallisuuslaissa on kuvattu ja se toteutetaan aiemmin mainitun riskin arviointiin liittyvän standardin mukaisesti. Kohdassa 7 asetetaan vaatimuksia varoituslaitteille sekä merkinnöille. Turvallisuuden varmistamiseksi on oltava kaikki tarpeelliset ja turvallisuutta parantavat varoituslaitteet sekä merkinnät telintestausaseman vaarallisesta tai turvallisesta tilasta. Tämä otetaan huomioon turvallistamisen suunnittelussa ja asianmukaiset kyltit sekä varoituslaitteet valitaan ja asennetaan. Kohta 8 edellyttää ohjausjärjestelmän turvallisuuteen ja luotettavuuteen liittyvien seikkojen huomioon ottamista. Tässä kohdassa tullaan apuna käyttämään SFS-EN ISO 13849-1 -standardia turvallisuuteen liittyvien ohjausjärjestelmien yleisistä suunnitteluperiaatteista. Kohta 11 määrittää vaatimuksen, että kone täytyy pystyä erottamaan energianlähteestä turvallisesti sekä varastoituneen energian purkaminen täytyy olla mahdollista ilman lisävaarojen aiheuttamista. Telintestausaseman vaaralliset liikkeet tapahtuvat hydrauliiikan voimalla, joten hydrauliiikan ohjauksen ja energianlähteestä erottamisen suunnittelun apuna käytetään hydrauliiikka standardeja SFS-EN ISO 4413 sekä SFS-EN 693. (2.)

7.3 Riskin arviointi

Riskien arviointi suoritettiin asiakkaan tiloissa telintestausasemalle kesällä 2013, eli vuosi ennen varsinaista suunnittelua ja toteutusta. Riskien arvioinnin suorituksen apuna käytettiin SFS-EN ISO 12100 -standardia. Riskin arvioinnissa oli mukana koneen pääkäyttäjä, asiakkaan vastuhenkilöt, opinnäytetyön tekijä sekä Apex Automation Oy:n asiantuntija.

Riskien arviointi aloitettiin koneen raja-arvojen sekä käytön määrittämisellä. Pääkäyttäjä esitteli koneella suoritettavaa käyttöä ja näin pyrittiin määrittämään normaalit käytön aikaiset vaaratekijät. Arvioinnin aikana käytiin läpi standardien esittämät vaaratekijät sekä arvioijien kokemuksen perusteella esille tulleet vaaratekijät niiden ollessa hyvin epätodennäköisiäkin tai pieniä. Tällä tavalla voidaan kartoittaa koko koneella tapahtuva toiminta, mahdolliset vaaratekijät ja myös mahdollinen käyttötarkoituksen vastainen toiminta.

Riskien määrittämisen jälkeen voitiin tehdä RiTa-ohjelmistolla eri vaaratekijöille varsinaisen riskin tason arviointi. Ohjelman antamat riskin tasot olivat osalle vaaratekijöistä liian suuret, kuten oli ollut tiedossa jo ennen arvioinnin suoritusta. Liitteessä 2 nähdään RiTa-ohjelmistolla saadut tulokset riskin arvioinnista.

Saatujen tulosten perusteella voidaan tehdä päätös toimenpiteiden toteutuksesta sekä päättää toimenpiteistä, joilla riskien tasot saadaan pienennettyä. Asiakkaalle tehdään suunnitelma turvallistamisen toteutuksesta yleisellä tasolla sekä tarjous toteutuksen kustannuksista. Asiakkaan hyväksyessä tarjouksen aloitetaan tarkempi turvallistamisen toteutuksen suunnittelu.

7.4 Muutosten suunnittelu

Asiakkaan hyväksytyä alustava suunnitelma turvallistamisen ja muutosten toteutuksesta, pystyttiin aloittamaan varsinaisten muutosten yksityiskohtaisempi suunnittelu. Riskin arvioinnissa esille tulleiden asioiden perusteella riskin taso on liian korkea osalla vaaratekijöistä. Telintestausaseman turvallisuuden tasoa joudutaan täten nostamaan poistamalla kyseiset riskit kokonaan tai vähentämällä riskin tasoa siedettäväksi. Sivulla 23 nähtävässä taulukossa 2 olevan arviointiasteikon mukaan riskin tason ollessa yli 30 täytyy suorittaa toimenpiteitä riskin

tason pienentämiseksi. Taulukossa 5 nähdään vaaratekijät, joiden riskin taso on liian suuri. Näiden riskien tasoa tulee vähentää, jotta koneen turvallisuus saadaan vaaditulle tasolle.

TAULUKKO 5. Vaaratekijät, joiden riskiä vähennettävä

1.	Kuormitetun telin jousistoon varastoituneen energian hallitsematon vapautuminen (pomp-paus) käyttöenergian syötön katketessa (häätäpysäytys toiminto, sähkökatko tai hydraulii-kan paine häviää)
2.	Kuormitetun telin jousistoon varastoituneen energian hallitsematon vapautuminen toisen kuormitussylinlerin rikkoutuessa
3.	Asiattomien henkilöiden oleskelu laitteen toiminta-alueella
4.	Erottaminen ja energian purkaminen
5.	Energiansyötön vaihtelut, katkokset ja uudelleen kytkeytyminen

Kohdan 1 vaaratekijä ilmenee silloin, kun hydrauliiikan voima jostain syystä katkeaa. Tällöin jousien avulla palautuvat venttiilit avautuvat ja päästävät paineet hydrauliiikkasylintereistä pois. Sivulla 46 kuvassa 10 nähdään liikkeen ohjaukseen liittyvä osa alkuperäisestä hydrauliiikkakaaviosta, josta voi tutustua laitteen hydrauliikkajärjestelmän toimintaan. Telin jousistoon varautuneesta voimasta johtuen laitteen paininosa sekä teli voi liikahtaa arvaamattomasti ylös-päin, josta saattaa aiheutua kohtalokkaita seurauksia työntekijöiden tai muiden henkilöiden ollessa vaara alueella. Vaaratekijän estämiseksi katsottiin parhaaksi muuttaa hydrauliikkajärjestelmän toimintaa ja vaihtaa uudenlaiset venttiilit hydrauliiikan paineen vapauttavien venttiilien tilalle. Uudet venttiilit tulisi olla malliltaan sellaisia, että ne jousikuormitteisesti palautuvat kiinni, joten vaarateki-jän ilmetessä kaikki liikkeet pysähtyvät eikä jousistoon varastoitunut energia pääse hallitsemattomasti vapautumaan.

Kohdan 2 vaaratekijään varautuessa laitteen mekaanisessa suunnittelussa on huomioitu se, että jos toinen sylintereistä rikkoutuu, jaksaa toinen sylinteri kannatella voiman ja pidättää teliä paikallaan. Lisänä turvallisuuden parantami-

seen uudet venttiilit edesauttavat linjojen sulkemisessa, jos käyttäjä vaikuttaa hätäseispainikkeeseen.

Kohdan 3 vaaratekijä on telintestausaseman käyttöympäristöstä ja käyttötavasta hankalampi poistaa. Koneeseen ei ole käyttötavan takia asennettu kiinteitä suojuksia. Tästä johtuu, että asiattomia henkilöitä saattaa tarkoituksellisesti tai tarkoituksettomasti oleilla vaara-alueella. Vaaratekijän estämiseksi paras ratkaisu olisi kiinteiden aitojen rakentaminen telintestausaseman ympärille. Tämän ei kuitenkaan katsota olevan realistinen ratkaisu koneen ominaisuudet huomioon ottaen. Ratkaisuna vaaratekijän pienentämiseen päädyttiin koneen päälle asennettavaan majakkaan. Majakassa on punainen ja vihreä valo, jotka osoittavat, että koneen vaara-alueelle ei ole tai on turvallista mennä. Lisäksi majakkaan asennetaan hälytys sireeni, jolla ilmoitetaan koneen käynnistämisestä. Varoituskyltit asennetaan oleellisille paikoille vaarasta tiedottamaan sekä käyttäjät ohjeistetaan turvaohjeiden mukaisesti.

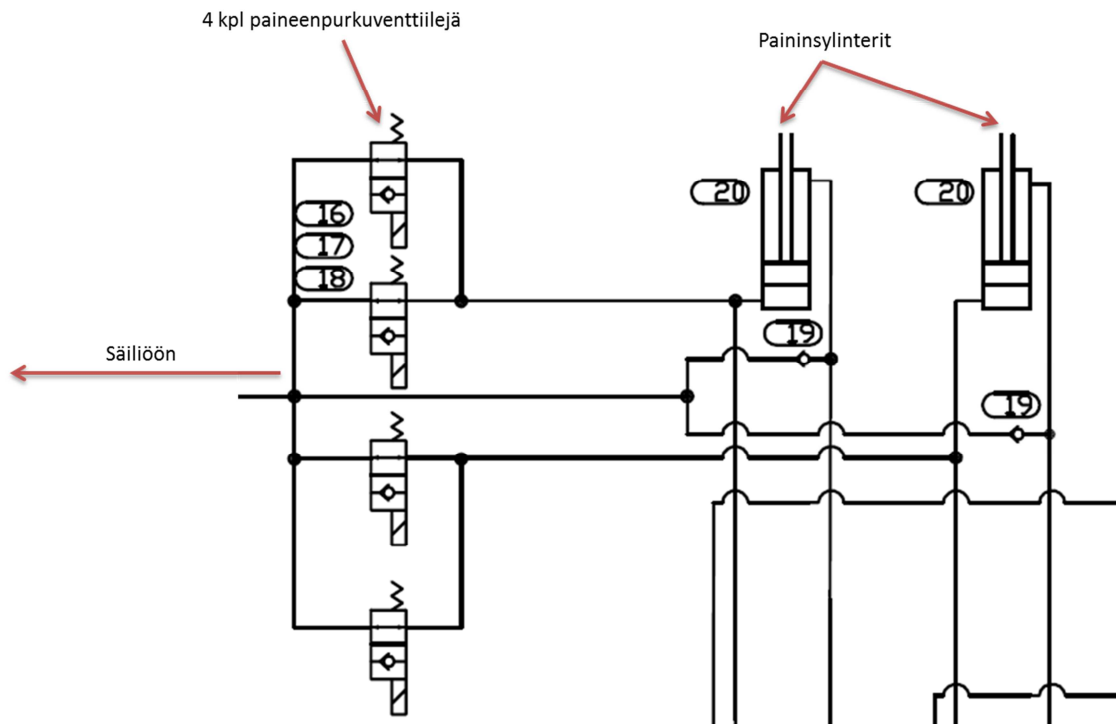
Kohdassa 4 esitetty vaaratekijä ilmenee energian hallitsemattoman purkautumisen seurauksena. Energian purkamisen tapahtuu jousiavautuvilla venttiileillä välittömästi energian kadotessa, joka ei ole suotavaa kyseisessä laitteessa ja sen käyttötavassa. Energian purkamiseen hallitusti tullaan suunnittelemaan hydraulikkajärjestelmään käsikäyttöinen purkauslinja, jolla pystytään hydraulikkaan ja teliin varastoituneet voimat purkamaan sillä tavalla, että lisävaaraa ei aiheuteta.

Kohdan 5 vaaratekijään ratkaisu saadaan toteutettua edellä mainittujen kohdan 1 sekä 3 ratkaisuksi suunniteltujen muutosten yhteydessä.

Telintestausasemaan tulee vaaratekijöiden perusteella muutoksia kolmeen osa-alueeseen. Kuormitetun telin energian purkautumiseen joudutaan suunnittelemaan toimivat ratkaisut, asiattomien henkilöiden oleskeluun alueella liittyvät vaarat tulisi minimoida sekä kuormitettuun teliin varastoituneet energiat tulisi saada purettua hallitusti ja lisävaaraa aiheuttamatta.

7.5 Hydrauliiikka osana turvallisuutta

Turvallistamisen tärkeimmäksi osatekijäksi muodostuu hydrauliiikan turvallisuus. Laitteen toiminta perustuu hydrauliiikalla tuotettavaan voimaan, jolloin koneeseen varastoituu suuria voimia koneen käytön aikana. Riskin tason vähentämisen tavaksi päätettiin hydrauliiikan muuttaminen siten, että odottamattomat telin pomppaamiset eli hydrauliiikan voiman kadotessa jousistoon varautuneen energian hallitsematon purkautuminen estetään uudella venttiileillä. Vanhojen voiman vapautusventtiilien toiminta ei enää ole suotavaa uuden käyttötavan takia. Kuvassa 10 on hydrauliiikkakaavion osuus, jossa nähdään käytössä olevien venttiilien toiminta.



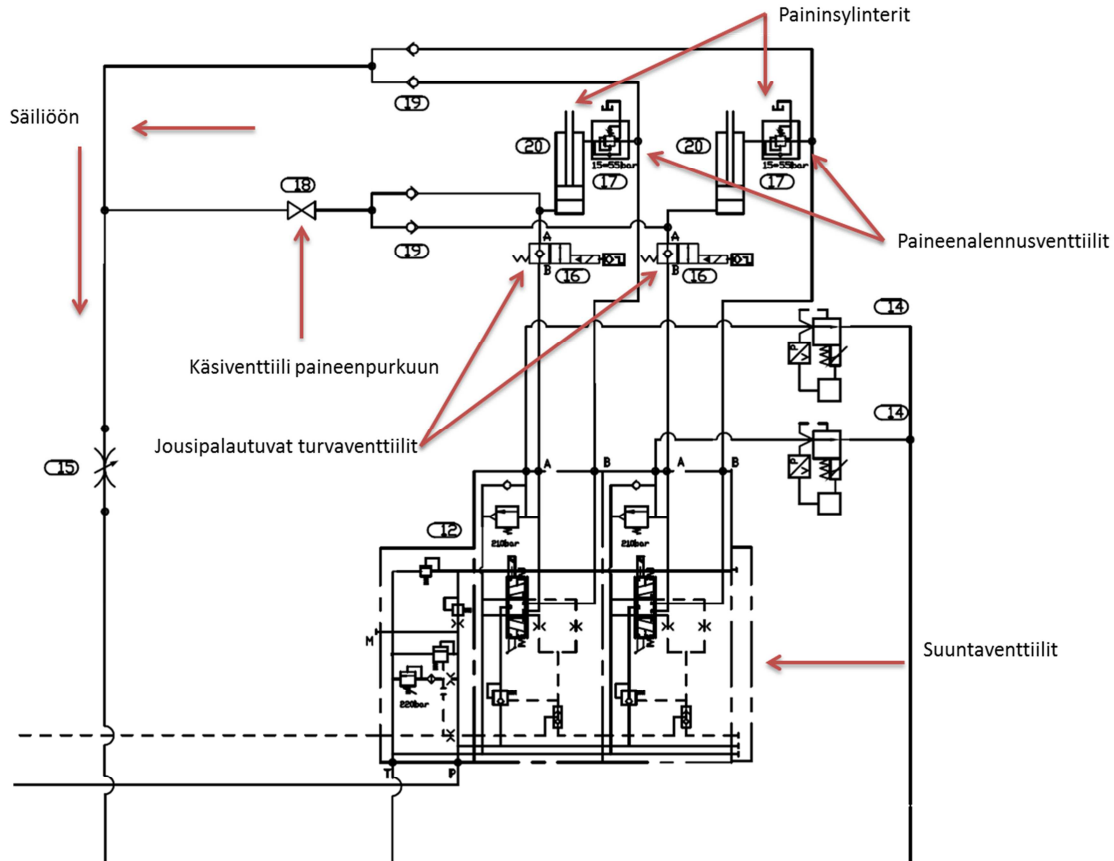
KUVA 10. Käytössä olevat paineenpurkuventtiilit

Paineenpurkuventtiilit toimivat siten, että hätäpysäytyksen tai energian katoamisen seurauksena venttiilit palautuvat jousikuormitteisesti auki. Tästä seuraa se, että telin jousistoon mahdollisesti varastoinut energia pääsee vapautumaan ja teli pomppaa ylös. Kun teli pomppaa ylös odottamattomasti, aiheuttaa se vakavan turvallisuusriskin telintestausasemalla työskenteleville työntekijöille. Tähän on riskitarkastelussa ehdotettu erillisiä lukituksia, joilla estetään pomppaaminen.

Koneen vaaralliset liikkeet tapahtuvat riskitarkastelun mukaan sylinterien mennessä sisäänpäin. SFS-EN 693 -standardin mukaan hydrauliset venttiilit tulisivat olla kahdennettuja vaarallisen liikkeen estämiseksi. Tästä syystä ratkaisuksi ajateltiin asentaa vaarallisen liikkeen puolelle venttiilit kahdennettuna telin pomppauksen estämiseksi. Täten uudet venttiilit toimivat ensisijaisena vaarallisen liikkeen estäjänä ja tämän lisäksi suuntaventtiili lukitsee kummatkin linjat estäen näin myös sylinterin ulospäin suuntautuvat liikkeet.

SFS-EN 693 -standardi vaatii lisäksi turvallisuuteen liittyvien venttiilien diagnostiikkaa. Uusissa venttiileissä tulisi olla sähköinen venttiilin asennontunnistus, jota pystytään käyttämään logiikassa diagnostiikkatietona. Uudet venttiilit tulevat olemaan sen kaltaisia, että ne eivät vaaratilanteessa päästä jousiston energiaa hallitsemattomasti vapautumaan. Ratkaisuna tähän ovat venttiilit, jotka ovat jousikuormitteisesti kiinni olevia, eli venttiilin ohjauksen kadotessa palautuvat ne välittömästi kiinni ja estävät jousiin varastoituneen energian purkautumisen. Näin saadaan kone pysymään liikkumatta vikatilanteissa. Turvaventtiileissä on lisänä asennontunnistus, jota käytetään venttiilien diagnostiikkaan.

Uusien venttiilien myötä ongelmaksi tulee energian purku jousistosta ja sen seurauksena hydraulikasta. Uudessa järjestelmässä turvatoiminnon toteutumisen jälkeen energiat jäisivät varautuneeksi jousistoon ja sylintereihin. Jotta energia saadaan hallitusti ja turvallisesti purettua uudessa järjestelmässä, suunniteltiin siihen käsikäyttöinen paineenpurkuventtiili. Tällä tapaa saadaan kone turvalliseen tilaan, eli kaikki energiat purettua vaaratekijää aiheuttamatta. Tähän ratkaisuksi päädyttiin asentamaan käsikäyttöinen paineenpurkuventtiili hydraulikan paluulinjaan. Näin saadaan energia hallitusti purettua silloin, kun on varmistettu siitä, että vaara-alue on tyhjä henkilöistä ja energian purkaminen on turvallista. Kuvassa 11 nähdään muutettu osuus uudessa hydraulikkajärjestelmässä.



KUVA 11. Uusi hydraulikkajärjestelmä

Hydraulikkajärjestelmään asennetaan lisäksi letkurikkoventtiilit sekä säädettävät paineenalennusventtiilit sylinterien männän puolelle. Paineenalennusventtiileillä saadaan painimen noston voima rajoitettua riittävän pieneksi. Alkuperäisessä järjestelmässä nostoon käytettiin tilanteesta riippumatta järjestelmän maksimivoimantuottoa. Paineen alentamisella saadaan noston voima rajoitettua järkevälle tasolle niin, että painin saadaan nostettua, mutta se ei aiheuta vahinkoja laitteistolle tai tuotteille. Letkurikkoventtiileillä pystytään lisäämään turvallisuutta siinä tilanteessa, jos tapahtuu letkurikko käytön aikana. Letkurikkoventtiilit asennetaan suoraan sylinterin letkuliittimeen.

7.6 Ohjausjärjestelmä osana turvallisuutta

Muutoksien takia ohjausjärjestelmää muutettiin tarvittavilta osin. Turvaventtiilien ohjaukset jouduttiin rakentamaan toimiviksi sekä koneeseen asennettavalle hälytintornille rakennettiin sähköjärjestelmään uudet ohjaukset. Vanhojen paineenpurkuventtiilien sähköjärjestelmää pystytään käyttämään suoraan

uusien venttiilien ohjaukseen. Vanhassa toiminnassa logiikasta annetaan venttiileille ohjausjännite, jolloin venttiilit sulkeutuvat. Näin ollen voidaan sylintereitä ohjata suuntaventtiileillä. Uudessa järjestelmässä uusia turvaventtiileitä joudutaan ohjaamaan auki, eli sama ohjausjännite ohjaa venttiilit auki, joka mahdollistaa sylintereiden liikkeitä.

Turvaventtiilien diagnostiikan toteutukseen muutettiin sähköjärjestelmää hätäseisreleen ja logiikan kytkentöjen osalta. Hätäseisreleen kuitauspiiri kytkettiin logiikan perään. Logiikalla suoritetaan turvaventtiilien ja hätäseisreleiden diagnostiikka. Logiikka ohjaa diagnostiikan perusteella hätäseisreleen kuitauspiirin oikeaan tilaan. Jos turvaventtiilit tai hätäseisreleet eivät toimi oikein, pystytään logiikan diagnostiikalla se selvittämään. Tästä seuraa se, että hätäseisreleen kuitaaminen ei onnistu. Jos syntyy edellä mainittu tilanne, on turvallisuuteen liittyvässä järjestelmässä vikaa, ja se täytyy korjata, ennen kuin koneen käyttämistä pystytään jatkamaan.

Hätäseistilanteessa ohjausjärjestelmän toiminta pysyy samankaltaisena. Hätäseisreleellä poistetaan koneikon moottorin ja venttiilien ohjausvirrat. Ohjausvirran poisto turvaventtiileiltä aiheuttaa sen, että ne menevät jousivoiman avulla kiinni ja liikkeet ylöspäin vaaralliseen suuntaan pysähtyvät välittömästi. Myös suuntaventtiilit ovat jousivoimalla kiinni meneviä ja ne kahdentavat sylintereiden sisään menon, eli vaarallisen suunnan liikkeiden pysäytyksen sekä ulosmenoliikkeet myös pysähtyvät.

Uuden hälytintornin ohjaukseen joudutaan rakentamaan uudet sähköiset ohjaukset sekä muuttamaan logiikkaohjelmaa. Hälytintornille rakennetaan logiikkaan ohjaus, jotta turvallinen tila ja vaarallinen tila saadaan ilmaistua. Turvallinen tila ilmaistaan vihreällä valolla hälytintornissa. Punainen valo ilmaisee vaarallisen tilan.

SFS-EN 13849-1 -standardin vaatimukset käytiin ohjausjärjestelmään liittyen läpi. Standardi edellyttää ohjausjärjestelmän suorituskyvyn todentamista. Sistema-laskennat suoritettiin uudelle ohjausjärjestelmälle suoritustason todentamiseksi. Ohjausjärjestelmän suoritustason laskennassa otettiin huomioon hätäseis-pysäytykset hydraulikkamoottorille sekä hätäseis-

pysäytykset venttiileille. Liitteessä 3 nähdään Sistema-laskennalla saadut tulokset ohjausjärjestelmän suorituskyvystä. Ohjausjärjestelmän suoritustasona riskitarkastelun perusteella on d-taso hätä-seis painikkeen toiminnalle sekä suoritustaso c jännitteenkatkaisulle sähkökatkossa. Tähän päästään hydraulikka-venttiilien kahdennuksella vaaralliseen suuntaan sekä ohjaavien releiden kahdennuksella ja hätä-seis painikkeen kahdennuksella. D-taso vaatii lisäksi ohjausjärjestelmän turvallisuuteen liittyvien komponenttien diagnostiikkaa ja ne on myös toteutettu ja laskettu SFS-EN 13849-1 -standardin kuvaamilla tavoilla. Liitteessä 4 nähdään koneen sähköjärjestelmän piirikaaviot.

7.7 Koneen merkinnät ja ohjeet

Koneeseen asennettavalla hälytintornilla pyritään vähentämään jäljelle jääviä riskejä koskien henkilöiden oleskelua vaara-alueella. Hälytintornissa on hälytys-sireeni, punainen valo sekä vihreä valo. Turvallinen tila ilmaistaan vihreällä valolla hälytintornissa. Turvallinen tila on ainoastaan silloin, kun koneen sylintereitä ei ohjata mihinkään suuntaan, eli liikkeitä laitteistossa ei ole. Punainen valo ilmaisee vaarallisen tilan. Tällöin ei koneen vaara-alueella saa oleskella muita henkilöitä, kuin koneen käyttäjä tai käyttäjän luvalla kasausta suorittava asentaja. Punaisen valon palaessa laitteistossa tapahtuu liikettä. Hätäpysäytystilanteessa hälytystornissa välkkyä punainen valo ja hälytys-sireeni pidetään päällä 10 sekunnin ajan.

Koneen vaara-alueen rajaamiseksi koneen ympärille maalataan lattiaan keltainen viiva. Koska koneen vaara-alueelle pääsyä ei voida koneen käytön vaatimusten takia kokonaan estää aitaamalla, edellytetään koneen pääkäyttäjän valvovan, ettei koneen vaara-alueella ole ketään koneen ollessa liikkeessä. Koneeseen asennetaan lisäksi kaksi varoituskylttiä varoittamaan lähistöllä oleskelevia henkilöitä koneen vaarallisesta toiminnasta. Varoituskylttien tekstinä on "Älä mene koneen merkitylle vaara-alueelle punaisen valon palaessa". Varoituskyltit asennetaan oleellisille kulkureiteille koneen lähistölle.

Koneen käyttöohjeet päivitetään, koska ne ovat turvallisuuden kannalta tärkeitä ja turvallisuutta lisääviä. Ohjeisiin lisätään kaikki oleelliset koneen käyttöä ja

kunnossapitoa koskevat asiat. Turvaohjeet ovat kyseisen koneen tapauksessa erittäin tärkeät.

Testaustilan aikana henkilöitä ei saa oleskella koneen vaara-alueella. Koneelle on määritelty pääkäyttäjä, joka suorittaa testausajon sekä valvoo, ettei testauksen ollessa käynnissä vaara-alueelle ole ketään. Kasaustilan aikana asentaja saa oleskella koneen vaara-alueella vain, jos kone on saavuttanut asetetun voiman ja pääkäyttäjä antaa luvan suorittaa asennustoimenpiteitä. Pääkäyttäjä suorittaa ohjaukset asennuksen aikana ja valvoo, ettei ohjauksen aikana vaara-alueella ole ketään. Koneen vaara-alue on merkitty koneen ympärille maalatulla keltaisella viivalla. Asennuksen aikana sekä konetta ohjattaessa koneen päällä olevassa valomajakassa palaa punainen valo.

Kasaustilassa suoritettavia mittauksia saa toteuttaa vain pääkäyttäjä tai hänen määrittelemänsä henkilö käyttämällä tähän tarkoitukseen varattuja turvallisia työkaluja. Henkilö työskentelee vaara-alueella, mutta tekee mittauksia niin, että ulottuu vaarakohtaan vain mittaustyökalulla. Koneen vaara-alue merkitään koneen ympärille maalatulla keltaisella viivalla. Mittauksen aikana koneen ollessa säätötilassa koneen päällä olevassa valomajakassa palaa punainen valo.

7.8 Käyttöönotto ja todentaminen

Suunnittelutyön valmistuttua päästiin turvallisamisessa muutoksien toteutus- ja käyttöönottovaiheeseen. Koneen hydraulikka-asennukset, sähköasennukset sekä logiikkaohjelmointi suoritettiin ilman suurempia vastoinkäymisiä tai ongelmia. Uuden järjestelmän testaukset suoritettiin kahden päivän aikana, jolloin koneella suoritettiin kaikki käyttöön liittyvät toiminnot. Koneen toiminta piti olla kalibroinniltaan juuri samanlainen kuin vanha, jotta telien suorituskyvyn vertailuarvot pysyvät samana vanhan ja uuden järjestelmän kesken. Testausten jälkeen pystyttiin vertailemaan järjestelmien mittauservoja, ja ne olivat pysyneet täsmälleen samoina.

Uuden järjestelmän turvallisuuteen liittyvät toiminnot testattiin hätäseis-painiketta painamalla sekä tekemällä keinotekoinen sähkökatko kääntämällä koneen pääkytkin pois päältä tehtaan sähkökeskuksesta.

Toiminta oli hätäseis-toimintoa testattaessa suunnitellun kaltaista ja puristuksissa ollut teli sekä koneen sylinterit jäivät paikoilleen välittömästi eikä silmämääräisesti tarkasteltuna liikettä huomattu. Sähkökatkon esiintymistä pyrittiin kuvaamaan katkaisemalla pääkytkimestä kaikki koneelle tuleva sähkönsyöttö. Paininosassa huomattiin pieni, noin 1 - 2 senttimetrin suuruinen liike. Syyksi epäiltiin 230 voltin vaihtojännitteestä 24 voltin tasajännitteeseen muuntavien muuntajien toimintaa, koska hydraulikkaventtiilien sähkönsyöttö oli toisen muuntajan perässä ja ohjausjärjestelmän syötöt olivat toisessa muuntajassa. Ratkaisuksi ongelmaan kokeiltiin 230 voltin vaihtojännitteen syöttöön asennettavia releitä, joiden kiinni menevät kärjet kytketään hätäseis-piiriin. Tällä tavalla saadaan välitön katkaisu hätäseis-piiriä hyväksi käyttämällä myös sähkökatkon aiheuttamaan koneen pysähtymiseen. Aiemmin ilmennyt muutaman sentin liike saatiin tällä toteutuksella poistettua kokonaan.

Laitteiston käyttöönottotarkastus suoritettiin testausten jälkeen. Paikalla olivat asiakkaan vastuuhenkilöt, koneen pääkäyttäjä ja opinnäytetyön tekijä. Käyttöönottotarkastuksessa hyväksyttiin koneen uusi toiminta ja tehdyt turvallistamistoimet vuonna 2013 tehdyn riskitarkastelun puitteissa.

Telintestausasemaan tehtyjen muutosten jälkeen on riskin arviointi tehtävä uudelleen. Tällä tavoin pystytään reagoimaan huomaamatta jääneisiin vaaratekijöihin ja mahdollisiin uusiin muutosten aiheuttamiin vaaratekijöihin, joita ei ole pystytty ennakoimaan. Riskin arviointi suoritettiin uudelleen koneelle. Riskin arvioinnissa huomattiin, että koneen käyttämisen ohjeistukseen ja merkintöihin tulee kiinnittää lisähuomiota. Työn suorittamiseen tulee lisätä työkaluja turvallisuuden lisäämiseksi, koneen ympärille on asennettava siirrettävät aidat sekä koneen ohjaustiloja tulee muuttaa. Ohjaustiloina oli aiemmin testaustila ja kasaustila. Uutena ohjaustilana tulisi riskien arvioinnin perusteella olemaan mittauustila. Ohjaustilojen eroina on koneen toiminnan muuttaminen tilaa vaihtamalla, jotta koneen toiminta saatetaan mahdollisimman turvalliseksi työn suorittamisen

kannalta. Ohjaustilojen muutosten aiheuttamat vaaratekijät lisättiin riskin arviointiin. Liitteessä 5 nähdään uusi riskitarkastelu, uudet vaaratekijät sekä osaltaan muuttuneet vanhat vaaratekijät.

7.9 Lisämuutokset

Uuden riskin arvioinnin perusteella joudutaan telintestausasemaan tekemään lisämuutoksia. Lisämuutoksien yhteydessä lisätään uusi ohjaustila koneeseen sekä muutetaan koneen ohjausta ennalta olevien ohjaustilojen osalta koneen käytön helpottamiseksi ja turvallisuuden parantamiseksi. Nämä muutokset pystytään tekemään logiikkaohjelmaa muuttamalla.

Koneessa oli ennestään testaustila ja kasaustila ohjausvaihtoehtoina. Näiden lisäksi lisätään koneen ohjaustavaksi mittaustila. Tällä tavoin pystytään lisäämään koneen käytön turvallisuutta jokaisen eri työsuorituksen suorittamisen aikana. Testaustila toimii automaattisesti pääkäyttäjän valvoessa koneen toimintaa varmistaen, että koneen vaara-alueella ei ole henkilöitä. Tällöin koneen proportionaaliventtiileillä ohjataan koneen liikesuuntia ja turvaventtiilit ovat auki. Kone käy läpi testausvaiheet automaattisesti.

Kasaustilassa pääkäyttäjä ohjaa konetta ja asentaja suorittaa telin kasausta koneen saavuttaessa turvallisen tilan. Kasaustilan ohjauksen aikana koneen turvaventtiilit ovat auki ja suuntaventtiileillä ohjataan koneen toimintaa. Koneen saavuttaessa asetettu voima, asetetaan kone turvalliseen tilaan. Koneen turvaventtiilit sekä suuntaventtiilit ohjataan kiinni ja koneikon moottori sammutetaan, jonka jälkeen voidaan kasausta alkaa suorittaa.

Mittaustilassa pääkäyttäjä asettaa koneeseen tietyn puristusvoiman ja suorittaa mittauksia telin eri komponenttien väliltä. Mittaustilassa koneen turvaventtiilit ovat auki ja proportionaaliventtiileillä ohjataan koneen liikkeitä. Konetta ei voida asettaa turvalliseen tilaan mittaustilan aikana, koska oikeiden mittaustulosten saamiseksi, täytyy koneen olla säätötilassa. Mittaustilassa koneen vaara-alueella ei saa oleskella henkilöitä vaan mittaukset tulee suorittaa niihin suunnitelluilla välineillä vaara-alueelle menemättä.

Koneen vaara-alueen rajaamiseksi koneen ympärille asennetaan siirrettäviä aitoja, koska koneen vaara-alueelle pääsyä ei voida koneen käytön vaatimusten takia kokonaan estää aitaamalla.

Koneeseen lisätään keltainen valo hälytystorniin merkitsemään kasaustilassa asentajille turvallinen tila. Aiemmin tehdyssä muutoksessa lisättiin ainoastaan punainen ja vihreä valo, jotka huomattiin uuden riskien arvioinnin perusteella riittämättömäksi. Punainen valo merkitsee muutoksen jälkeen sitä, että koneen vaara-alueella ei saa olla henkilöitä. Poikkeuksena tälle on mittaustyötä tekevä henkilö, jonka sallitaan ylettymään vaarakohtiin erityisillä mittausvälineillä vaarallisen tilan aikana, mutta ei oleskella vaara-alueella. Punaisen valon palaessa turvaventtiilit ovat auki ja suuntaventtiileillä ohjataan koneen liikkeitä. Keltainen valo ilmaisee kasaustyötä tekeville asentajille tilan milloin telin kasaaminen sallitaan vaara-alueella. Keltaisen valon palaessa turvaventtiilit sekä suuntaventtiilit ovat kiinni, hydraulikkamoottori on pois päältä ja kone on kasausta varten oikeassa tilassa. Vihreän valon palaessa kone on turvallisessa tilassa ja henkilöt voivat mennä koneen vaara-alueelle. Teliä ei ole puristuksissa eikä kone ole käynnissä. Koneen läheisyyteen lisätään varoituskytinit ilmaisemaan hälytystornin värien merkitykset, jotka ovat esitettynä taulukossa 6.

TAULUKKO 6. Hälytystornin värien merkitys on esitettynä kylteissä

Hälytystornin väri	Merkitys
Punainen	Älä mene koneen vaara-alueelle
Keltainen	Koneen vaara-alueelle meno sallittu kasaustyön aikana
Vihreä	Koneen vaara-alueelle meno sallittu

Koneen käyttäjien ohjeistukseen ja koneen käyttöohjeen tekoon kiinnitettiin erityistä huomiota uuden riskin arvioinnin perusteella tehtyjen johtopäätösten takia. Kaikki koneen käyttäjät tulee opastaa koneen turvalliseen käyttöön sekä koneelle määritellään pääkäyttäjä. Pääkäyttäjä vastaa siitä, että konetta käytettäessä koneen käyttöön liittyvät sekä lähistöllä työskentelevät henkilöt on opastettu koneen turvalliseen käyttöön.

8 YHTEENVETO

Työssä modernisoitiin CE-merkitty, käytössä oleva kone turvallisuuteen liittyviltä toiminnoiltaan sekä laadittiin koneen modernisoinnin vaiheista kertova tietopaketti yrityksen käyttöön. Suunnittelussa suuri painoarvo kohdistui lainsäädännön oikeanlaiselle tulkinnalle, joten säädöksiä sekä standardien tutkintaan kului suurin osa työn alkuvaiheesta. Tapio Siirilän ja Tuire Kerttulan koneturvallisuuskirjojen sisältämä asia oli todella arvokasta tietoa suunnittelun peruseräperiaatteiden hallinnassa (3; 4; 12). Heti suunnittelun alusta alkaen oli selvää, että standardeja on käytettävä apuna suunnittelun toteutuksessa.

Riskien arviointi toteutettiin jo kesällä 2013. Riskien arviointi on suunnittelun tärkein yksittäinen vaihe ja modernisointiprosessin liikkeelle paneva tekijä. Riskien arviointi oli vuorovaikutteinen tapahtuma, jossa arvioinnin vetäjän toimesta käytiin läpi telintestausaseman vaaratekijät ja sattuneet vaaratilanteet. Koneen käyttäjät olivat mukana toteuttamassa arviointia, ja heidän panoksensa arvioinnin toteutukseen ja turvallistamisen lopputulokseen oli ratkaiseva. Riskien arvioinnin aikana ja sen perusteella oli selvää, että hydraulikkaan kohdistuvat muutokset ovat välttämättömiä, jotta päästäisiin koneen turvallistamisessa halutulle turvallisuuden tasolle.

Työ lopputulokset vastaavat hyvin sille kohdistettuja vaatimuksia. Lisämuutosten jälkeen telintestausasema vastaa työturvallisuuslain ja käyttöasetuksen asettamia vaatimuksia koneiden turvallisuudelle. Turvallistaminen onnistui asiakkaan ja tekijän näkökulmasta hyvin. Turvallisuuteen liittyvän modernisoinnin toteuttamisesta ja siihen kuuluvista säädöksistä saatiin koottua kattava tietopaketti yrityksen käyttöön.

LÄHTEET

1. Konedirektiivin 2006/42/EY soveltamisopas (Euroopan komissio, yritys- ja teollisuustoiminta 2010).
2. A 12.6.2008/403. Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta.
3. Siirilä, Tapio 2008. Koneturvallisuus. EU- määräysten mukainen koneiden turvallisuus. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.
4. Siirilä, Tapio 2009. Koneturvallisuus. Ohjausjärjestelmät ja turvalaitteet. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.
5. Malm, Timo – Hämäläinen, Vesa 2006. VTT tiedotteita 2359. Turvallisuustietoinen koneiden ja tuotantolinjojen modernisointiprosessi. Espoo: VTT.
6. Apex Automation. 2011. Apex Automation Oy. Saatavissa: <http://www.apexautomation.fi/>. Hakupäivä 10.9.2014.
7. Säädös. 2014. Wikipedia. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Säädös>. Hakupäivä 18.8.2014
8. L.26.11.2004/1016. Laki eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta.
9. L 23.8.2002/738. Työturvallisuuslaki.
10. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY, 17.5.2006. Hakupäivä 8.7.2014, <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006L0042:FI:HTML>.
11. RiTa 1.7.2 – RiskiTarkastelu. Versio 1.7.2. Ohjelman käyttöohje.
12. Siirilä, Tapio – Kerttula, Tuire 2007. Koneturvallisuuden perusteet. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

13. SFS-EN ISO 13849-1. 2009. Koneturvallisuus. Turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmien osat. Osa 1: Yleiset suunnitteluperiaatteet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
14. Käsälä, Jouni. 2014. Riskitarkasteluraportti turvallistamisen jälkeen. Apex Automation Oy.

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Työn tiedot	Tekijä ¹	Tilaaaja ²
	Tuomas Järvelä, +358405445349, tuomas.jarvela@apexautomation.fi	
	Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot ³	
	Pasi Kiuru, +358405903323, pasi.kiuru@apexautomation.fi	
	Työn nimi ⁴	
	Koneturvallisuus hydraulismekaanisessa järjestelmässä	
	Työn kuvaus ⁵	
	Työssä käsitellään hydraulisiin ja mekaanisiin järjestelmiin liittyvien standardien ja asetusten vaatimuksia, sekä niiden soveltamista käytössä olevan hydraulisen laitteen turvallistamiseksi.	
Työn tavoitteet ⁶		
Työn tavoitteena on käytössä olevan hydraulisen puristimen kaltaisen laitteen turvallistaminen standardeja soveltaen käyttötarkoituksen muutoksen takia.		
Tavoiteaikataulut ⁷		
Työ aloitetaan 12.05.2014 Tulokset valmiina tilaajalla 12.09.2014 Raportti valmiina 12.09.2014		
Päiväys ja allekirjoitukset ⁸		
16.10.2014 Tekijän allekirjoitus Tuomas Järvelä	16.10.2014 Tilaaajan allekirjoitus Matti Pajukangas, Tj.	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite. 2. Työn teettävän yrityksen virallinen nimi. 3. Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta. 4. Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan. 5. Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat. 6. Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet. 7. Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun. Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa. 8. Lähtötietomuuisto päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilaajan yhdyshenkilö. 		

RITA RISKITARKASTELURAPORTTI																
Koneen turvallisuustarkastelu																
Tehdas:	Transtech Oy															
Toiminto:	Koneturvallisuus															
Alitoiminto:	Telin testauslaitteisto															
Kohde:	Kuormitusasema muutos															
Työnumero:	Tilaja: Transtech Oy															
Laitenumero:	Proj.nimi:															
Päiväys: 29.5.2013	Tarkastelun laatija: Järvelä Tuomas															
TURVALLISUUSTARKASTELUN LAATIJAT:																
Käyttö, Kunnossapito, Urakoitsija:	Suunnittelu, työterveyshuolto, työsuojelu, muu:															
Transtech Oy: Timo Kovalainen, kehityspäällikkö Jyrki Kilponen, laatuinsinööri Matti Piirainen, työnjohtaja Rauno Kyllönen, koneen pääkäyttäjä	Apex Automation Oy: Jouni Känslä, Sähkö- ja koneturvallisuuspalvelut Tuomas Järvelä, koneturvallisuusasiantuntija, aloitteleva															
Määrittely:																
Telin kasaus- ja testikuormituslinja Apex Telfest-1 sarja n.ro. :01-11-2009 valmistusvuosi 2009																
Tarkasteludokumenttien sijainti:																
P:\567_Koneturvallisuus_JKä1_Koneturvallisuus selvitykset\KTUR_2013\2_Transtech_muutos\Muistio_230513_TJÄ.doc																
VAARATEKIJÄLUETTELO:																
1	<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>Kuormitetun telin jousistoon varastoituneen energian hallitsematon vapautuminen (pomppaus).</p> <p>Käyttöenergian syötön katketessa: hätäseis toiminto, sähkökatko tai hydraulikan paineen hävitessä.</p> <table border="1"> <tr> <td>Riskin taso</td> <td>48</td> <td>merkittävä</td> </tr> <tr> <td>- Todennäköisyys</td> <td>2</td> <td>mahdollinen</td> </tr> <tr> <td>- Altistumisen taajuus</td> <td>4</td> <td>kerran tunnissa</td> </tr> <tr> <td>- Mahdolliset pahimmat seuraukset</td> <td>6</td> <td>raajan, silmän tai kuulon menetys</td> </tr> <tr> <td>- Altistujien määrä</td> <td>1</td> <td>tapaturma 1-2 hlöä</td> </tr> </table> <p>Turvallisuustoimenpide:</p> <p>Käyttöenergian syötön katketessa jousiavautuvat purkuventtiilit kahdennettuina jousivoimien hallittuun vapautamiseen. Erillinen turvalukitus kuormituspainimen paikalla pysymisen varmistamiseksi.</p>	Riskin taso	48	merkittävä	- Todennäköisyys	2	mahdollinen	- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa	- Mahdolliset pahimmat seuraukset	6	raajan, silmän tai kuulon menetys	- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä
Riskin taso	48	merkittävä														
- Todennäköisyys	2	mahdollinen														
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa														
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	6	raajan, silmän tai kuulon menetys														
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä														

	<p>Jäljelle jäävä riski: 2 olematon</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 0,1 melkein mahdoton - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 6 raajan, silmän tai kuulon menetys - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi</p> <p>Ohjeet ja koulutus</p>
	<p>Toteutus, vastuuhenkilö:</p> <p>Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o SIL-luokka:</p>
VAARATEKIJÄLUETTELO:	
2	<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>Kuormitetun telin jousistoon varastoituneen energian hallitsematon vapautuminen:</p> <p>Toisen kuormitus sylinterin rikkoutuessa</p> <p>Riskin taso 60 merkittävä</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 1 hyvin epätodennäköinen - Altistumisen taajuus 4 päivittäin - Mahdolliset pahimmat seuraukset 15 kuolema - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Turvallisuustoimenpide:</p> <p>Mekaaniset rakenteet suunniteltu kestäämään täydet kuormitusvoimat yhdellä sylinterillä. Erillinen turvalukitus kuormituspainimen paikalla pysymisen varmistamiseksi.</p> <p>Jäljelle jäävä riski: 6 olematon</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 0,1 melkein mahdoton - Altistumisen taajuus 4 päivittäin - Mahdolliset pahimmat seuraukset 15 kuolema - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi</p> <p>Ohjeet ja koulutus</p>
	<p>Toteutus, vastuuhenkilö:</p> <p>Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o SIL-luokka:</p>
VAARATEKIJÄLUETTELO:	
3	<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>Kuormitetun telin jousistoon varastoituneen energian hallitsematon vapautuminen tai laitteiston odottamattomat liikkeet ohjauksjärjestelmän vikaantuessa.</p>

<p>Riskin taso 24 siedettävä</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 1 hyvin epätodennäköinen - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 6 raajan, silmän tai kuulon menetys - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Turvallisuustoimenpide:</p> <p>Ohjausjärjestelmän suoritusaste PLr=d. Ohjausjärjestelmän vikaantuessa laite siirtyy turvalliseen tilaan vapauttamalla hydraulipaineet sylintereillä. Erillinen turvalukitus kuormituspainimen paikalla pysymisen varmistamiseksi.</p>
<p>Jäljelle jäävä riski: 2 olematon</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 0,1 melkein mahdoton - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 6 raajan, silmän tai kuulon menetys - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi</p> <p>Ohjeet ja koulutus</p>
<p>Toteutus, vastuuhenkilö:</p> <p>Turvallistaminen ohjausjärjestelmän avulla: <input type="checkbox"/> SIL-luokka:</p>

VAARATEKIJÄLUETTELO:

4	<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>Sormien puristuminen telin ja laitteiston väliin työnnettäessä teliä kiskoilla</p>
	<p>Riskin taso 24 siedettävä</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 1,5 epätodennäköinen - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 4 suuren luun murtuma, vaikea sairaus - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Turvallisuustoimenpide:</p> <p>Oikeat työskentelymenetelmät. Käyttökoulutus</p>
	<p>Jäljelle jäävä riski: 16 siedettävä</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 1 hyvin epätodennäköinen - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 4 suuren luun murtuma, vaikea sairaus - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi</p> <p>Ohjeet ja koulutus</p>

Toteutus, vastuuhenkilö:	
Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o	SIL-luokka:
VAARATEKIJÄLUETTELO:	
5	Vaaratekijä ja -tilanne Jalkojen puristuminen telin ja laitteiston väliin työnnettäessä teliä kiskoilla
	Riskin taso 24 siedettävä - Todennäköisyys 1,5 epätodennäköinen - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 4 suuren luun murtuma, vaikea sairaus - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä
	Turvallisuustoimenpide: Oikea työskentelytaso teliä siirrettäessä on lattia, jolloin ei ole puristumisvaaraa. Käyttökoulutus
	Jäljelle jäävä riski: 16 siedettävä - Todennäköisyys 1 hyvin epätodennäköinen - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 4 suuren luun murtuma, vaikea sairaus - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä
	Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi Ohjeet ja koulutus
Toteutus, vastuuhenkilö:	
Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o SIL-luokka:	
VAARATEKIJÄLUETTELO:	
6	Vaaratekijä ja -tilanne Sormien puristuminen telin yläpinnan ja kuormitus sylinterin väliin
	Riskin taso 8 siedettävä - Todennäköisyys 1 hyvin epätodennäköinen - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 2 pieni luun murtuma, pienehkö sairaus - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä
	Turvallisuustoimenpide: Laitteen hallinta turvallisella etäisyydellä, ei liikkeitä käyttäjän ollessa vaara-alueella: kuitaus liikkeelle operointipaikalta, äänimerkki koneen käynnistyessä, sylinterien liikkeet hyvin hitaita.

	<p>Jäljelle jäävä riski: 8 siedettävä</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 1 hyvin epätodennäköinen - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 2 pieni luun murtuna, pienehkö sairaus - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi</p> <p>Ohjeet ja koulutus</p>
	<p>Toteutus, vastuuhenkilö:</p> <p>Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: <input type="radio"/> SIL-luokka:</p>
VAARATEKIJÄLUETTELO:	
7	<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>Telin putoaminen kiskoilta</p>
	<p>Riskin taso 60 korkea</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 1 hyvin epätodennäköinen - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 15 kuolema - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Turvallisuustoimenpide:</p> <p>Telin putoaminen estetty kiskojen loppupäihin asennetuilla pysäyttimillä, kiskot asennettu vaakatasoon tahattoman vierimisen estämiseksi. Putoaminen sivulle estetty telin pyörien mallilla.</p>
	<p>Jäljelle jäävä riski: 6 siedettävä</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 0,1 melkein mahdoton - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 15 kuolema - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi</p> <p>Ohjeet ja koulutus</p>
	<p>Toteutus, vastuuhenkilö:</p> <p>Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: <input type="radio"/> SIL-luokka:</p>
VAARATEKIJÄLUETTELO:	
8	<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>Hydrauliikkun rikkoutumisesta johtuva vaarallinen korkeapainesuihku</p>

<p>Riskin taso 24 siedettävä</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 1 hyvin epätodennäköinen - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 6 raajan, silmän tai kuulon menetys - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Turvallisuustoimenpide:</p> <p>Ennakkohoito, kuntotarkastukset, letkujen suojaus mekaaniselta rasitukselta, letkuihin ympärille korkeapainesuihkun estävät lisäsuojaukset sylinterien ja suuntaventtiilien välille.</p>
<p>Jäljelle jäävä riski: 2 olematon</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 0,1 melkein mahdoton - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 6 raajan, silmän tai kuulon menetys - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi</p> <p>Ohjeet ja koulutus</p>
<p>Toteutus, vastuuhenkilö:</p> <p>Turvallistaminen ohjausjärjestelmän avulla: <input type="checkbox"/> SIL-luokka:</p>

VAARATEKIJÄLUETTELO:

9	<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>Testattavan telin vääränlainen asettelu kuormituspositioon</p>
	<p>Riskin taso 24 siedettävä</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 1,5 epätodennäköinen - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 4 suuren luun murtuma, vaikea sairaus - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Turvallisuustoimenpide:</p> <p>Kuormitusohjelma vaatii käyttäjän suorittamaa telin asettelun tarkistusta, kuitaus jatkamiselle turvallisella etäisyydellä. Vaatii vahinkohakuista toimintaa.</p>
	<p>Jäljelle jäävä riski: 2 olematon</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 0,1 melkein mahdoton - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 4 suuren luun murtuma, vaikea sairaus - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi</p> <p>Ohjeet ja koulutus</p>

Toteutus, vastuuhenkilö: Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o		SIL-luokka:	
VAARATEKIJÄLUETTELO:			
10	Vaaratekijä ja -tilanne Hydraulikoneikossa öljyvuoto joka liukastaa lattian, kaatumisvaara		
	Riskin taso - Todennäköisyys - Altistumisen taajuus - Mahdolliset pahimmat seuraukset - Altistujien määrä	20 2 5 2 1	siedettävä mahdollinen jatkuvasti pieni luun murtuna, pienehkö sairaus tapaturma 1-2 hlöä
	Turvallisuustoimenpide: Ennakkohuollot, siivous, hydraulikoneikon alla valuma-allas		
	Jäljelle jäävä riski: - Todennäköisyys - Altistumisen taajuus - Mahdolliset pahimmat seuraukset - Altistujien määrä	1 0,1 5 2 1	olematon melkein mahdollinen jatkuvasti pieni luun murtuna, pienehkö sairaus tapaturma 1-2 hlöä
Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi Ohjeet ja koulutus			
Toteutus, vastuuhenkilö: Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o		SIL-luokka:	
VAARATEKIJÄLUETTELO:			
11	Vaaratekijä ja -tilanne Asiattomien henkilöiden oleskelu laitteen toiminta-alueella		
	Riskin taso - Todennäköisyys - Altistumisen taajuus - Mahdolliset pahimmat seuraukset - Altistujien määrä	80 5 4 4 1	korkea voi sattua yhtä hyvin kuin jäädä tapahtumatta kerran tunnissa suuren luun murtuma, vaikea sairaus tapaturma 1-2 hlöä
	Turvallisuustoimenpide: Näkyvä ilmoitus kiinteillä keltaisella ja punaisella valolla laitteen toiminnan aikana sekä äänisummeri käynnistyksen aikana. Asiattomilta pääsy kielletty laitteen vaara-alueelle käytön aikana.		

	<p>Jäljelle jäävä riski: 16</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 1 siedettävä - Altistumisen taajuus 4 hyvin epätodennäköinen - Mahdolliset pahimmat seuraukset 4 kerran tunnissa - Altistujien määrä 1 suuren luun murtuma, vaikea sairaus tapaturma 1-2 hlöä <p>Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi</p> <p>Ohjeet ja koulutus</p>
	<p>Toteutus, vastuuhenkilö:</p> <p>Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o SIL-luokka:</p>
VAARATEKIJÄLUETTELO:	
12	<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>Erottaminen ja energian purkaminen</p>
	<p>Riskin taso 75 korkea</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 2 mahdollinen - Altistumisen taajuus 2,5 päivittäin - Mahdolliset pahimmat seuraukset 15 kuolema - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Turvallisuustoimenpide:</p> <p>Laitteen ohjauskeskuksessa pääkytkin joka poistaa sekä sähköiset että hydrauliset energiat. Hydraulinenenergia purkautuvat jousiavautuvien purkuventtiilien kautta. Erillinen turvalukitus kuormituspainimen paikalla pysymisen varmistamiseksi.</p>
	<p>Jäljelle jäävä riski: 4 olematon</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 0,1 melkein mahdoton - Altistumisen taajuus 2,5 päivittäin - Mahdolliset pahimmat seuraukset 15 kuolema - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi</p> <p>Ohjeet ja koulutus</p>
	<p>Toteutus, vastuuhenkilö:</p> <p>Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o SIL-luokka:</p>
VAARATEKIJÄLUETTELO:	
13	<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>Hydraulilaitteiden maksimipaineen odottamaton ylittäminen</p>

<p>Riskin taso 24 siedettävä</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 1 hyvin epätodennäköinen - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 6 raajan, silmän tai kuulon menetys - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Turvallisuustoimenpide: Hydraulipaineet rajoitettu kiinteillä paineenrajoitusventtiileillä(210bar)</p>
<p>Jäljelle jäävä riski: 2 olematon</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 0,1 melkein mahdoton - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 6 raajan, silmän tai kuulon menetys - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi Huolto, laitteiston tarkastukset</p>
<p>Toteutus, vastuuhenkilö:</p> <p>Turvallistaminen ohjausjärjestelmän avulla: 0 SIL-luokka:</p>

VAARATEKIJÄLUETTELO:

14	<p>Vaaratekijä ja -tilanne Energiansyötön vaihtelut, katkokset ja uudelleen kytkeytyminen</p>
	<p>Riskin taso 48 merkittävä</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 2 mahdollinen - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 6 raajan, silmän tai kuulon menetys - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Turvallisuustoimenpide: Laitteisto ei käynnisty itsestään sähkökatkon jälkeen. HS-piiri vaatii kuittauksen sähkökatkon jälkeen. Käynnistyshälytys (summeri) käynnistytksen yhteydessä. Erillinen turvalukitus kuormituspainimen paikalla pysymisen varmistamiseksi.</p>
	<p>Jäljelle jäävä riski: 2 olematon</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 0,1 melkein mahdoton - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 6 raajan, silmän tai kuulon menetys - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi Ohjeet ja koulutus</p>

Toteutus, vastuuhenkilö: Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o		SIL-luokka:
VAARATEKIJÄLUETTELO:		
15	Vaaratekijä ja -tilanne Sähkö: Henkilöiden kosketuksesta jännitteisiin osiin (suora kosketus) Henkilöiden kosketuksesta vian seurauksena jännitteisiksi tullessiin osiin (epäsuora kosketus)	
	Riskin taso	38 merkittävä
	- Todennäköisyys	1 hyvin epätodennäköinen
	- Alistumisen taajuus	2,5 päivittäin
	- Mahdolliset pahimmat seuraukset	15 kuolema
- Alistujien määrä	1 tapaturma 1-2 hlöä	
Turvallisuustoimenpide: Sähköiset osat koteloitu IP5X koteloiduilla, jännitteisiä osia sisältävien koteloiden avaaminen mahdollista vain työkalulla. Kaikki jännitteiset osat kosketussuojattuina. Sähköä johtavat laitteiston osat suojamaadoitettuja.		
Jäljelle jäävä riski:		4 olematon
- Todennäköisyys	0,1	melkein mahdoton
- Alistumisen taajuus	2,5	päivittäin
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	15	kuolema
- Alistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä
Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi Ohjeet ja koulutus		
Toteutus, vastuuhenkilö: Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o		SIL-luokka:

SISTEMA - Ohjelmistotyökalu konesovellusten turvallisuuden eheyden arviointiin

Projektin nimi: Transtech, telintestauslaitteen turvallistaminen

Tiedoston päiväys: 21.8.2014 Raportin päiväys: 21.8.2014 Tarkistussumma: 4b59b72b225b24255c541296bff1847e

PR Projektin nimi: Transtech, telintestauslaitteen turvallistaminen

Tekijä:	apextuja
Vaarallinen kohta/kone:	Koneen liikkeet ja energiat
Dokumentaatio:	Riskitarkastelun perusteella saatujen riskien vähentäminen tai poistaminen.
Dokumentti:	
Tiedoston nimi:	X:\TUOTANTO\Projektit (uusi hakemistorakenne)\Transtech Oy\Turvallistaminen ja siirto (2014)\09 TLJ-dokumentaatio\2014 turvallistaminen\Sistema laskennat\Transtech, telintestauslaitteen turvallistaminen.ssm
Ohjelmiston versio:	1.1.6
Standardin versio:	ISO 13849-1:2006, ISO 13849-1/Cor1:2009, EN ISO 13849-1:2006, EN ISO 13849-1:2008
Tarkistussumma:	4b59b72b225b24255c541296bff1847e
Asetukset:	<input checked="" type="checkbox"/> Käytä DC:n väliarvoja PFH:n laskentaan (tarkempi). <input checked="" type="checkbox"/> Nosta MTTFd-arvon yläraja 100 vuodesta 2500 vuoteen luokassa 4
Tila:	vihreä
Huomautus:	Tähän projektiin (tai siihen kuuluviin peruselementteihin) ei ole merkitty yhtään varoitusta.

Tähän kuuluvat turvatoiminnot

SF Nimi: Hätäseispysäytys hydraulikkaventtiilit			
Vaadittu: PLr d	Saavutettu: PL d	PFH [1/h]: 1,47E-7	Tila: vihreä
SF Nimi: Hätäseispysäytys moottori			
Vaadittu: PLr d	Saavutettu: PL d	PFH [1/h]: 1,99E-7	Tila: vihreä
SF Nimi: Jännitekatko pysäytys hydraulikkaventtiilit			
Vaadittu: PLr c	Saavutettu: PL c	PFH [1/h]: 1,25E-6	Tila: vihreä
SF Nimi: Jännitekatko pysäytys moottori			
Vaadittu: PLr c	Saavutettu: PL c	PFH [1/h]: 1,3E-6	Tila: vihreä

SISTEMA - Ohjelmistotyökalu konesovellusten turvallisuuden eheyden arviointiin



Projektin nimi: Transtech, telintestauslaitteen turvallistaminen

Tiedoston päiväys: 21.8.2014 Raportin päiväys: 21.8.2014 Tarkistussumma: 4b59b72b225b24255c541296bff1847e

VASTUUVAPAUSLAUSEKE

Ohjelmiston tuotannossa on huolehdittu, että se on tehty nykytekniikan tason mukaisesti. Ohjelmisto on tarkoitettu käyttöönotettavaksi korvauksetta.

Ohjelmiston käyttö tapahtuu käyttäjän omalla riskillä. Lainsäädännön antamissa rajoissa ei hyväksytä mitään lakiin perustuvaa vastuuta ohjelmistosta. Erityisesti mitään vastuuta ei hyväksytä aineellisista tai oikeudellisista virheistä, joko ohjelmistossa tai siihen liittyvässä dokumentaatiossa ja muissa tiedoissa sekä erityisesti niiden oikeellisuudesta, virheettömyydestä, kolmansien osapuolten omistusoikeuksista ja tekijänoikeuksista, ajan tasalla pysymisestä, täydellisyydestä ja/tai käyttötarkoitukseen soveltuvuudesta lukuun ottamatta tahallista vahingoittamisen tarkoitusta.

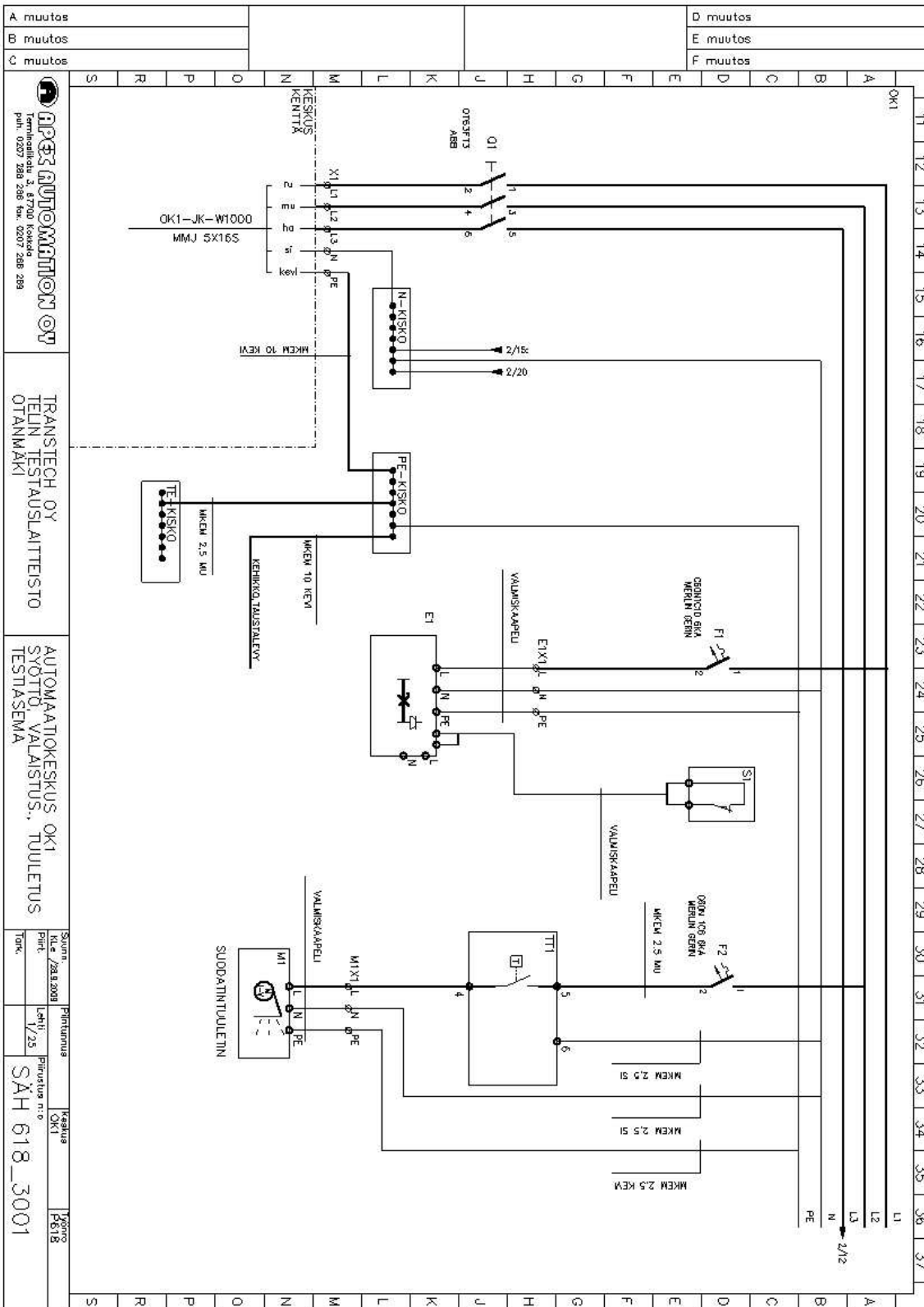
IFA sitoutuu pitämään verkkosivut vapaina viruksista, mutta kuitenkin ei voida varamistaa, että ohjelmisto ja sen mukana toimitettavat tiedot olisivat viruksista vapaita. Tämän vuoksi käyttäjää suositellaan ryhtymään sopiviin tietoturvan toimenpiteisiin ja käyttämään virustutkaa ennen ohjelmiston, dokumentaation ja muiden tietojen lataamista.

YHTEYS

Saksan sosiaalisen tapaturmavakuutuksen työterveyden ja työturvallisuuden laitos (IFA)
(Institute for Occupational Health and Safety of German Social Accident Insurance (IFA))
Osasto 5 (Tapaturmien ehkäisy/työturvallisuus)
Osoite: Alte Heerstr. 111, 53754 Sankt Augustin
Sähköposti: sistema@dguv.de
Verkkosivu: www.dguv.de/ifa (Webcode e20543)

Tarkastajan päivämäärä, allekirjoitus

Tekijän päivämäärä, allekirjoitus



A muutos
B muutos
C muutos

D muutos
E muutos
F muutos

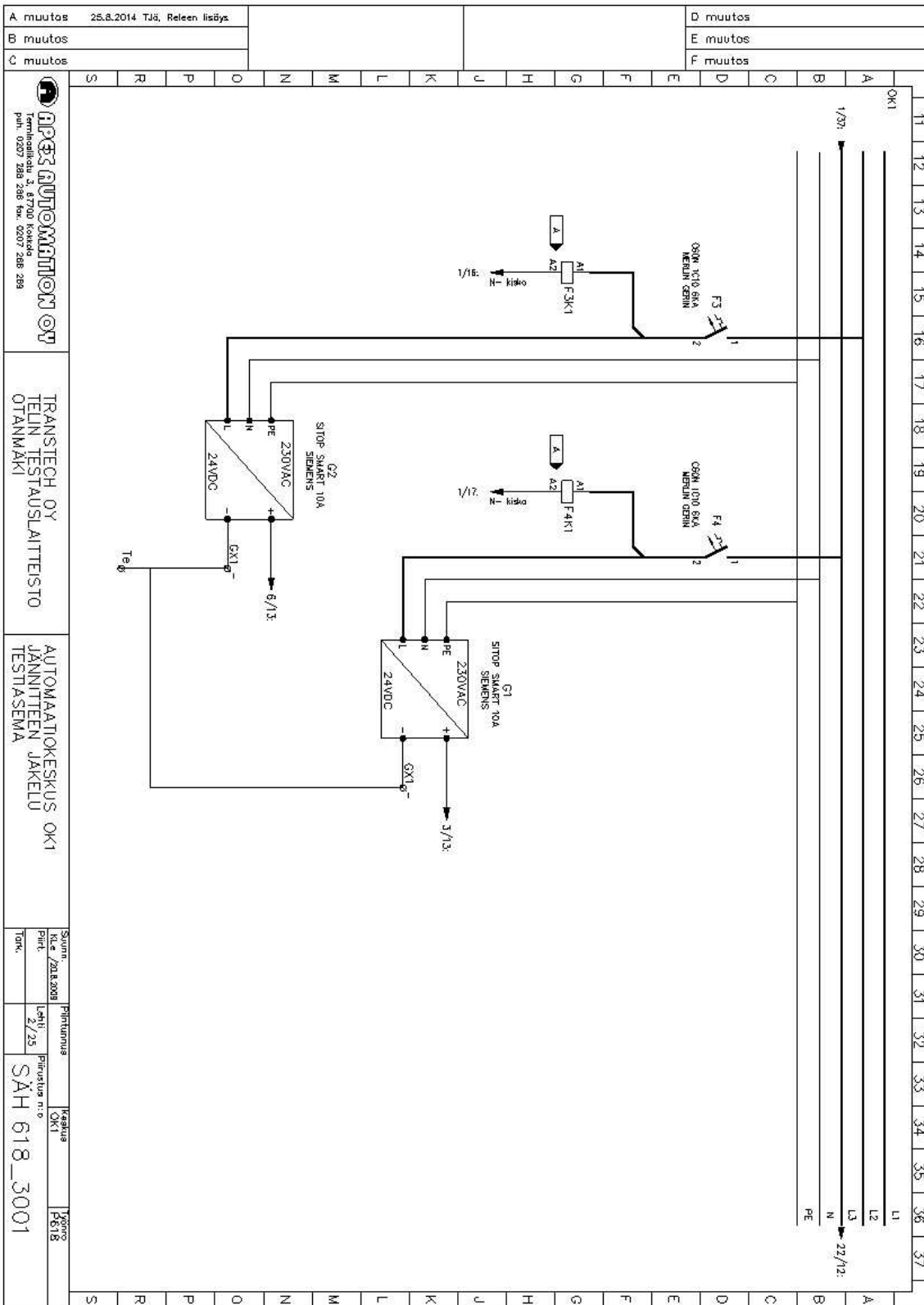
S	R	P	O	N	M	L	K	J	H	G	F	E	D	C	B	A	OK1
																	11
																	12
																	13
																	14
																	15
																	16
																	17
																	18
																	19
																	20
																	21
																	22
																	23
																	24
																	25
																	26
																	27
																	28
																	29
																	30
																	31
																	32
																	33
																	34
																	35
																	36
																	37

APES AUTOMATION OY
Teräshallitua 3, 67000 Kouvola
puh. 0207 286 286 fax. 0207 286 289

TRANSTECH OY
TELIN TESTAUSLAITTEISTO
OTANKAKI

AUTOMAATIOKESKUS OK1
SÄÄTTÖ VALAISTUS, TUULETUS
TESTIASEMA

Suunn.	PIIRITUNNUS	Kaasu	Yöno
Kl.e / 28.8.2008		OK1	P618
Piir.	Lehti / 25	Piirustus n:o	
Tark.		SÄH 618_3001	



APRIL AUTOMATION OY
 Teräshäkkä 3, 67700 Kokkola
 puh. 0207 286 286 fax. 0207 286 289

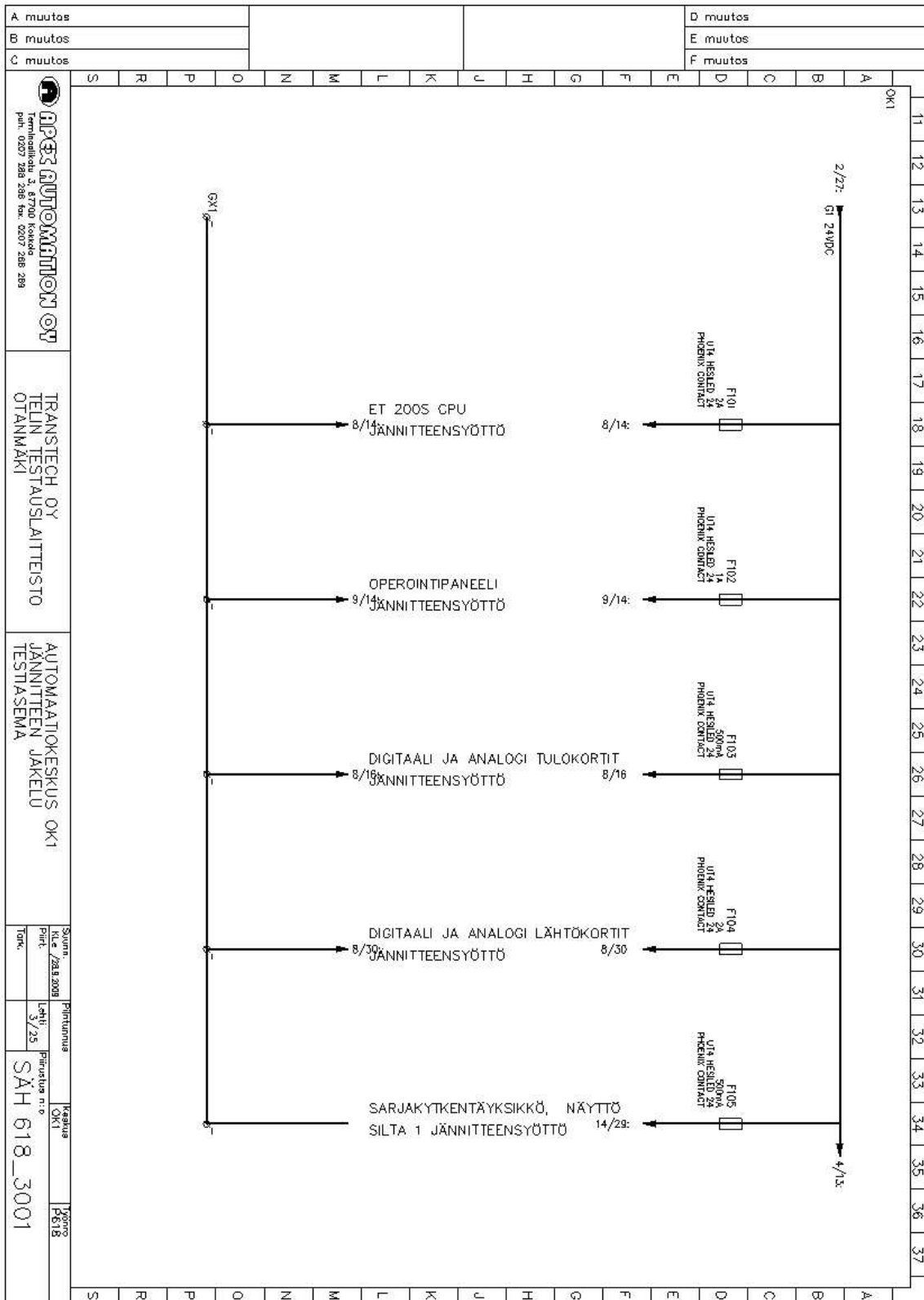
TRANSTECH OY
 TELINTESTAUSLAITTEISTO
 OTANMAKI

AUTOMAATIOKESKUS OKI
 JÄNNITTEEN JAKELU
 TESTIASEMA

Sivun nro. 728.2008
 Pöytä nro. 2/25

Projekti nro. SAH 618_3001

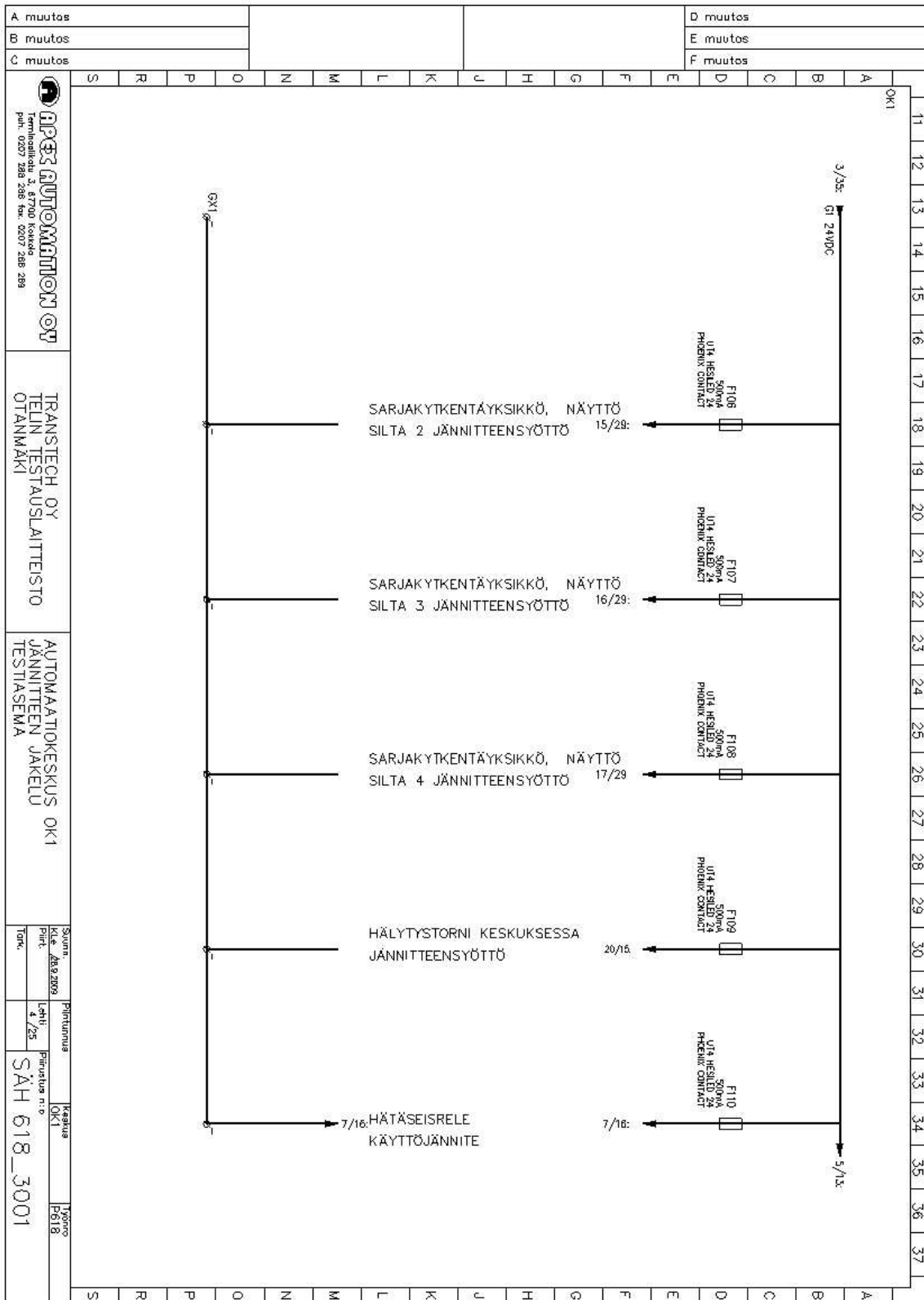
Yhteys P618

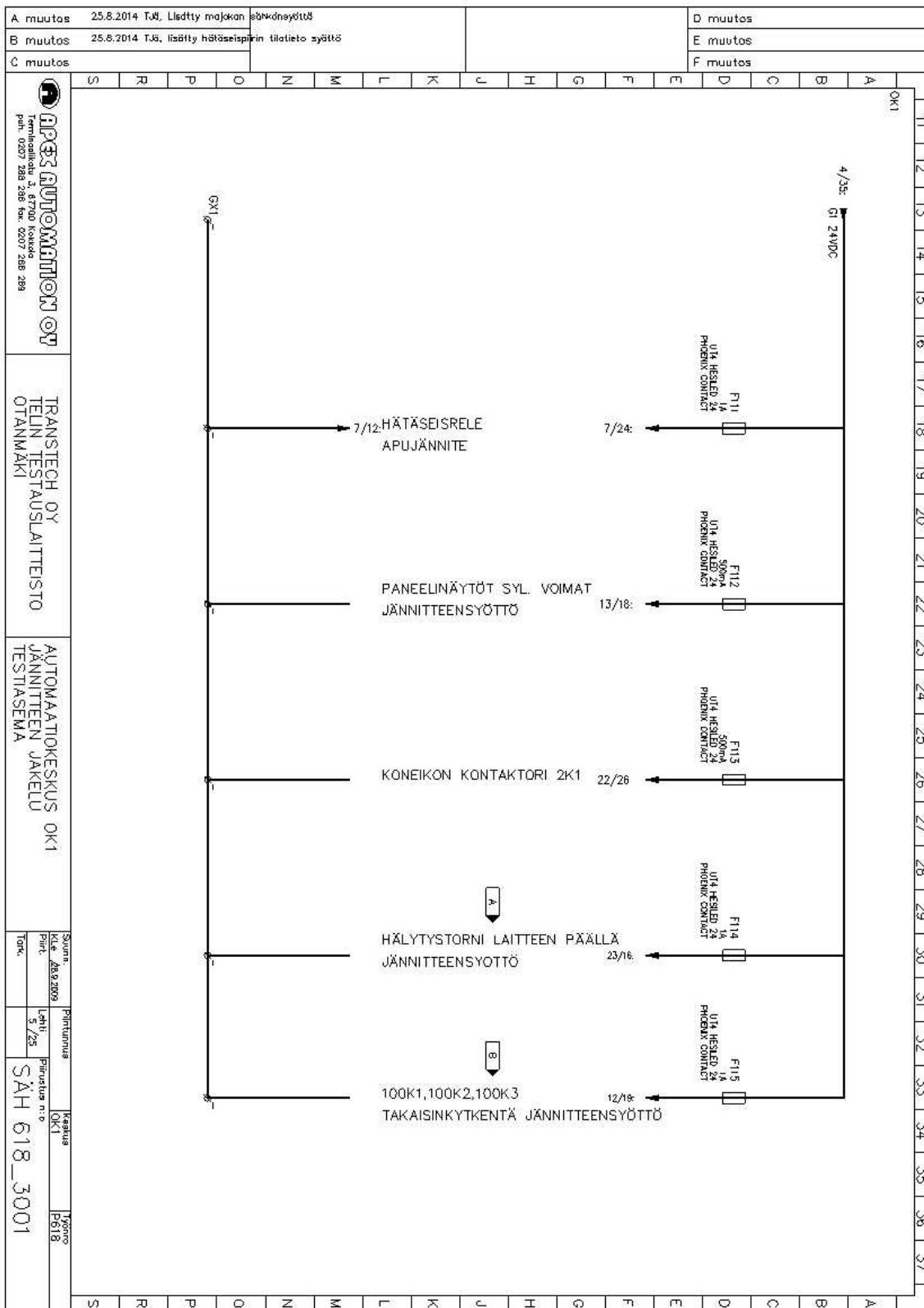


TRANSTECH OY
TELIN TESTAUSLAITTEISTO
ÖTÄNMAKI

AUTOMAATIOKESKUS OK1
JÄNNITTEEN JAKELU
TESTIASEMA

Sisänt.	Pöytänumero	Keskus	Loppu
Kl. 7/28.9.2008	Lehti 3/25	OK1	PE18
Tark.			SÄH 618_3001





APRIL AUTOMATION OY
 Teräshallitusta 3, 67700 Kaivola
 puh. 0207 286 286 fax. 0207 286 289

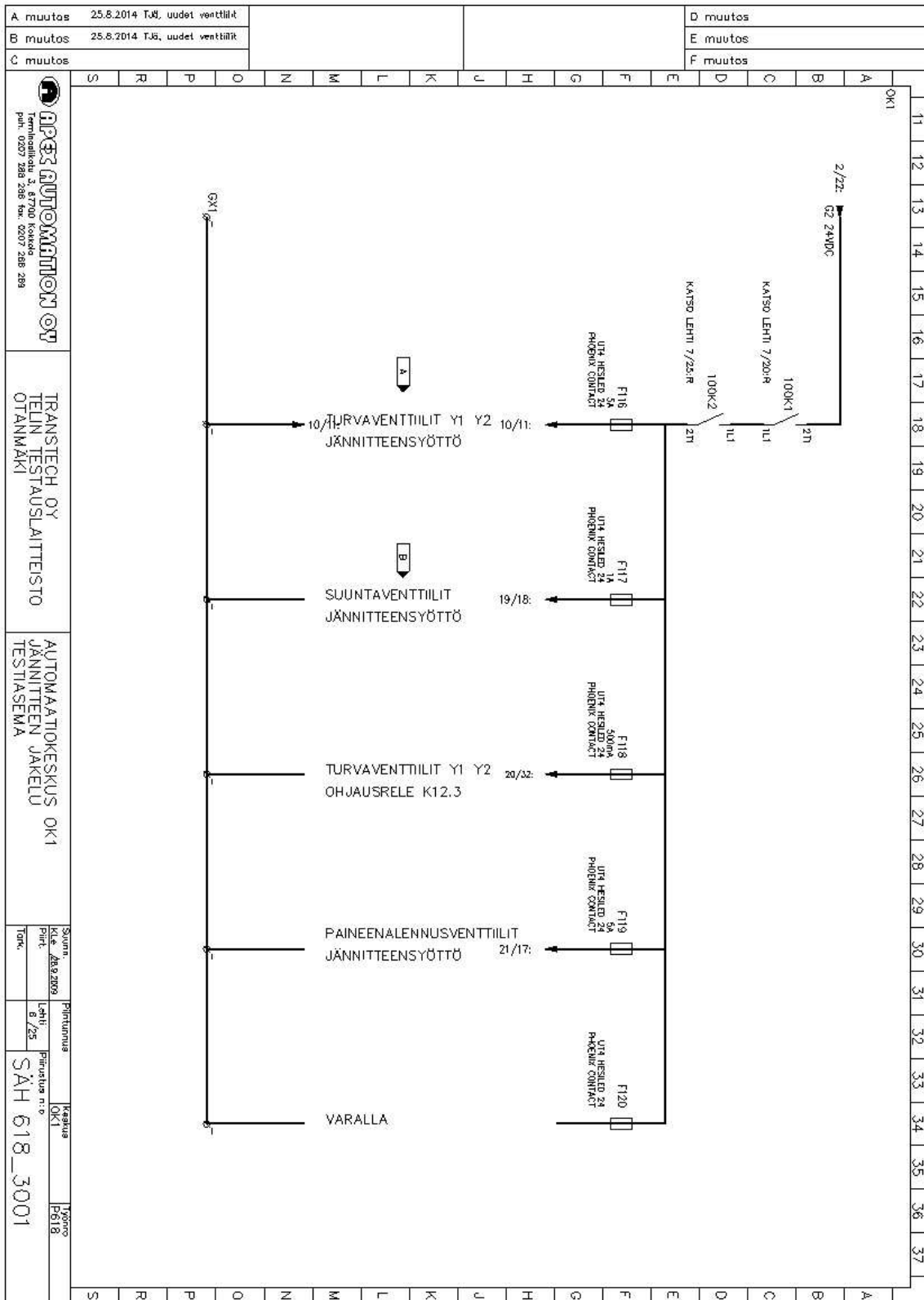
TRANSTECH OY
 TELIN TESTAUSLAITTEISTO
 OTANMÄKI

AUTOMAATIOKESKUS OK1
 JÄNNITTEEN JAKELU
 TESTIASEMA

Sivun...
 KALE 28.9.2009
 Pöytä...
 Tark.

Pöytä...
 5/25

Kaasu...
 OK1
 Yöno...
 P618
SÄH 618_3001



APRIL AUTOMATION OY
 Tehtäväkatie 3, 67100 Kaivola
 puh. 0207 286 286 fax. 0207 286 289

TRANS TECH OY
 TELIN TESTAUSLAITTEISTO
 OTANMÄKI

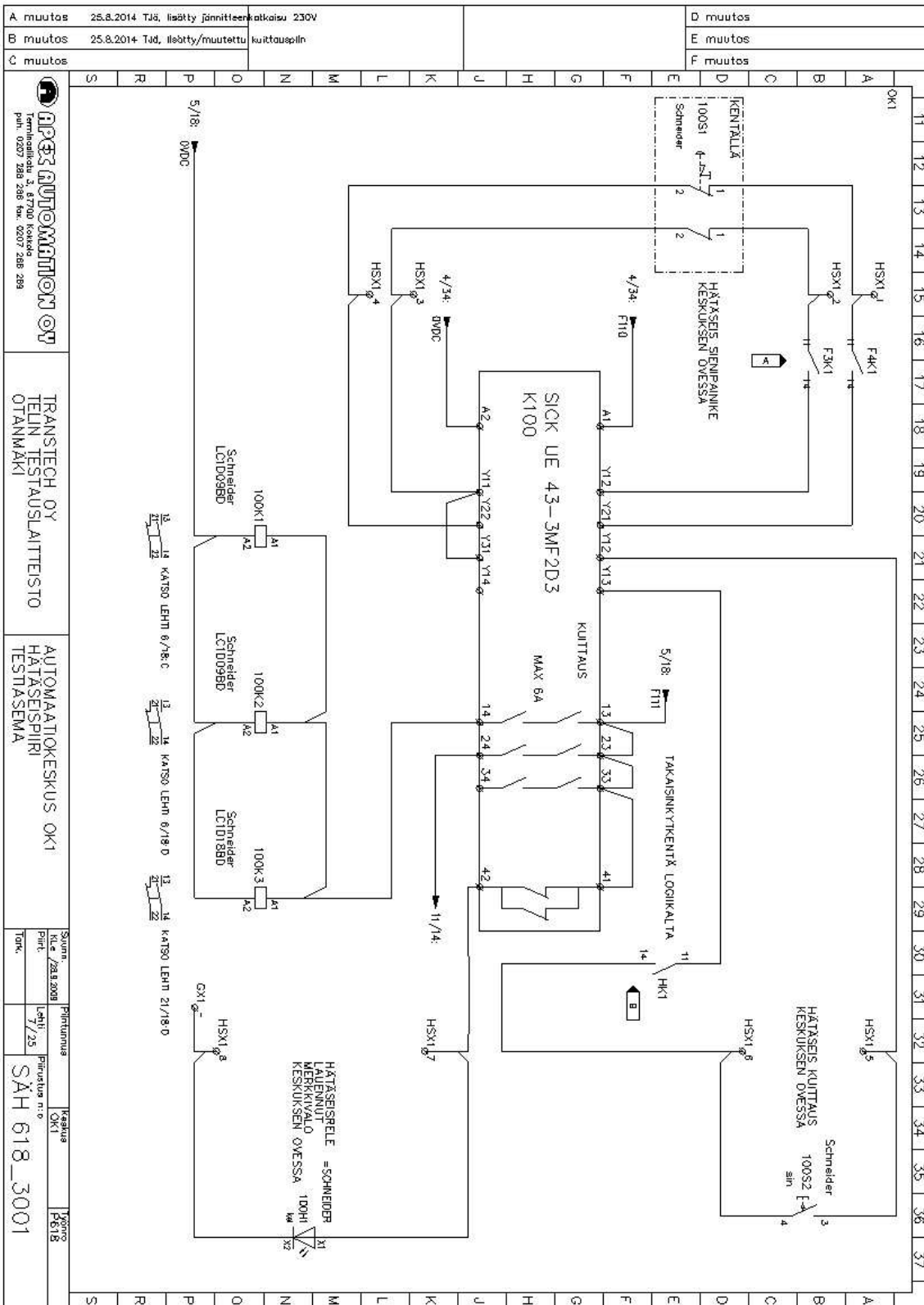
AUTOMAATIOKESKUS OK1
 JÄNNITTEEN JÄKELU
 TESTIASEMA

Sivun...
 Kite...
 Pöytä...
 Tark.

Piirinumero
 Lohi...
 B/25

Kaasu...
 OK1
 Piirinumero n:o
 SÄH 618_3001

Yhteys...
 P618



A muutos	25.8.2014 TjS, lisäty jännitteenkatkaisu 230V
B muutos	25.8.2014 Tjd, lisäty/muutettu kuittauspiln
C muutos	

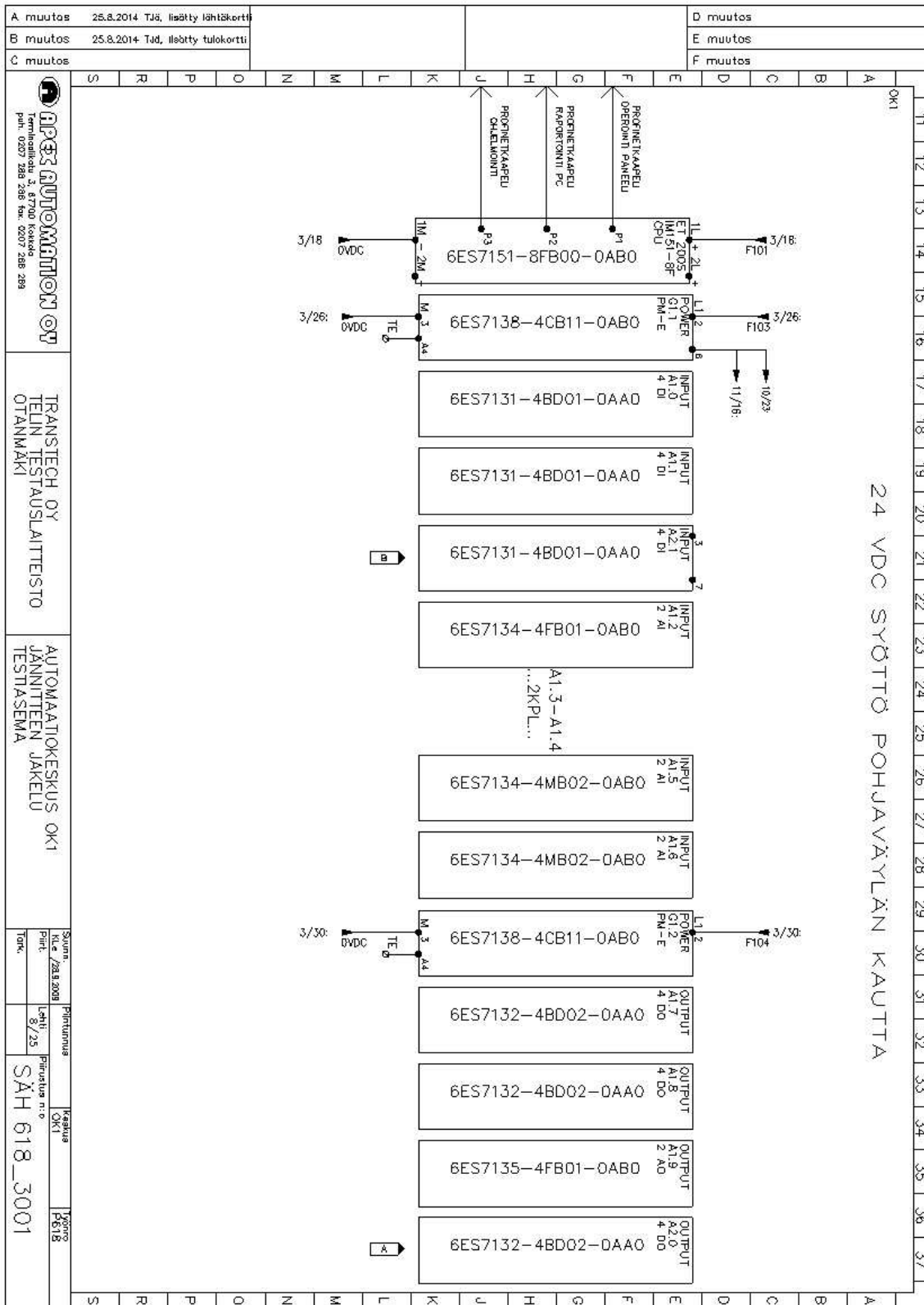
D muutos	
E muutos	
F muutos	



TRANSTECH OY
 TELIN TESTAUSLAITTEISTO
 OTANMÄKI

AUTOMAATIOKESKUS OKI
 HÄTÄSEISPIIRI
 TESTIASEMA

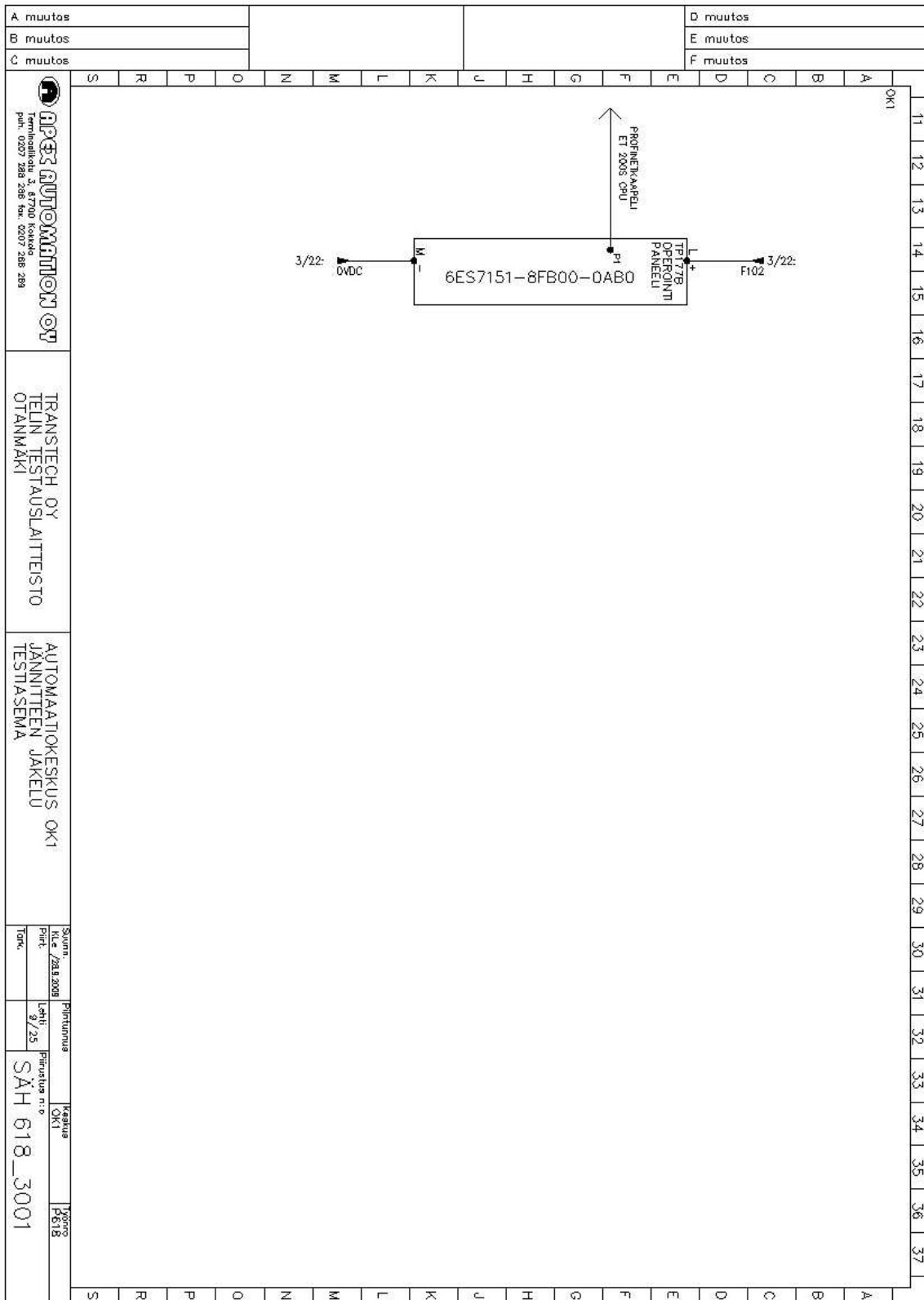
Sivun nro.	728.9.2008	Pitkinuus	
Piiritt.	7/25	Projekti n:o	OKI
Tark.		Yhteys	SAH 618_3001

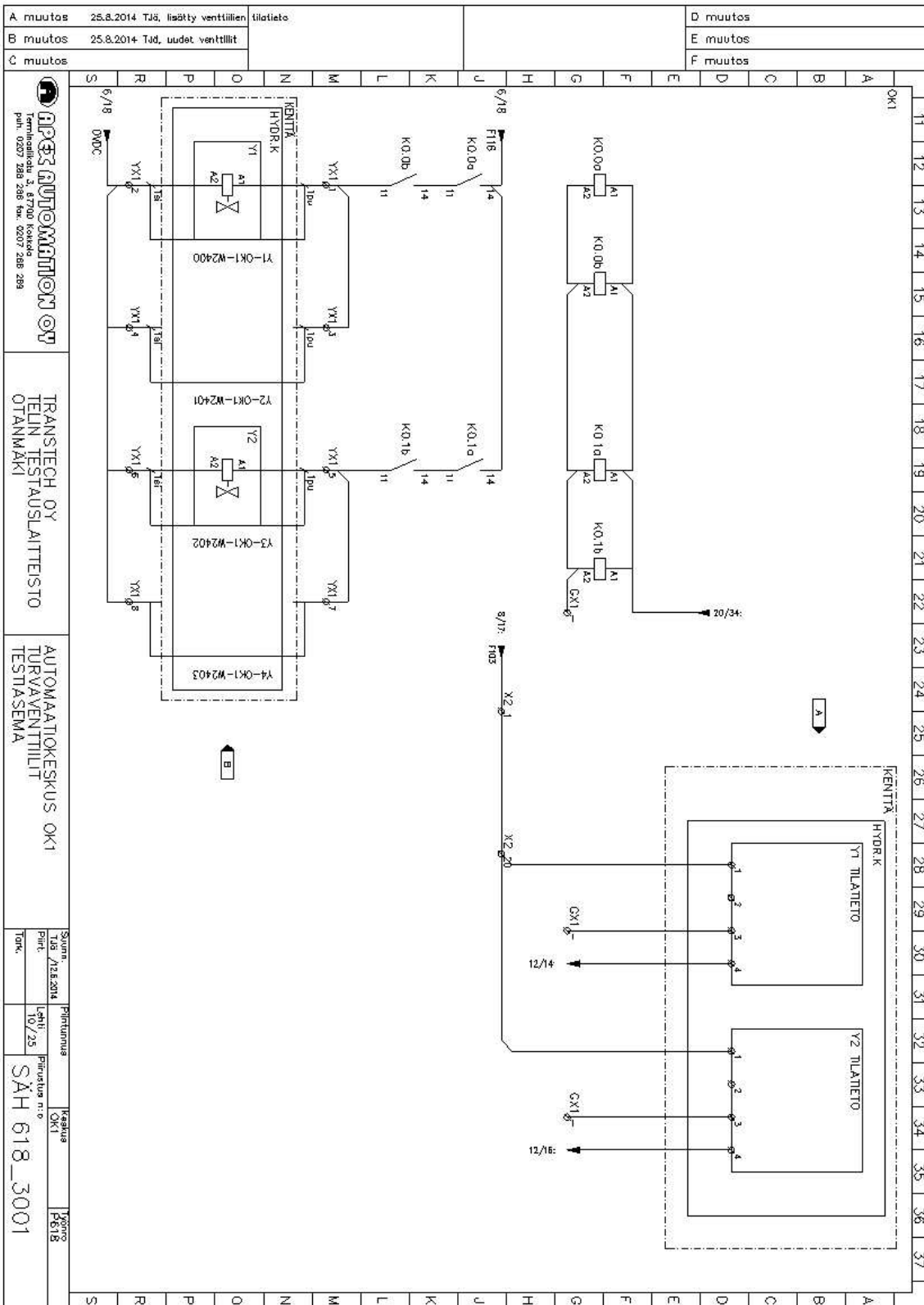


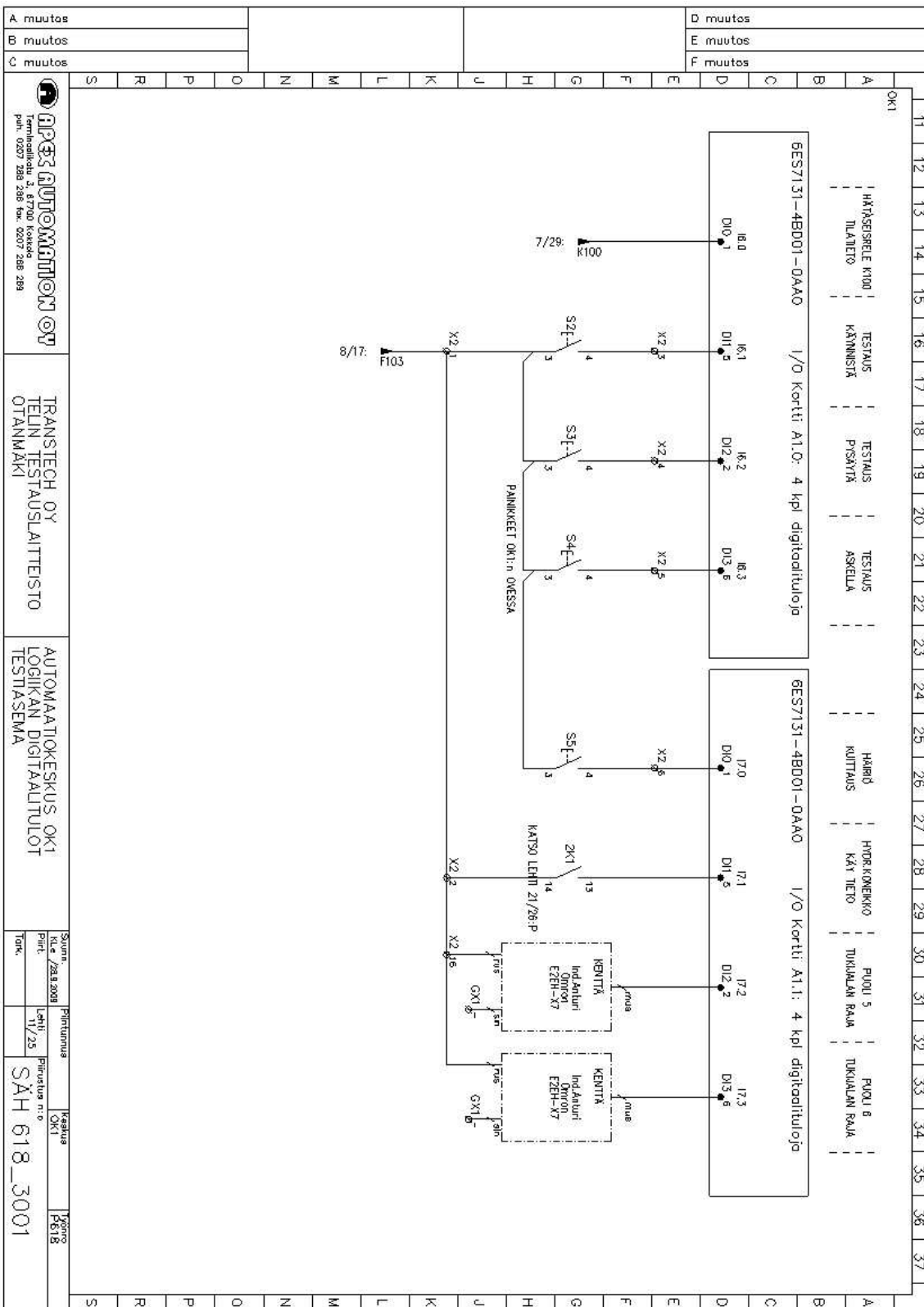
TRANSTECH OY
TELINTESTAUSLAITTEISTO
OTANMÄKI

AUTOMAATIOKESKUS OK1
JÄNNITTEEN JAKELU
TESTIASEMA

Sivun nro.	78/8208	Puhutunnus	OK1
Piir. nro.	81/25	Projekti nro.	OK1
Tark.		SÄH 618_3001	PL 618







A	muutos
B	muutos
C	muutos

D	muutos
E	muutos
F	muutos

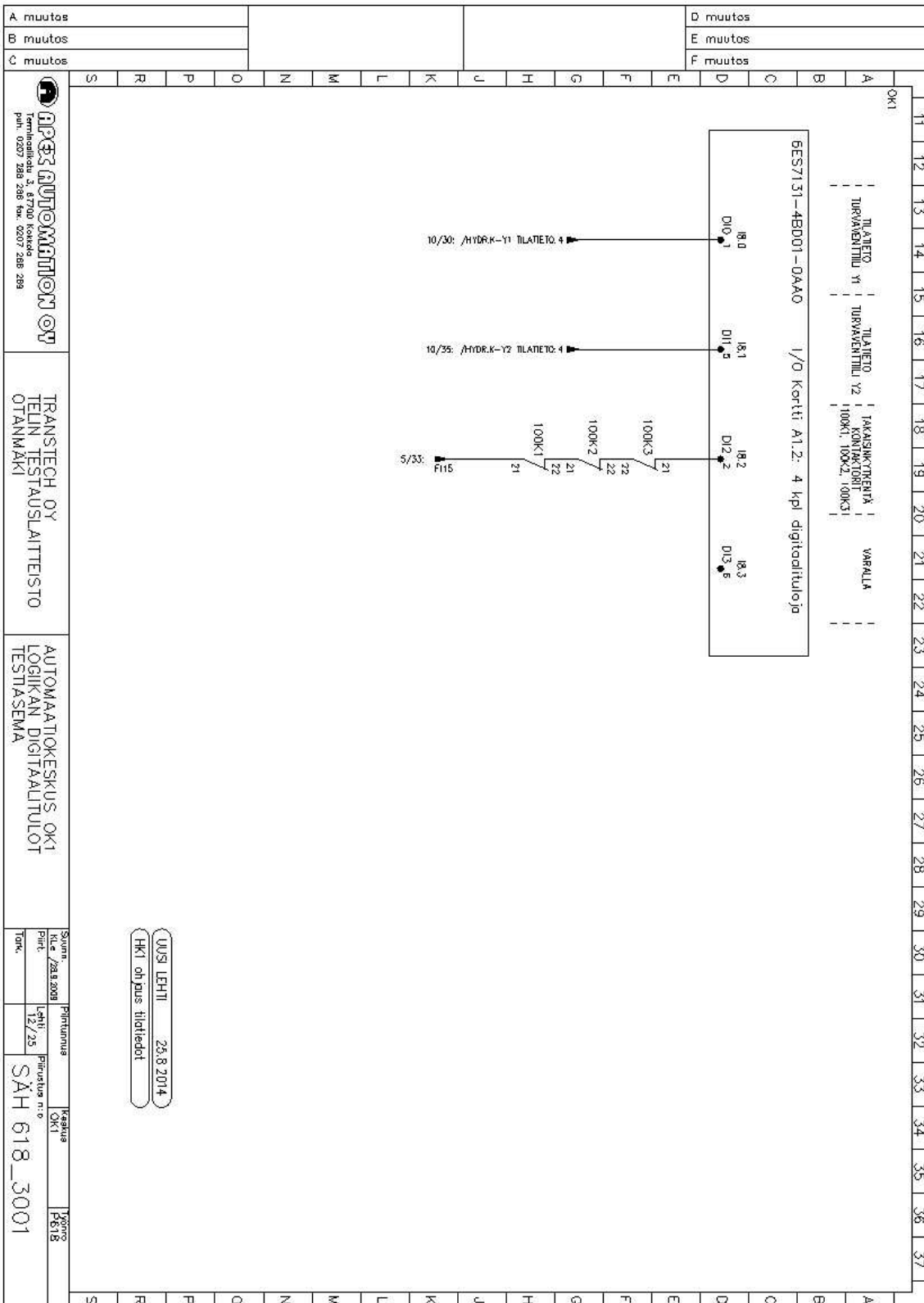
OK1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
A			HÄTÄSEURE K100 TILALIELO			TESTAUS KÄNNISTÄ			TESTAUS PYSÄYTÄ			TESTAUS ASKELLA															
B			6ES7131-4BD01-0AA0 I/O kortti A1.0: 4 kpl digitaaliulojo												6ES7131-4BD01-0AA0 I/O kortti A1.1: 4 kpl digitaaliulojo												
D			DI0_1		DI1_5		DI2_2		DI3_6		DI0_1		DI1_5		DI2_2		DI3_6		DI1_5		DI2_2		DI3_6				
E			7/29: K100		X2_3		X2_4		X2_5		X2_6		X2_7		X2_8		X2_9		2K1		X2_2		X2_15				
F					SZ1_3		SZ2_4		SZ3_5		SZ4_6		SZ5_7														
G																											
H																											
J																											
K																											
L																											
M																											
N																											
O																											
P																											
R																											
S																											



TRANSTECH OY
TELIN TESTAUSLAITTEISTO
OTANMÄKI

AUTOMAATIOKESKUS OK1
LOGIIKAN DIGITAALITULOT
TESTIASIEMÄ

Sisäin.	728.9.2008	Pitkinuus		Kesäin	OK1	Yöntö	PE18
Piirit		Lehti	11/25	Projekti n:o			
Tark.				SÄH	618_3001		



APRIL AUTOMATION OY
 Terminaalikaikku 3, 67700 Kaivako
 puh. 0207 286 286 fax. 0207 286 289

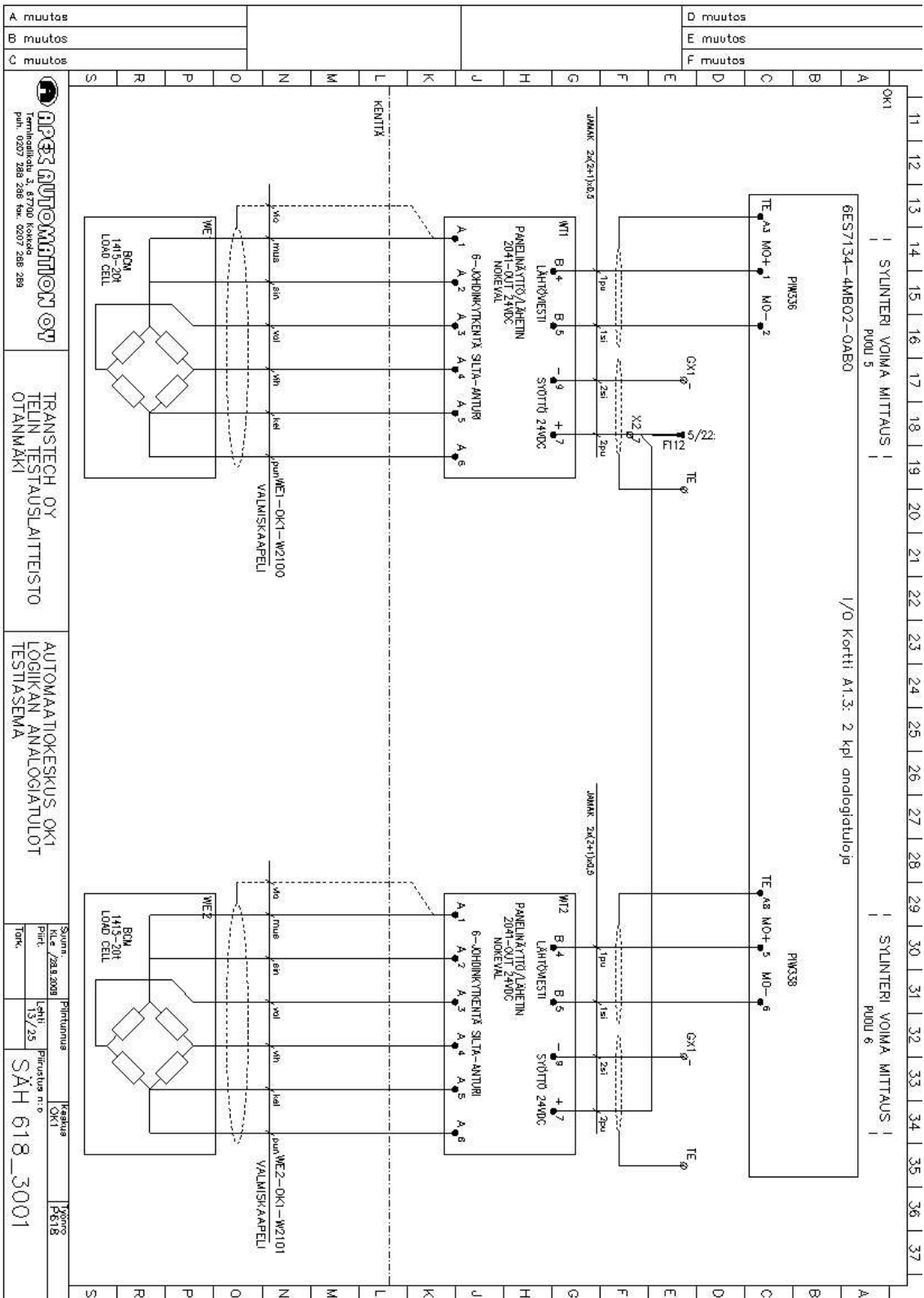
TRANS TECH OY
 TELIN TESTAUSLAITTEISTO
 OTANMÄKI

AUTOMAATIKA OY
 LOGIIKAN DIGITAALITULOT
 TESTIASIEMÄ

Suunn.	Pihlunmaa	Keskus	Loppo
Klke 7/28.9.2008	Lehti	OK1	PE18
Pöytä	12/25	Projekti n:o	
Tark.		SÄH	618_3001

UUSI LEHTI 25.8.2014

HKI ohjauksen tiedot



A muutos
B muutos
C muutos

D muutos
E muutos
F muutos

OK1 | SYLINTERI VOIMA MITTAUS | PUU 5

I/O Kortti A1.3: 2 kpl analogituloleja

OK2 | SYLINTERI VOIMA MITTAUS | PUU 6



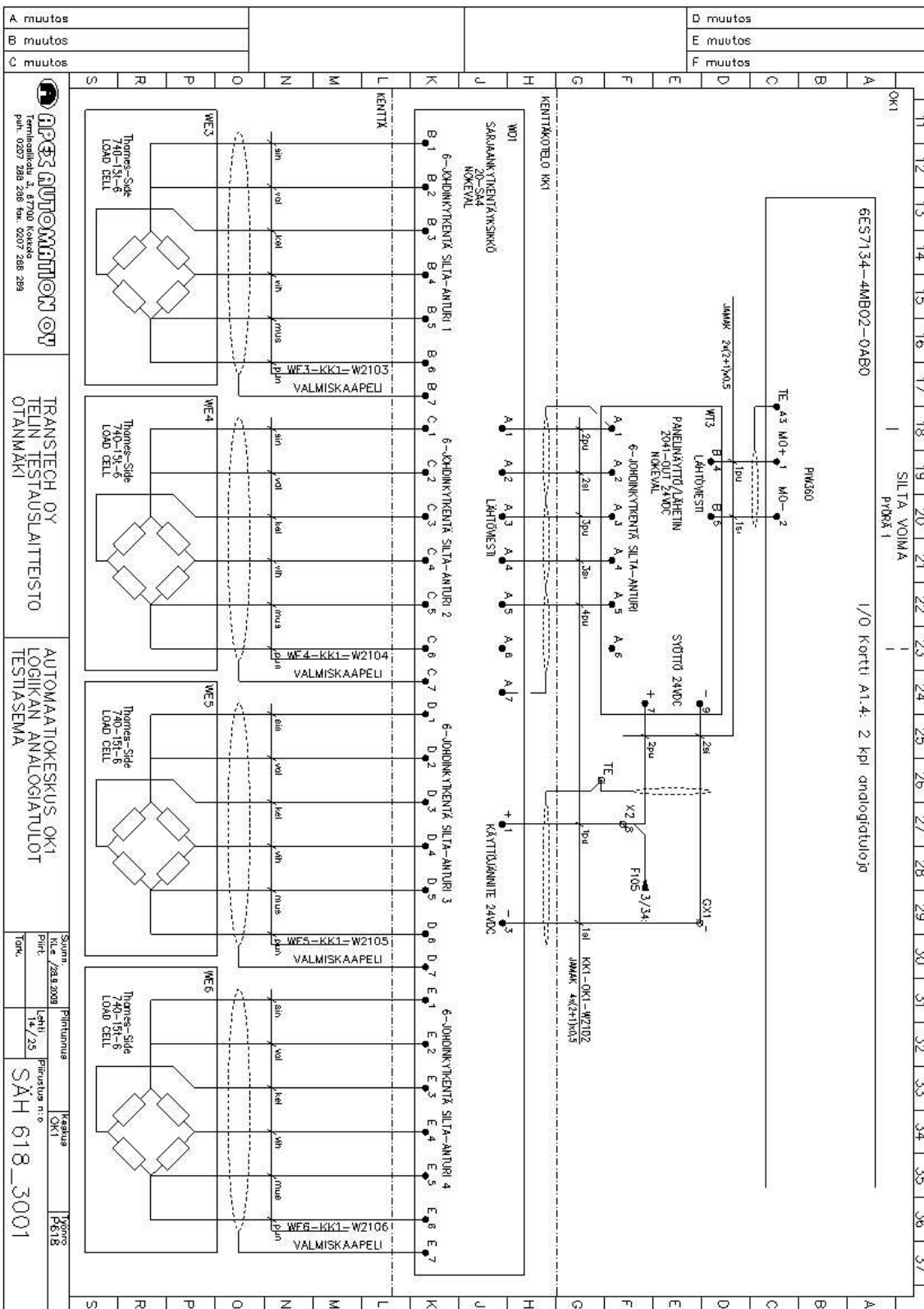
Terminaalikaikot 3, 67700 Kouvola
puh. 0207 286 286 fax. 0207 286 289

TRANSTECH OY
TELINTESTAUSLAITTEISTO
OTANMÄKI

AUTOMAATIOKESKUS OK1
LOGIIKAN ANALOGIATULOT
TESTIASIEMMA

Sivun nro. 28/208
Pöytä nro. 13/25

OK1
OK2
P618
SÄH 618_3001



A muutos
B muutos
C muutos

D muutos
E muutos
F muutos

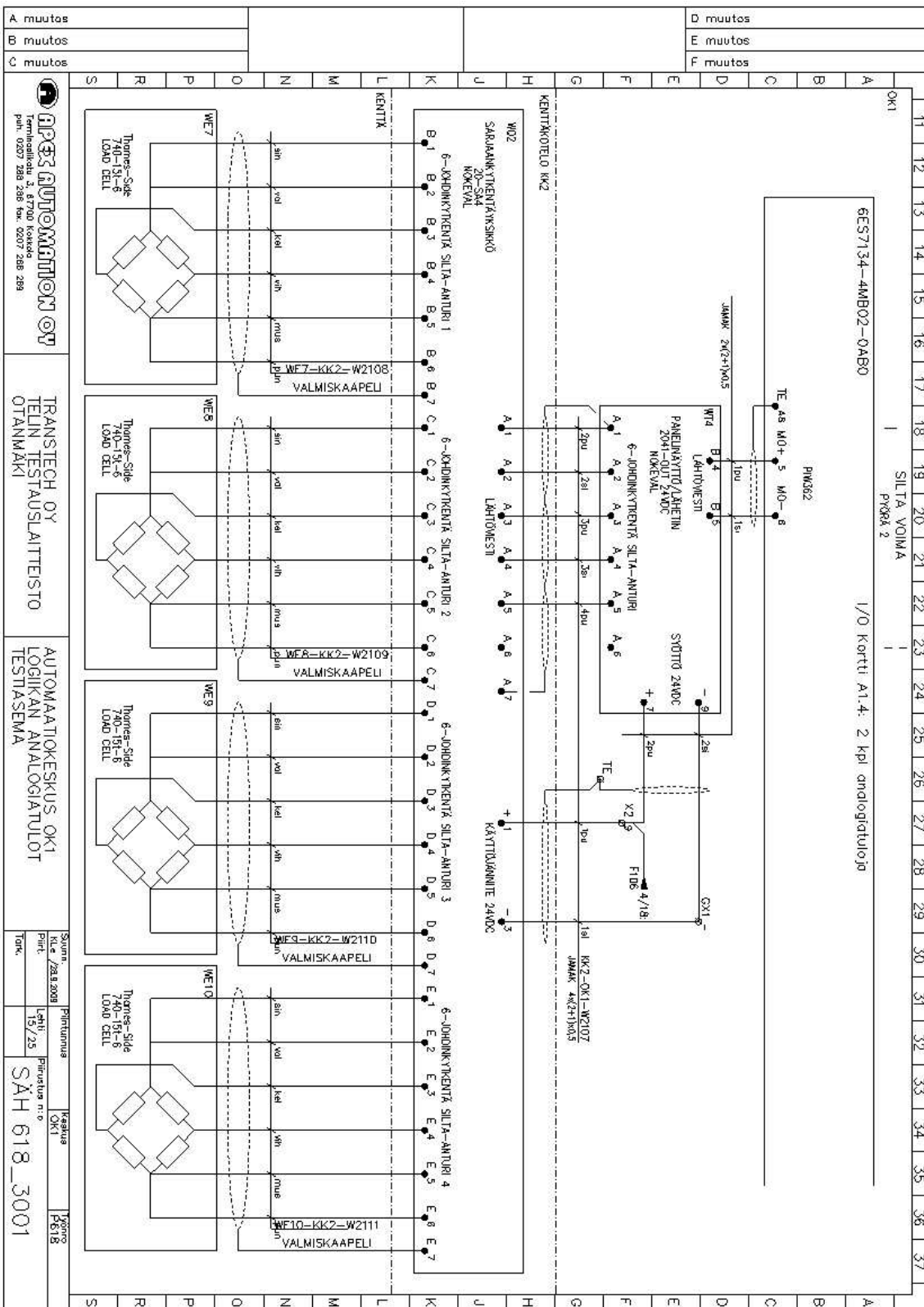
OK1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
A	6ES7134-4MB02-0AB0																										
B	SILTA VOIMA																										
C	PWRX 1																										
D	I/O kortti A1.4: 2 kpl analogitulot																										
E	KENTTÄ																										
F	6-JOHONKYTKENTÄ SILTA-ANTURI 1																										
G	6-JOHONKYTKENTÄ SILTA-ANTURI 2																										
H	6-JOHONKYTKENTÄ SILTA-ANTURI 3																										
I	6-JOHONKYTKENTÄ SILTA-ANTURI 4																										
J	VALMISKAAPELI W2103																										
K	VALMISKAAPELI W2104																										
L	VALMISKAAPELI W2105																										
M	VALMISKAAPELI W2106																										
N	Thomson-Side LOAD CELL WE3																										
O	Thomson-Side LOAD CELL WE4																										
P	Thomson-Side LOAD CELL WE5																										
Q	Thomson-Side LOAD CELL WE6																										
R	Käyttöpaneeli 24VDC																										
S	Käyttökortti OK1																										

APR AUTOMATION OY
 Teollitie 3, 67100 Kaivake
 puh. 0207 288 288 fax. 0207 288 289

TRANS TECH OY
 TELINTESTAUSLAITTEISTO
 OTANMÄKI

AUTOMAATIOKESKUS OK1
 LOGIIKAN ANALOGIATULOT
 TESTIASEMA

Sisätila	728.9.2008	Pitkinuus	OK1	Keskus	OK1	Pöytä	PE18
Kl. nro	14/25	Pitkinuus n:o	SÄH 618_3001				



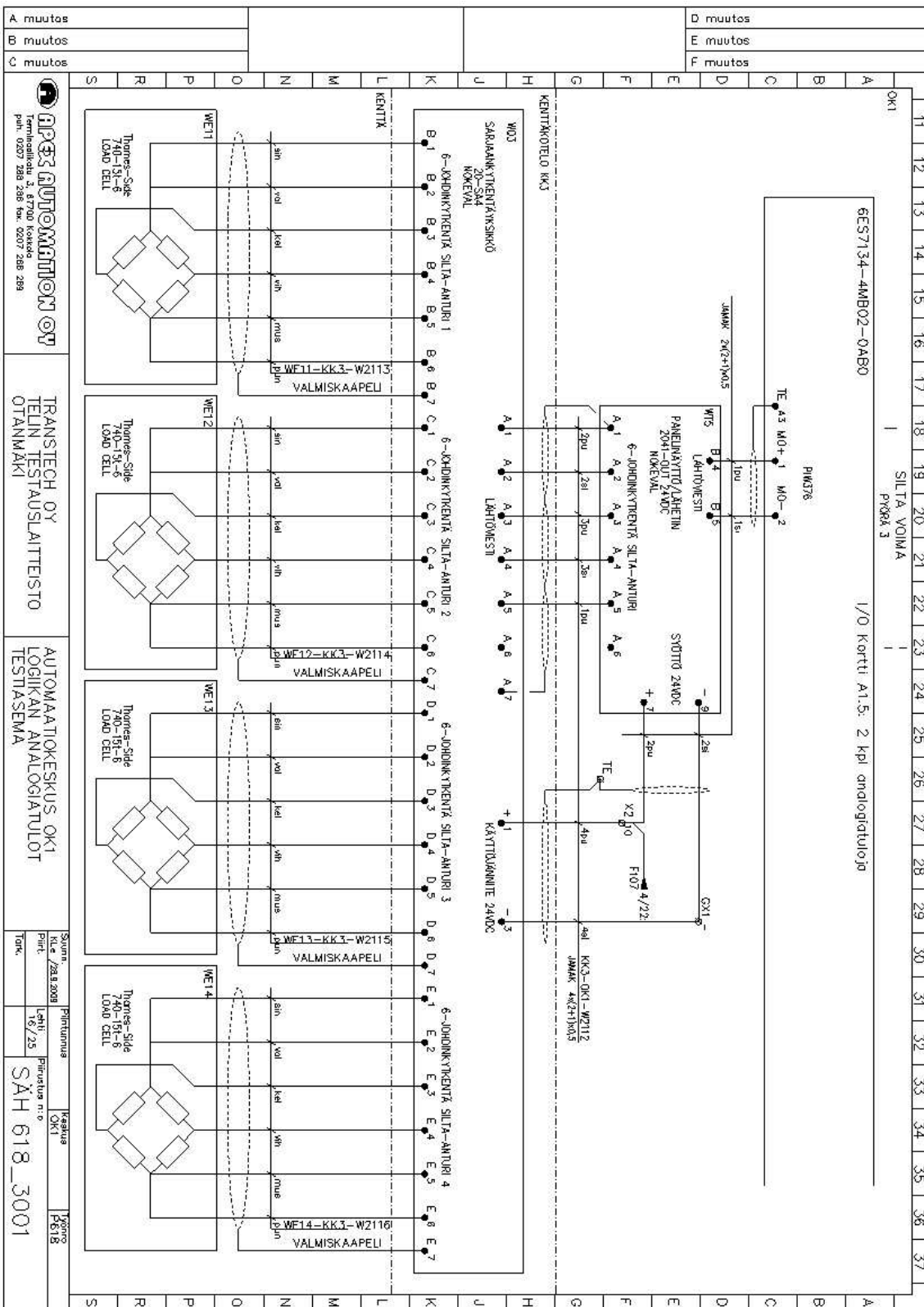
APPS AUTOMATION OY
 Teollisuistie 3, 67100 Kaivako
 puh. 0207 288 288 fax. 0207 288 289

TRANS TECH OY
 TELIN TESTAUSLAITTEISTO
 OTANMÄKI

AUTOMAATIOKESKUS OK1
 LOGIIKAN ANALOGIATULOT
 TESTIASIEMA

Suunn.	Kie	7/28.9.2008	Piirittynyt	Kaivako	OK1	Ympä
Piir.	Leht.	15/25	Piirittynyt n:o	OK1	OK1	PE18
Tark.						

SÄH 618_3001



A	muutos
B	muutos
C	muutos

D	muutos
E	muutos
F	muutos

OK1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
A	6ES7134-4MB02-0AB0																										
B	SILTA VOIMA																										
C	PIM378																										
D	I/O kortti A1.5: 2 kpl analogitulot																										
E	PANELELAITTO/ALUEITIN																										
F	6-JOHDKYTKENTÄ SILTA-ANTURI																										
G	KÄYTTÖJÄNNIE 24VDC																										
H	KENTTÄKOTILO KK3																										
J	SARJAKYTKENTÄYKSIKKÖ																										
K	6-JOHDKYTKENTÄ SILTA-ANTURI 1																										
L	KENTTÄ																										
M	6-JOHDKYTKENTÄ SILTA-ANTURI 2																										
N	6-JOHDKYTKENTÄ SILTA-ANTURI 3																										
O	6-JOHDKYTKENTÄ SILTA-ANTURI 4																										
P	Thomson-Side LOAD CELL																										
R	Thomson-Side LOAD CELL																										
S	Thomson-Side LOAD CELL																										

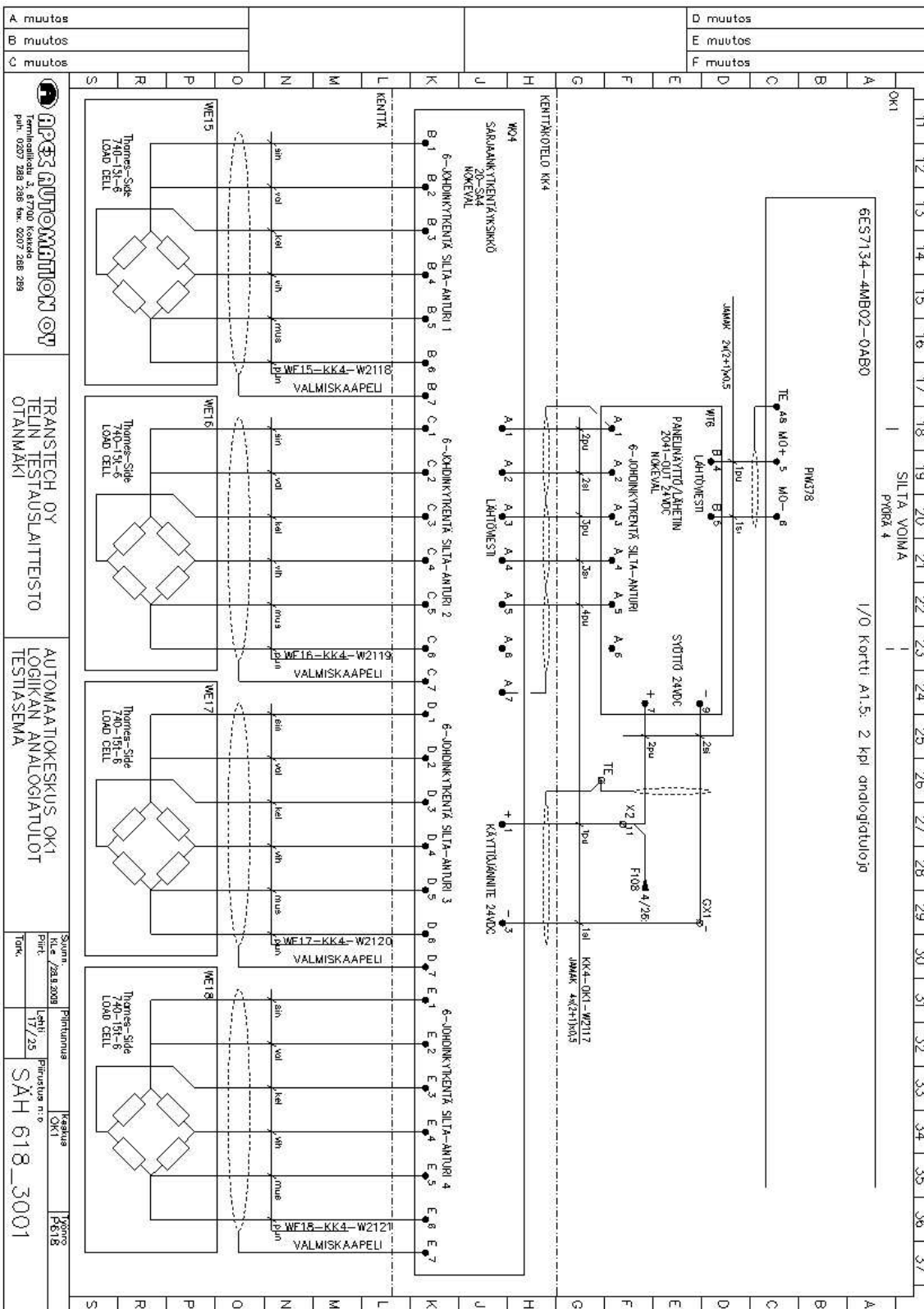


APEX AUTOMATION OY
 Teollisuistie 3, 67100 Kokkola
 puh. 0207 288 288 fax. 0207 288 289

TRANS TECH OY
 TELINTESTAUSLAITTEISTO
 OTANMÄKI

AUTOMAATIOKESKUS OK1
 LOGIIKAN ANALOGIATULOT
 TESTIASIEMA

Sisään.	7/28.9.2008	Päättyminen	Keskä	1999
Proj.	16/25	Piirustus n:o	OK1	PE18
Tark.				SÄH 618_3001

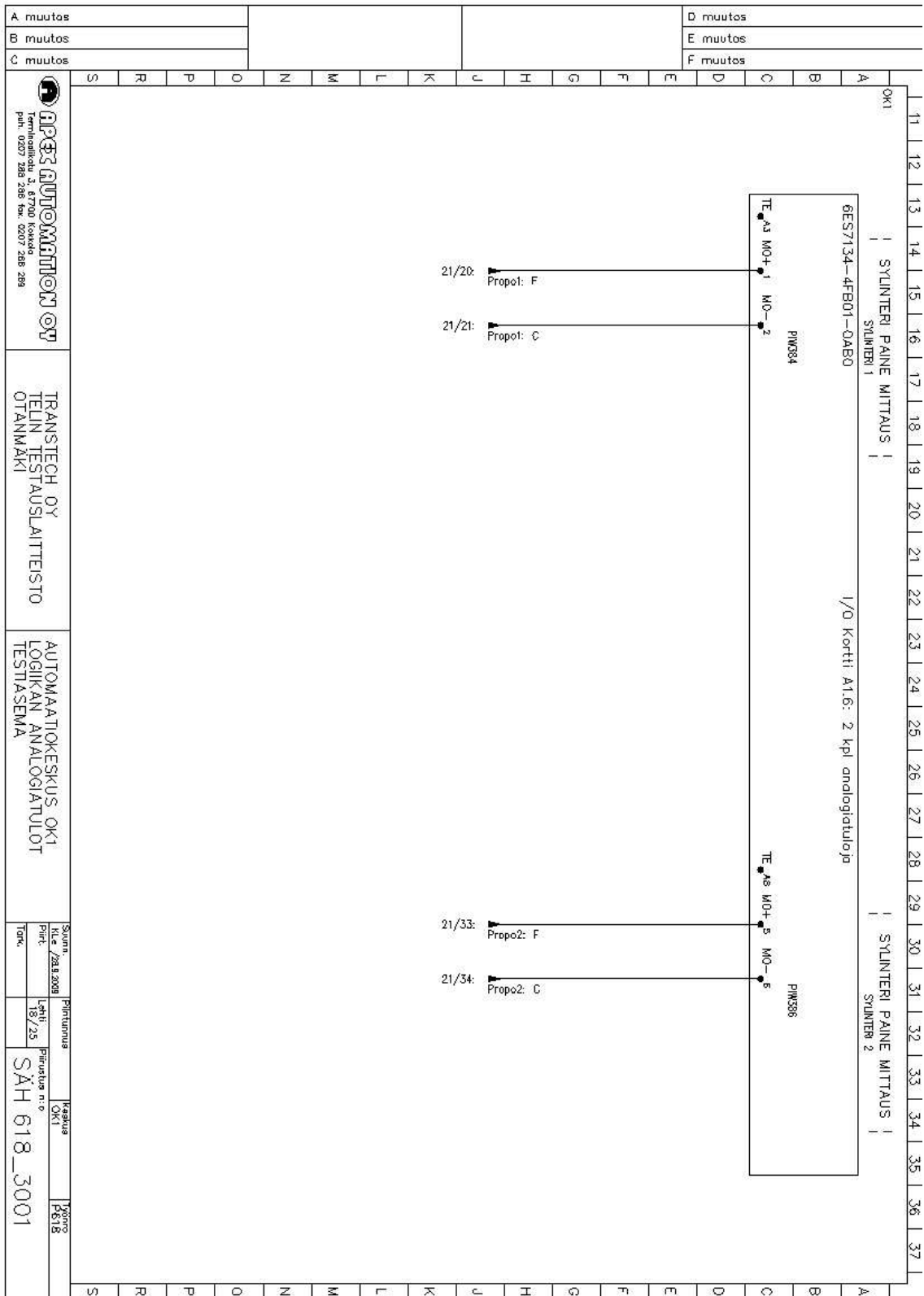


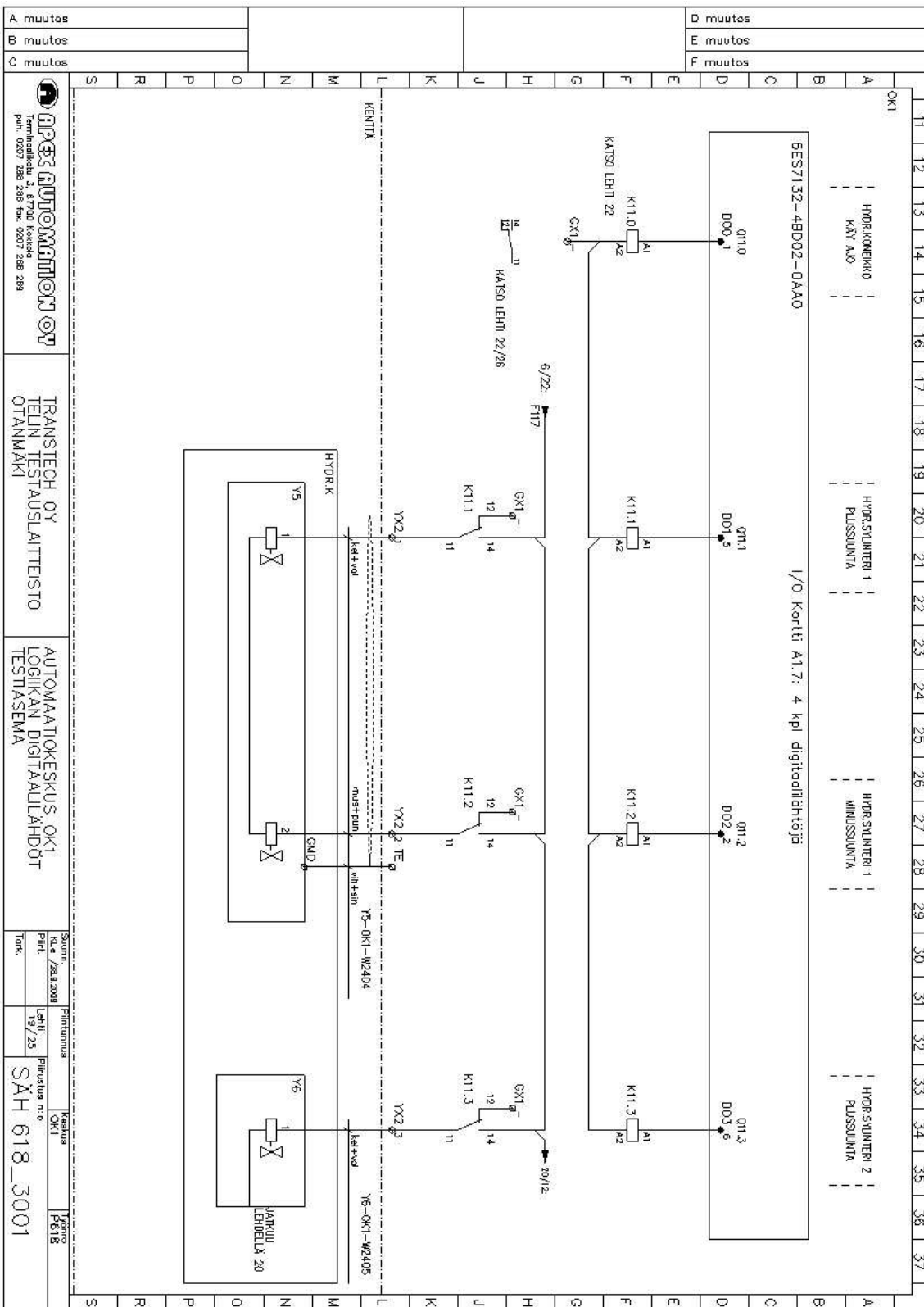
APPS AUTOMATION OY
 Teollisuuskatu 3, 67100 Kokkola
 puh. 0207 288 288 fax. 0207 288 289

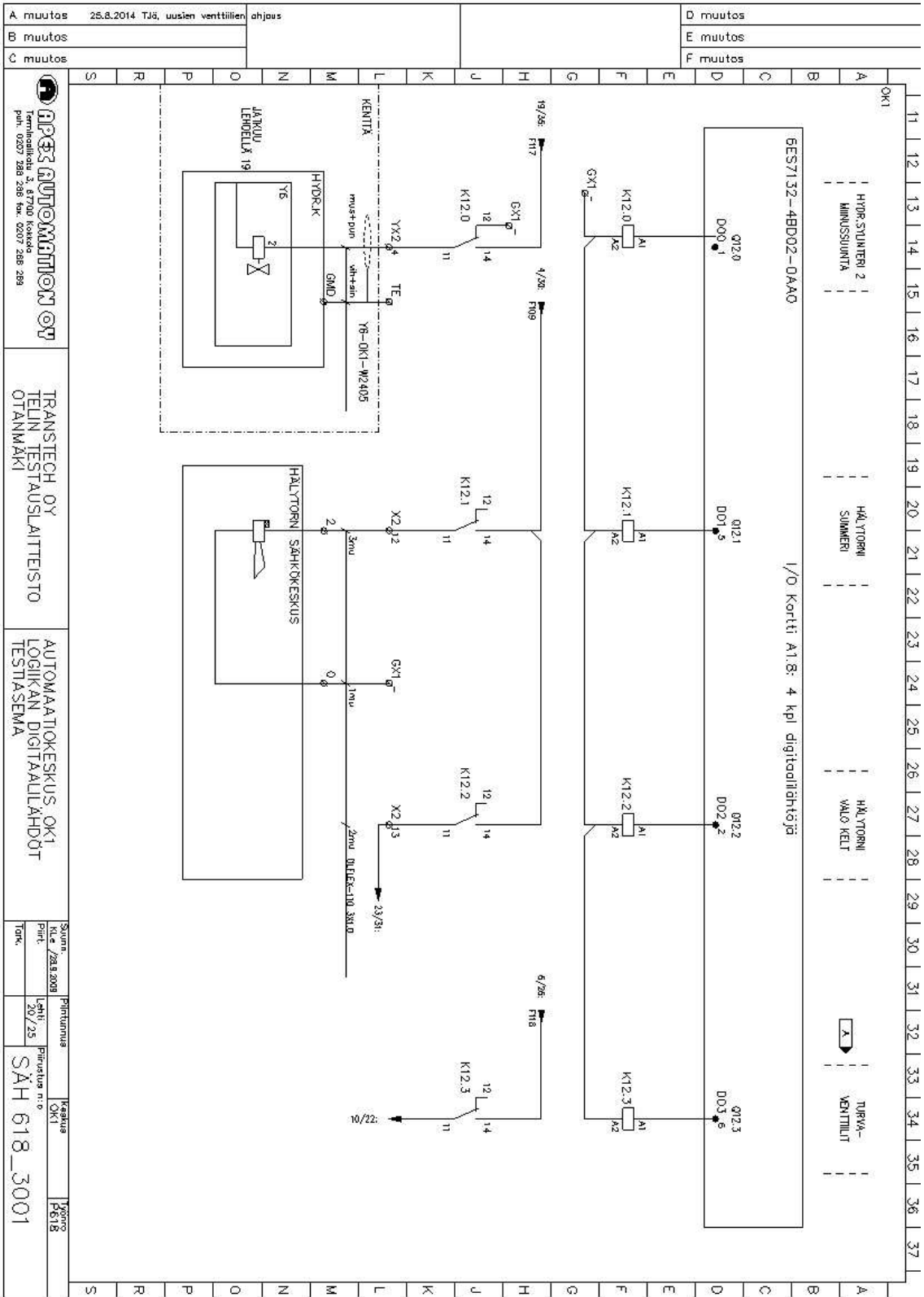
TRANS TECH OY
 TELINTESTAUSLAITTEISTO
 OTANMÄKI

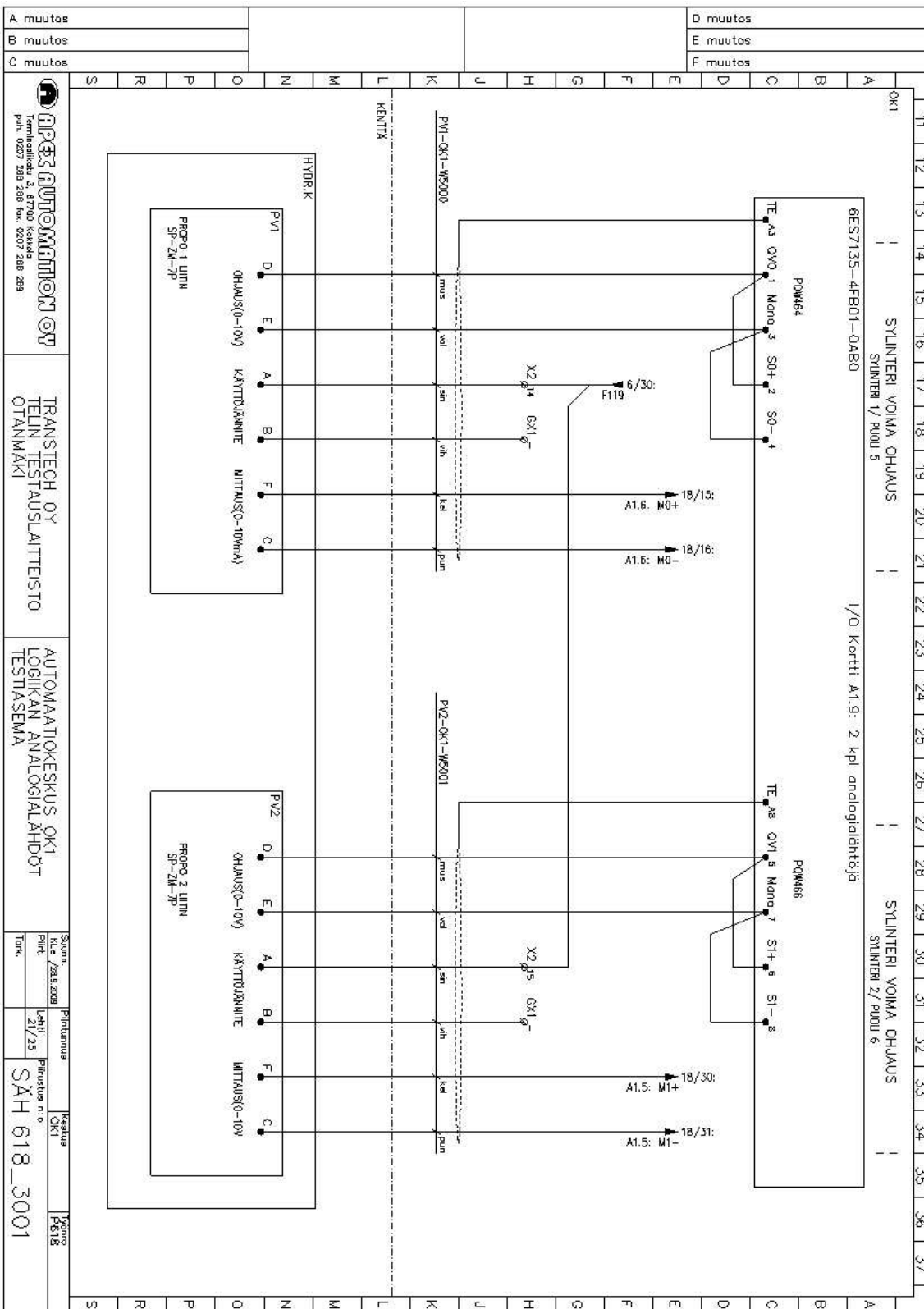
AUTOMAATIOKESKUS OK1
 LOGIIKAN ANALOGIATULOT
 TESTIASIEMA

Sivun nro	728/2008	Pitkinuus	OK1	Kesäkuu	1998
Pöytä nro	17/25	Pituus	OK1	1998	
SÄH 618_3001					









A muutos
B muutos
C muutos

D muutos
E muutos
F muutos

OK1
SYLINTERI VOIMA OHJAUS
SYLINTERI 1/ PUOLI 5
I/O Kortti A1.9: 2 kpl analogilähtöjä
SYLINTERI VOIMA OHJAUS
SYLINTERI 2/ PUOLI 6

TERMINAALIT
PVM1
PVM2
KENTÄ

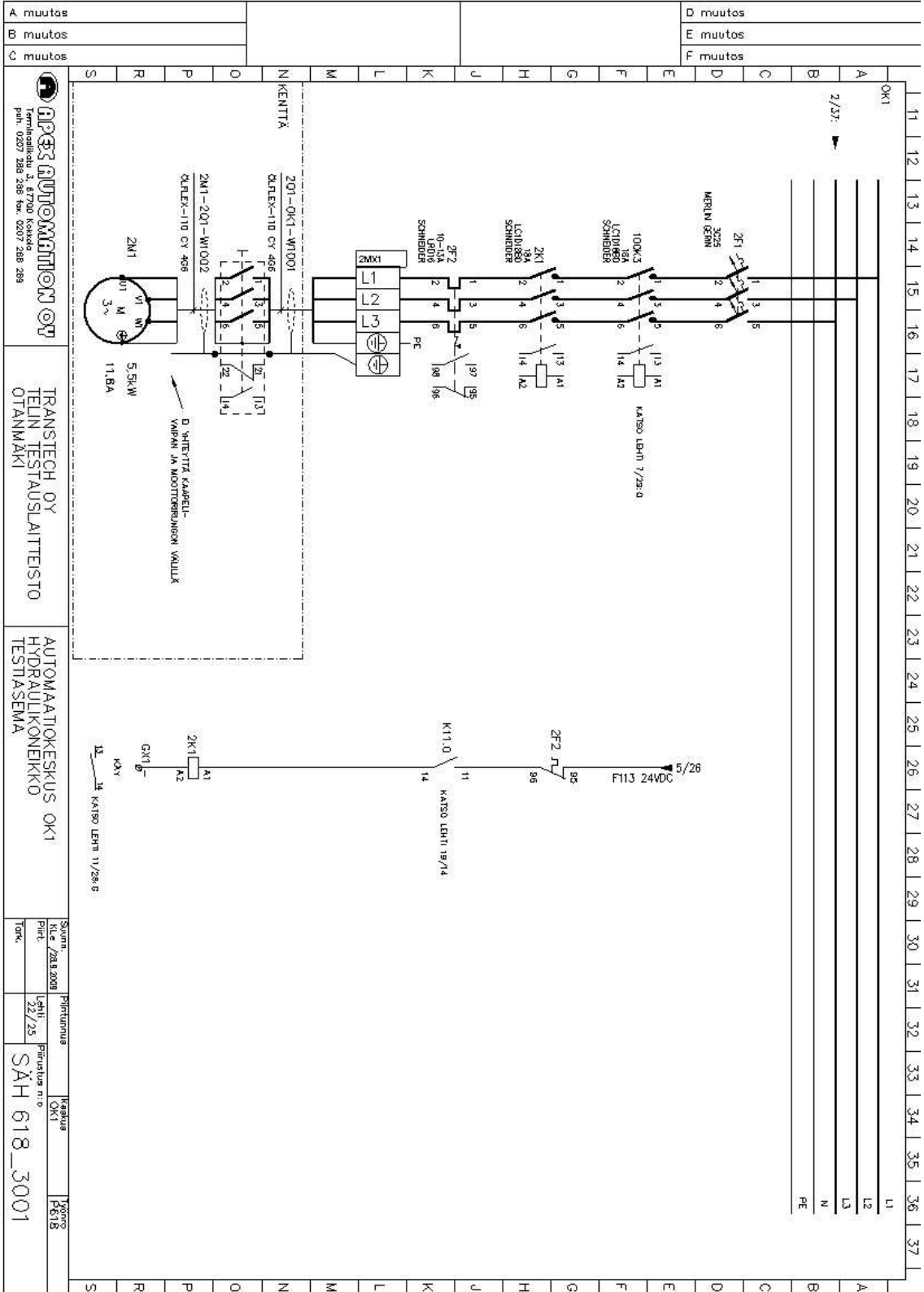
OK1
SYLINTERI VOIMA OHJAUS
SYLINTERI 1/ PUOLI 5
I/O Kortti A1.9: 2 kpl analogilähtöjä

PV1
OHJAUS(0-10V)
KÄYTTÖLÄMME
MITTAUS(0-10VmA)
PROPC 1 ULIN
SP-ZM-JP

PV2
OHJAUS(0-10V)
KÄYTTÖLÄMME
MITTAUS(0-10V)
PROPC 2 ULIN
SP-ZM-JP

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

Summa:
Klcc 728.9.2008
Pilt:
Lähtö: 21/25
Tark:
Päivännyt:
OK1
Keskä:
OK1
Pöytä:
P618
SÄH 618_3001

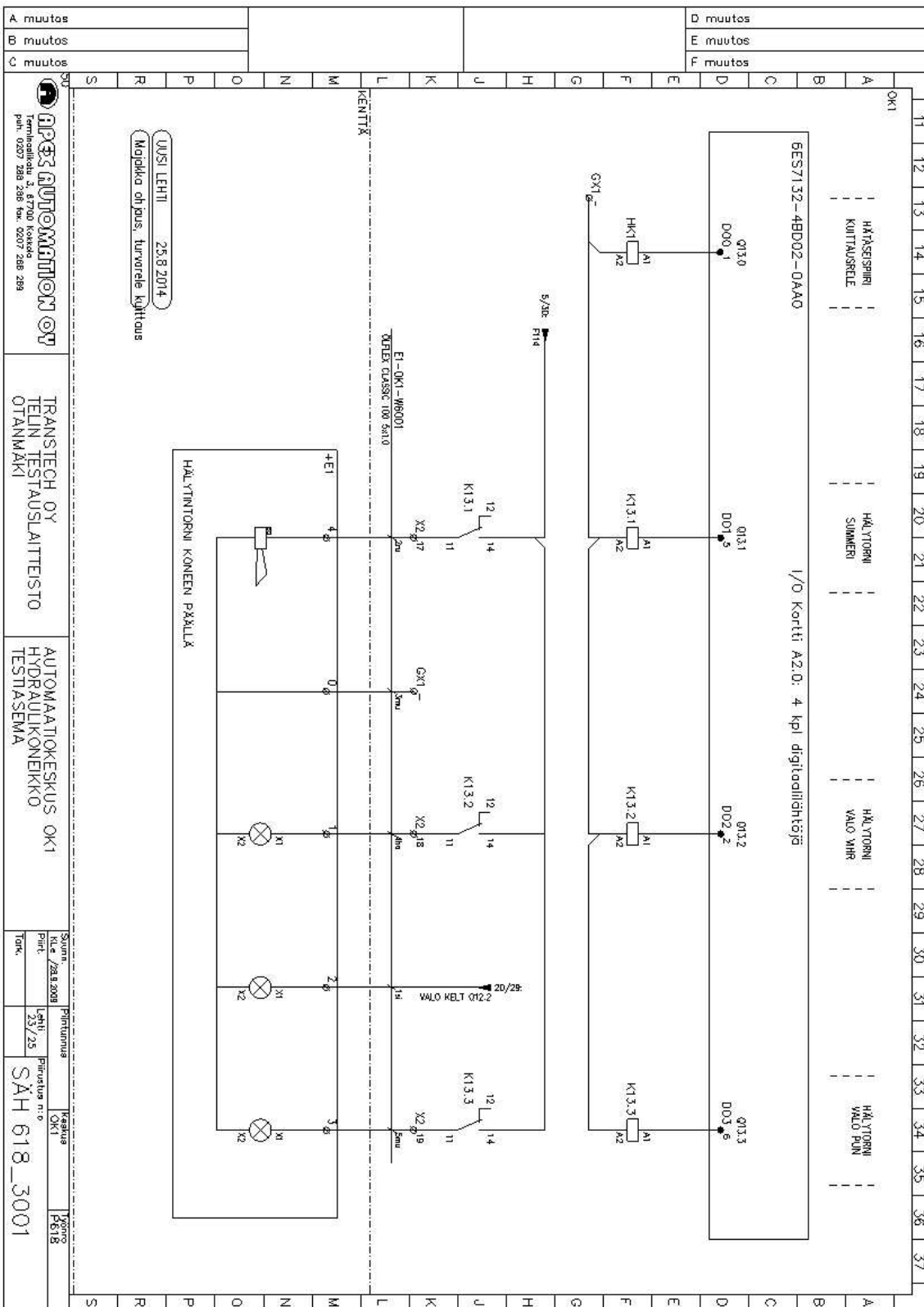


APPS AUTOMATION OY
 Teollisuuskatu 3, 67700 Kaivake
 puh. 0207 286 286 fax. 0207 286 289

TRANSTECH OY
 TELINTESTAUSLAITTEISTO
 OTANMÄKI

AUTOMAATIOKESKUS OKI
 HYDRAULIKONENIKKO
 TESTIASEMA

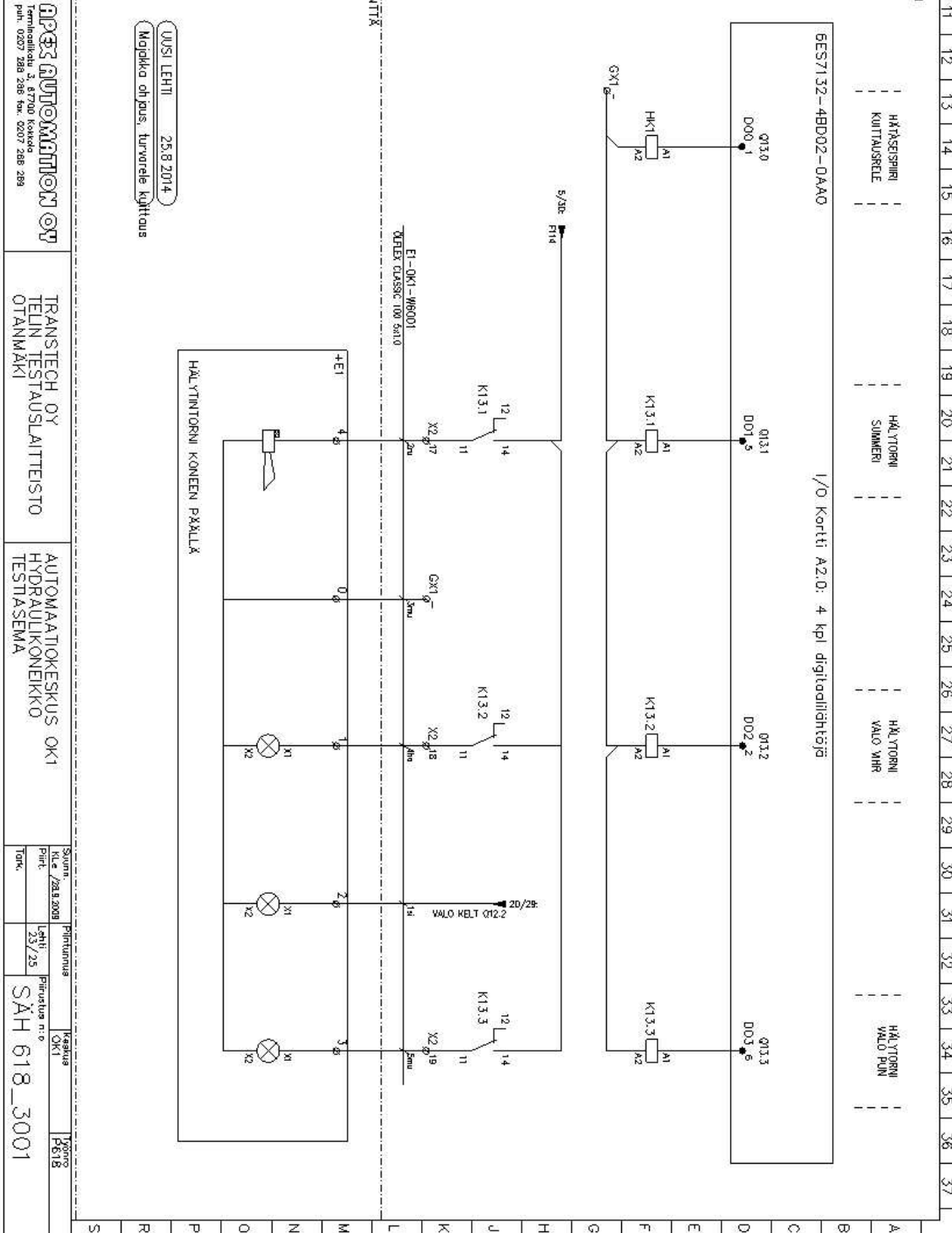
Sisään- Kl. / 28.9.2008	Päivämäärä	Keskä OK1	Työnt. PE18
Pöytä- 22/25		SAH 618_3001	



A muutos	
B muutos	
C muutos	

D muutos	
E muutos	
F muutos	

OKI 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37



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


APPS AUTOMATION OY
 Teräshallinta 3, 67700 Kokkola
 puh. 0207 286 286 fax. 0207 286 289

TRANS TECH OY
 TELIN TESTAUSLAITTEISTO
 OTANMÄKI

AUTOMAATIOKESKUS OKI
 HYDRAULIKKONEIKKO
 TESTIASEMA

Sivun nro.	728/2008	Päivä	23/25	Piirustuksen nro.	SÄH 618_3001
Tark.					

UUSI LEHTI 25.8.2014
 Maailma on bus, turvavale käyttöä

A muutos											D muutos																																											
B muutos											E muutos																																											
C muutos											F muutos																																											
S	R	P	O	N	M	L	K	J	H	G	F	E	D	C	B	A	OK1	S	R	P	O	N	M	L	K	J	H	G	F	E	D	C	B	A	OK1																			
 <p>Terminaalikaite 3, 67700 Kaakkola puh. 0207 286 286 fax. 0207 286 289</p>																	<p>TRANSTECH OY TELINTESTAUSLAITTEISTO OTANMÄKI</p>																	<p>AUTOMAATIKKESKUS LOGIIKAN DIGITAALITULOT TESTIASIEMÄ</p>																	Sivun:	Pitäjänä	Keskus	Yönro
																																																			Tila /	Pöytä	Tark.	Lähtö
<p>OK1</p> <p>11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37</p> <p>VARALLA</p> <p>VARALLA</p> <p>VARALLA</p> <p>VARALLA</p> <p>1/0 Kortti A2.1: 4 kpl digitoitulujo</p> <p>19.0 D00.1</p> <p>19.1 D01.5</p> <p>19.2 D02.z</p> <p>19.3 D03.e</p>																	UUSI LEHTI TILA 25.8.2014	Sivun:	Pitäjänä	Keskus	Yönro																																	

RITA RISKITARKASTELURAPORTTI**Koneen turvallisuustarkastelu**

Tehdas: Transtech Oy
Toiminto: Koneturvallisuus
Alitoiminto: Telintestauslaitteisto
Kohde: Telintestauslaitteisto, muutos

Työnumero:
Laitenumero:

Tilaaja: Transtech Oy
Proj.nimi:

Päiväys: 26.8.2014

Tarkastelun laatija: Käänsälä Jouni

TURVALLISUUSTARKASTELUN LAATIJAT:**Käyttö, Kunnossapito, Urakoitsija:**

Juhani Seppänen (tehdaspalvelupäällikkö)
 Marko Mella-Aho (kp ins.)
 Zoran Vukota (tehdas ins.)
 Matti Piirainen (työnj.)
 Rauno Kyllönen (käyttäjä)
 Timo Kovalainen (keh. pääll.)

Suunnittelu, työterveyshuolto, työsuojelu, muu:

Apex / Jouni Käänsälä, koneturvallisuus
 Apex / Tuomas Järvelä, koneturvallisuus
 Apex / Pasi Kiuru, projektipäällikkö

Määrittely:

Telintestauslaitteiston muutos. Kone on rakennettu junavaunun telin testaukseen. Testauslaitteistoa tullaan käyttämään myös raitiovaunun telin testaukseen. Kone on siirretty uuteen paikkaan.

Tarkasteludokumenttien sijainti:**VAARATEKIJÄLUETTELO:****Vaaratekijä ja -tilanne**

1 Kuormitetun telin jousistoon varautuneen energian hallitsematon vapautuminen (pomppaus). Tapahtuu sähkönsyötön katketessa, hätäpysäytyksessä ja hydrauliiikan paineen hävitessä. Puristumisvaara, iskuvaara.

Riskin taso

- Todennäköisyys	48	merkittävä
- Altistumisen taajuus	2	mahdollinen
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	4	kerran tunnissa
- Altistujien määrä	6	raajan, silmän tai kuulon menetys
	1	tapaturma 1-2 hlöä

Turvallisuustoimenpide:

Sähkönsyötön katketessa jousiavautuvat purkuventtiilit kahdennettuna jousivoimien hallittuun vapautamiseen. Erillinen turvalukitus kuormituspainimen paikalla pysymisen varmistamiseksi. SIL2/PLd

Sivu 2

Jäljelle jäävä riski:	2	olematon
- Todennäköisyys	0,1	melkein mahdoton
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	6	raajan, silmän tai kuulon menetys
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi

Ohjeet ja koulutus.

Toteutus, vastuuhenkilö:Turvallistaminen ohjausjärjestelmän avulla:

SIL-luokka: 2

VAARATEKIJÄLUETTELO:**Vaaratekijä ja -tilanne**

2 Kuormitetun telin jousistoon varautuneen energian hallitsematon vapautuminen (pomppaus). Toisen kuormitus sylinterin rikkoutuessa. Puristumisvaara, iskuvaara.

Riskin taso	60	korkea
- Todennäköisyys	1	hyvin epätodennäköinen
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	15	kuolema
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Turvallisuustoimenpide:

Mekaaniset rakenteet suunnitellaan kestäämään täydet kuormitusvoimat yhdellä sylinterillä. Erillinen turvalukitus kuormituspainimen paikalla pysymisen varmistamiseksi.

Jäljelle jäävä riski:	6	siedettävä
- Todennäköisyys	0,1	melkein mahdoton
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	15	kuolema
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi

Ohjeet ja koulutus.

Toteutus, vastuuhenkilö:Turvallistaminen ohjausjärjestelmän avulla:

SIL-luokka:

VAARATEKIJÄLUETTELO:**Vaaratekijä ja -tilanne**

3 Kuormitetun telin jousistoon varautuneen energian hallitsematon vapautuminen (pomppaus). Ohjausjärjestelmän vikaantuessa. Puristumisvaara, iskuvaara.

Sivu 3

Riskin taso	24	siedettävä
- Todennäköisyys	1	hyvin epätodennäköinen
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	6	raajan, silmän tai kuulon menetys
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Turvallisuustoimenpide:

Ohjausjärjestelmän suoritusaste PLr=d. Ohjausjärjestelmän vikaantuessa kone siirtyy turvalliseen tilaan, vapautetaan hydraulioaineet sylintereillä. Erillinen turvalukitus kuormituspainimen paikalla pysymisen varmistamiseksi.

Jäljelle jäävä riski:	2	olematon
- Todennäköisyys	0,1	melkein mahdoton
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	6	raajan, silmän tai kuulon menetys
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi

Ohjeet ja koulutus.

Toteutus, vastuhenkilö:

Turvallistaminen ohjausjärjestelmän avulla: **SIL-luokka:**

VAARATEKIJÄLUETTELO:**Vaaratekijä ja -tilanne**

Sormien puristuminen telin ja testauslaitteiston väliin työnnettäessä teliä kiskoilla.

4

Riskin taso	24	siedettävä
- Todennäköisyys	1,5	epätodennäköinen
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	4	suuren luun murtuma, vaikea sairaus
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Turvallisuustoimenpide:

Valitaan oikeat työmenetelmät. Ohjeet ja käyttökoulutus.

Jäljelle jäävä riski:	16	siedettävä
- Todennäköisyys	1	hyvin epätodennäköinen
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	4	suuren luun murtuma, vaikea sairaus
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi

Sivu 4

Toteutus, vastuhenkilö:

Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o

SIL-luokka:

VAARATEKIJÄLUETTELO:

Vaaratekijä ja -tilanne

5

Jalkojen puristuminen telin ja testauslaitteiston väliin työnnettäessä teliiä kiskoilla.

Riskin taso	24	siedettävä
- Todennäköisyys	1,5	epätodennäköinen
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	4	suuren luun murtuma, vaikea sairaus
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Turvallisuustoimenpide:

Oikea työskentelytaso teliiä siirrettäessä on lattia, jolloin ei ole puristumisvaaraa. Ohjeet ja käyttökoulutus.

Jäljelle jäävä riski:	8	siedettävä
- Todennäköisyys	1	hyvin epätodennäköinen
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	2	pieni luun murtuma, pienehkö sairaus
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi

Toteutus, vastuhenkilö:

Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o

SIL-luokka:

VAARATEKIJÄLUETTELO:

Vaaratekijä ja -tilanne

6

Sormien puristuminen telin yläpinnan ja kuormitussyylinterin väliin.

Riskin taso	8	siedettävä
- Todennäköisyys	1	hyvin epätodennäköinen
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	2	pieni luun murtuma, pienehkö sairaus
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Turvallisuustoimenpide:

Laitteen hallinta turvallisella etäisyydellä, ei liikkeitä käyttäjän ollessa vaara-alueella, kuittaus liikkeelle operointipaikalta, äänimerkki koneen käynnistyessä, sylinterien liikkeet hitaita.

Sivu 5

Jäljelle jäävä riski:	8	siedettävä
- Todennäköisyys	1	hyvin epätodennäköinen
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	2	pieni luun murtuna, pienehkö sairaus
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi

Ohjeet ja käyttökoulutus.

Toteutus, vastuuhenkilö:

Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o

SIL-luokka:**VAARATEKIJÄLUETTELO:****Vaaratekijä ja -tilanne**

Telin putoaminen kiskoilta.

7

Riskin taso	60	korkea
- Todennäköisyys	1	hyvin epätodennäköinen
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	15	kuolema
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Turvallisuustoimenpide:

Telin putoaminen estetty kiskojen loppupäihin asennetuilla pysäyttimillä, kiskot asennettu vaakatasoon tahattoman vierimisen estämiseksi. Putoaminen sivulle estetty telien pyörien mallilla.

Jäljelle jäävä riski:	6	siedettävä
- Todennäköisyys	0,1	melkein mahdoton
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	15	kuolema
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi

Ohjeet ja käyttökoulutus.

Toteutus, vastuuhenkilö:

Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o

SIL-luokka:**VAARATEKIJÄLUETTELO:****Vaaratekijä ja -tilanne**

Hydraullilietkun rikkoutuminen. Korkeapainainen öljysuihku.

8

Sivu 6

<p>Riskin taso 24 siedettävä</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 1 hyvin epätodennäköinen - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 6 raajan, silmän tai kuulon menetys - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Turvallisuustoimenpide:</p> <p>Ennakkohoito, kuntotarkastukset, letkujen suojaus mekaaniselta rasitukselta, letkuihin ympärille korkeapainesuihkun estävät lisäsuojaukset sylinterien ja suuntaventtiilien välille.</p>
<p>Jäljelle jäävä riski: 2 olematon</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 0,1 melkein mahdoton - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 6 raajan, silmän tai kuulon menetys - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi</p> <p>Ohjeet ja koulutus</p>
<p>Toteutus, vastuuhenkilö:</p> <p>Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o SIL-luokka:</p>

VAARATEKIJÄLUETTELO:

9	<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>Testattavan telin vääränlainen asettelu kuormituspositioon</p>
	<p>Riskin taso 24 siedettävä</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 1,5 epätodennäköinen - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 4 suuren luun murtuma, vaikea sairaus - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Turvallisuustoimenpide:</p> <p>Kuormitusohjelma vaatii käyttäjän suorittamaa telin asettelun tarkistusta, kuitaus jatkamiselle turvallisella etäisyydellä. Vaatii vahinkohakuista toimintaa.</p>
	<p>Jäljelle jäävä riski: 2 olematon</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisyys 0,1 melkein mahdoton - Altistumisen taajuus 4 kerran tunnissa - Mahdolliset pahimmat seuraukset 4 suuren luun murtuma, vaikea sairaus - Altistujien määrä 1 tapaturma 1-2 hlöä <p>Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi</p> <p>Ohjeet ja koulutus</p>

Sivu 7

Toteutus, vastuhenkilö:

Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o

SIL-luokka:

VAARATEKIJÄLUETTELO:

10

Vaaratekijä ja -tilanne

Hydrauliöljyvuoto. Kaatumisvaara liukkaalla lattialla.

Riskin taso

20

siedettävä

- Todennäköisyys

2

mahdollinen

- Altistumisen taajuus

5

jatkuvasti

- Mahdolliset pahimmat seuraukset

2

pieni luun murtuna, pienehkö sairaus

- Altistujien määrä

1

tapaturma 1-2 hlöä

Turvallisuustoimenpide:

Ennakkohuollot, siivous, hydraulikkakoneikkoon valuma-allas. Lattialle valunut öljy poistetaan pikaisesti.

Jäljelle jäävä riski:

1

olematon

- Todennäköisyys

0,1

melkein mahdoton

- Altistumisen taajuus

5

jatkuvasti

- Mahdolliset pahimmat seuraukset

2

pieni luun murtuna, pienehkö sairaus

- Altistujien määrä

1

tapaturma 1-2 hlöä

Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi

Ohjeet ja käyttökoulutus.

Toteutus, vastuhenkilö:

Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o

SIL-luokka:

VAARATEKIJÄLUETTELO:

12

Vaaratekijä ja -tilanne

Huolto ja kunnossapito.

Riskin taso

75

korkea

- Todennäköisyys

2

mahdollinen

- Altistumisen taajuus

2,5

päivittäin

- Mahdolliset pahimmat seuraukset

15

kuolema

- Altistujien määrä

1

tapaturma 1-2 hlöä

Turvallisuustoimenpide:

Energialähteistä erottaminen ja energian purkaminen. Syötönerotuskytkin sähkölle (pääkytkin) ja hydraulikalle. Hydraulienegiat poistetaan jousiavautuvien purkuventtiilien kautta. Erillinen turvalukitus kuormituspainimen paikalla pysymisen varmistamiseksi.

Sivu 8

Jäljelle jäävä riski:	4	olematon
- Todennäköisyys	0,1	melkein mahdoton
- Altistumisen taajuus	2,5	päivittäin
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	15	kuolema
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi

Ohjeet ja käyttökoulutus.

Toteutus, vastuuhenkilö:

Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o

SIL-luokka:**VAARATEKIJÄLUETTELO:****Vaaratekijä ja -tilanne**

13

Hydraulilaitteiden maksimipaineen odottamaton ylittyminen.

Riskin taso	24	siedettävä
- Todennäköisyys	1	hyvin epätodennäköinen
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	6	raajan, silmän tai kuulon menetys
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Turvallisuustoimenpide:

Huoto ja laitteiston tarkastukset.

Jäljelle jäävä riski:	2	olematon
- Todennäköisyys	0,1	melkein mahdoton
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	6	raajan, silmän tai kuulon menetys
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi**Toteutus, vastuuhenkilö:**

Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o

SIL-luokka:**VAARATEKIJÄLUETTELO:****Vaaratekijä ja -tilanne**

14

Sähkösyötön jännitavaihtelut, katkokset ja uudelleenkytkäytyminen.

Sivu 9

Riskin taso	48	merkittävä
- Todennäköisyys	2	mahdollinen
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	6	raajan, silmän tai kuulon menetys
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Turvallisuustoimenpide:

Laitteisto ei käynnisty sähkökatkon jälkeen ilman erillistä käynnistystä. Häätöpysäytyspiiri vaatii kuittauksen sähkökatkon jälkeen. Käynnistyshälytys ennen käynnistymistä. Erillinen turvalukitus kuormituspainimen paikalla pysymisen varmistamiseksi.

Jäljelle jäävä riski:	2	olematon
- Todennäköisyys	0,1	melkein mahdoton
- Altistumisen taajuus	4	kerran tunnissa
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	6	raajan, silmän tai kuulon menetys
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi

Ohjeet ja käyttökoulutus.

Toteutus, vastuhenkilö:

Turvallistaminen ohjausjärjestelmän avulla: **SIL-luokka:**

VAARATEKIJÄLUETTELO:**Vaaratekijä ja -tilanne**

Sähköiskuvaara. Vaarallisten jännitteisten osien koskettaminen.

15

Riskin taso	38	merkittävä
- Todennäköisyys	1	hyvin epätodennäköinen
- Altistumisen taajuus	2,5	päivittäin
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	15	kuolema
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Turvallisuustoimenpide:

Perussuojaus ja vikasuojaus. Vaarallista jännitettä sisältävien osien koskettamisen estäminen (sormisuojaus) ja varustaminen työkalulla avattavalla lukituksella. Vian seurauksena mahdollisesti jännitteiseksi tulevat laitteiston osat suojamaadoitetaan.

Jäljelle jäävä riski:	4	olematon
- Todennäköisyys	0,1	melkein mahdoton
- Altistumisen taajuus	2,5	päivittäin
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	15	kuolema
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi

Vaarallista jännitettä sisältäviin koteloihin salamakolmiotarrat. Ohjeet ja käyttökoulutus.

Toteutus, vastuuhenkilö:

Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o

SIL-luokka:

VAARATEKIJÄLUETTELO:

16

Vaaratekiä ja -tilanne

Uusi. Telin testaus. Puristumisvaara, iskuvaara ja leikkautumisvaara.

Riskin taso	40	merkittävä
- Todennäköisyys	2	mahdollinen
- Altistumisen taajuus	5	jatkuvasti
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	4	suuren luun murtuma, vaikea sairaus
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Turvallisuustoimenpide:

Koneen pääkäyttäjä ohjaa konetta ja valvoo, ettei henkilöitä ole koneen vaara-alueella testauksen aikana.
Koneen vaara-alue merkitään keltaisella viivalla.

Jäljelle jäävä riski:	20	siedettävä
- Todennäköisyys	1	hyvin epätodennäköinen
- Altistumisen taajuus	5	jatkuvasti
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	4	suuren luun murtuma, vaikea sairaus
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi

Testauksen aikana majakassa palaa punainen valo. Koneen käynnistyessä annetaan käynnistyshälytys.

Toteutus, vastuuhenkilö:

Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o

SIL-luokka:

VAARATEKIJÄLUETTELO:

17

Vaaratekiä ja -tilanne

Uusi. Telin kasautustyöt. Puristumisvaara, iskuvaara ja leikkautumisvaara.

Riskin taso	40	merkittävä
- Todennäköisyys	2	mahdollinen
- Altistumisen taajuus	5	jatkuvasti
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	4	suuren luun murtuma, vaikea sairaus
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Turvallisuustoimenpide:

Koneen pääkäyttäjä ohjaa konetta ja valvoo, ettei henkilöitä ole koneen vaara-alueella ohjauksen aikana.
Koneen vaara-alue merkitään keltaisella viivalla.

Sivu 11

Jäljelle jäävä riski:	20	siedettävä
- Todennäköisyys	1	hyvin epätodennäköinen
- Altistumisen taajuus	5	jatkuvasti
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	4	suuren luun murtuma, vaikea sairaus
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi

Ohjauksen aikana majakassa punainen valo. Turvaventtiilit kiinni kasaustyön aikana. Kasaustyön aikana majakassa keltainen valo.

Toteutus, vastuuhenkilö:Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: **SIL-luokka:****VAARATEKIJÄLUETTELO:****Vaaratekijä ja -tilanne**

18

Uusi. Telin mittaus. Puristumisvaara, iskuvaara ja leikkautumisvaara.

Riskin taso	40	merkittävä
- Todennäköisyys	2	mahdollinen
- Altistumisen taajuus	5	jatkuvasti
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	4	suuren luun murtuma, vaikea sairaus
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Turvallisuustoimenpide:

Koneen pääkäyttäjä tekee mittaukset käyttämällä tarkoitukseen varattuja turvallisia työkaluja. Mittaaja ulottuu vaara-kohtaan vain työkaluilla. Koneen vaara-alue merkitään keltaisella viivalla.

Jäljelle jäävä riski:	20	siedettävä
- Todennäköisyys	1	hyvin epätodennäköinen
- Altistumisen taajuus	5	jatkuvasti
- Mahdolliset pahimmat seuraukset	4	suuren luun murtuma, vaikea sairaus
- Altistujien määrä	1	tapaturma 1-2 hlöä

Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi

Mittaustyön aikana majakassa punainen valo.

Toteutus, vastuuhenkilö:Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: **SIL-luokka:****VAARATEKIJÄLUETTELO:****Vaaratekijä ja -tilanne**

19

Uusi. Vaakojen kalibrointi. Puristumisvaara, iskuvaara ja leikkautumisvaara.

Riskin taso

- Todennäköisyys
- Altistumisen taajuus
- Mahdolliset pahimmat seuraukset
- Altistujien määrä

Turvallisuustoimenpide:**Jäljelle jäävä riski:**

- Todennäköisyys
- Altistumisen taajuus
- Mahdolliset pahimmat seuraukset
- Altistujien määrä

Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi**Toteutus, vastuuhenkilö:**

Turvallistaminen ohjauksjärjestelmän avulla: o

SIL-luokka:

VAARATEKIJÄLUETTELO:**Vaaratekijä ja -tilanne**

Tekstiä muutettu. Asiattomien henkilöiden oleskelu testauslaitteen toiminta-alueella.

20

Riskin taso

- | | | |
|-----------------------------------|-----------|---|
| | 80 | korkea |
| - Todennäköisyys | 5 | voi sattua yhtä hyvin kuin jäädä tapahtumatta |
| - Altistumisen taajuus | 4 | kerran tunnissa |
| - Mahdolliset pahimmat seuraukset | 4 | suuren luun murtuma, vaikea sairaus |
| - Altistujien määrä | 1 | tapaturma 1-2 hlöä |

Turvallisuustoimenpide:

Koneen vaara-alue rajataan siirrettävillä aidoilla ja merkitään koneen ympärille maalatulla keltaisella viivalla. Pääkäyttäjä valvoo, ettei henkilöitä ole laitteen vaara-alueelle.

Jäljelle jäävä riski:

- | | | |
|-----------------------------------|-----------|-------------------------------------|
| | 16 | siedettävä |
| - Todennäköisyys | 1 | hyvin epätodennäköinen |
| - Altistumisen taajuus | 4 | kerran tunnissa |
| - Mahdolliset pahimmat seuraukset | 4 | suuren luun murtuma, vaikea sairaus |
| - Altistujien määrä | 1 | tapaturma 1-2 hlöä |

Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi

Varoituskyltit aidoihin. Ohjeet ja käyttökoulutus.

Sivu 13

Toteutus, vastuhenkilö:

Turvallistaminen ohjausjärjestelmän avulla: o

SIL-luokka: