



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Oili Tamminen

HENKILÖSUOJAUS TEHOMUUNTA-  
JIEN SÄHKÖMITTAUKSISSA LASER-  
SKANNEREIDEN AVULLA

Tekniikka  
2016

## TIIVISTELMÄ

|                    |   |
|--------------------|---|
| Tekijä             | Oili Tamminen   |
| Opinnäytetyön nimi | Henkilösuojaus tehomuuntajien sähkömittauksissa laser-skannereiden avulla |
| Vuosi              | 2016  |
| Kieli              | suomi   |
| Sivumäärä          | 57+ 26 liitettä   |
| Ohjaaja            | Vesa Verkkonen  |

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin ABB Oy:n muuntajatehtaalle Vaasaan. Työn tarkoitus oli suunnitella laser-skannerisuojaus tehomuuntajien koestukseen. Laser-skannerin avulla suojataan ihmistä koskettamasta jännitteisiä osia koestuksen aikana. Suojaus toteutetaan turvallisuussäännöksiä noudattaen. Työssä tutkittiin myös turvallisuus- ja laboratoriestandardeja.

Laitteiden edustajan avulla saatiin lisätietoja skannereista ja niiden ominaisuuksista. Muilla tehtailla käytössä olevat laser-skannerit soveltuvat tehdasolosuhteisiin ja ovat helppokäyttöisiä. Tämän vuoksi valittiin saman laitevalmistajan (SICK) laitteet. Laitteiden toiminta todettiin toimivaksi eri variaatioissa. Laser-skannereiden käyttö ei saa hidastaa merkittävästi tuotantoa ja muuntajille tehtäviä mittauksia.

Opinnäytetyön tuloksena tarvittavat kytkentäkuvat, sekä ohjeet on suunniteltu valmiiksi hankintaa varten. Laser-skannerit saadaan tilaukseen syksyn 2016 aikana.

## ABSTRACT

|                    |   |
|--------------------|---|
| Author             | Oili Tamminen   |
| Title              | Laser scanner for personal protection during power transformer electrical testing |
| Year               | 2016  |
| Language           | Finnish   |
| Pages              | 57+26 Appendices  |
| Name of Supervisor | Vesa Verkkonen  |

---

This thesis was made for the ABB Oy Transformers factory in Vaasa, Finland. The objective of this thesis was to design a laser scanner protection system for electrical testing of power transformers. The task of the laser scanner is to protect a person from touching the live parts during the electrical testing. The protection was made by following the Occupational Health and Safety requirements of ABB. The national safety and laboratory standards were also taken under investigation.

The representative of the laser scanner supplier (SICK) showed the main details and functionality of the device. As ABB is using the same type of laser scanner in many factories, the device of this manufacturer was selected. This scanner is easy to use and designed for factory environment. The operations of scanner was tested and investigated in all models. One of the main concerns was to find a suitable procedure so that the use of laser scanner protection does not slow down the measuring process and throughput time of the production.

The circuit diagrams, instructions and procedures are ready. The laser scanner and additional needed components are listed for later acquisition so that the system can be taken in operation in autumn 2016.

---

Keywords                      Laser scanner, safety, electrical testing and requirements

## LYHENTEET

BU = Business Unit, liiketoimintayksikkö

SPT = Small power transformer, pieni tehomuuntaja

PG = Product group, tuoteryhmä

OHS = Occupational health and safety, ammatillinen/työperäinen turvallisuus

EFI = Enhanced function interface, tehostettu toiminnallinen liitäntä

OSSD = Output signal switching device, signal output of the protective device that is used to stop the dangerous movement, ulostulosignaalin kytkentälaitte, ulostulosignaali suojattavalta laitteelta, jota käytetään katkaisemaan vaarallinen liike

EDM = External device monitoring, ulkoinen valvonta

CDS = SICK Configuration & Diagnostic Software, SICK-konfigurointi ja vianmääritysohjelma

tB= Basic response time, vasteaika

TMFA= Supplement time due to multiple sampling, lisäaika moninkertaiseen näytteen otantaan

TEFI=Supplement time for the usage of external OSSD via EFI, lisäaika käytettäessä tehostettua toiminnallista liitäntää

T<sub>s</sub>= Response time, kokonaisvasteaika

## SISÄLLYS

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | JOHDANTO.....   | 10 |
| 2 | ABB.....  | 11 |
|   | 2.1 ABB maailmalla.....   | 11 |
|   | 2.2 ABB Suomessa.....   | 11 |
| 3 | TARPEIDEN KARTOITUS.....  | 14 |
|   | 3.1 Koekentän mittaukset.....                                   | 14 |
|   | 3.2 Puolivalmismittausten tarkoitus.....                        | 15 |
| 4 | MÄÄRITELMÄT.....  | 17 |
| 5 | TURVALLISUUS.....   | 19 |
|   | 5.1 Työturvallisuus ja sähkötyöturvallisuus työntekijöillä..... | 19 |
|   | 5.1.1 Koekentät.....  | 19 |
|   | 5.1.2 Muuntosuhde- ja puolivalmismittaus.....                   | 22 |
| 6 | NYKYISET SUOJAUSMENETELMÄT.....                                 | 23 |
|   | 6.1 Puolivalmismittauksessa.....                                | 23 |
|   | 6.2 Koekentällä.....  | 24 |
| 7 | PARANNUSEHDOKSET.....   | 25 |
| 8 | RISKIT MUUNTAJIEN MITTAUKSISSA.....                             | 28 |
|   | 8.1 Fyysiset riskitekijät.....                                  | 28 |
|   | 8.2 Kemiaalliset ja biologiset vaaratekijät.....                | 29 |
|   | 8.3 Mekaaniset riskit.....                                      | 30 |
| 9 | LASER-SKANNERI.....   | 31 |
|   | 9.1 Yleistä.....  | 31 |
|   | 9.2 Laitteiden valinta.....                                     | 31 |
|   | 9.2.1 SICK S3000.....   | 33 |
|   | 9.2.2 SICK S300.....  | 36 |
|   | 9.2.3 SICK S300 Mini.....                                       | 38 |
|   | 9.3 Perustelut ehdotetun malliin valintaan.....                 | 38 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 9.4 SICK-sarjan lisälaitteet ..... | 39 |
| 10 MALLIKAPPALE .....              | 44 |
| 11 ONGELMAKOHDAT .....             | 46 |
| 12 KAIKKI TARVIKKEET.....          | 47 |
| 13 KUSTANNUKSET .....              | 49 |
| 14 LAITTEIDEN YHDISTÄMINEN.....    | 50 |
| 14.1 Koekentät .....               | 50 |
| 14.2 Puolivalmismittaukset.....    | 50 |
| 15 ASETETUT ALUEET .....           | 54 |
| 16 LOPPUPÄÄTELMÄT .....            | 55 |
| LÄHTEET.....                       | 56 |

## KUVALUETTELO

|   |    |
|---|----|
| <b>Kuva 1.</b> ABB:n muuntajatehtaat maailmalla. /3/ .....  | 11 |
| <b>Kuva 2.</b> Esimerkkikuva muuntajasta. /3/.....  | 13 |
| <b>Kuva 3.</b> Esimerkkikuva muuntajasta ennen säiliöintiä. /3/ .....                                 | 13 |
| <b>Kuva 4.</b> Esimerkkikuva suojausalueista. ....  | 20 |
| <b>Kuva 6.</b> Vaarakohtien merkinnät. /4/ .....  | 21 |
| <b>Kuva 7.</b> Varoitusvalo resistanssimittauksessa, joka ilmaisee mittauksen olevan käynnissä. ....  | 23 |
| <b>Kuva 8.</b> Huomiovalo muuntosuhdetta mitattaessa, joka ilmaisee mittauksen olevan käynnissä. .... | 23 |
| <b>Kuva 9.</b> Syöttölaitevaunun kanssa käytettävä kuparikisko. ....                                  | 24 |
| <b>Kuva 10.</b> Skannausalueet /11/ .....   | 26 |
| <b>Kuva 11.</b> SICK- sarjan laser-skannerit. Vasemmalta S3000, S300Mini ja S300. /18/ .....          | 32 |
| <b>Kuva 12.</b> Turvavaloverhon toiminta, lähetin ja vastaanotin. /19/ .....                          | 33 |
| <b>Kuva 13.</b> S3000-rakenne. /8/ .....  | 34 |
| <b>Kuva 14.</b> SICK S3000-skannausalue. /8/ .....  | 35 |
| <b>Kuva 15.</b> S3000 paneeli. /8/ .....  | 35 |
| <b>Kuva 16.</b> SICK S300-skannausalue. /20/ .....  | 36 |
| <b>Kuva 17.</b> S300 rakenne. /20/ .....  | 37 |
| <b>Kuva 18.</b> S300 paneeli. /20/ .....  | 37 |
| <b>Kuva 19.</b> S300 Mini /21/ .....  | 38 |
| <b>Kuva 20.</b> 20 m kaapeli, jossa kiinteästi järjestelmäliitin laser-skannerille. ....              | 40 |
| <b>Kuva 21.</b> Järjestelmäliitin laser-skanneriin.....   | 41 |
| <b>Kuva 22.</b> PC:n ja S3000-laser-skannerin välinen kaapeli. ....                                   | 41 |
| <b>Kuva 23.</b> Suojarele UE10-S30 /22/ .....   | 42 |
| <b>Kuva 24.</b> Releen sisäinen toimintakaavio. /22/ .....  | 42 |
| <b>Kuva 25.</b> Mallikytäkentäkuva, jossa .....   | 44 |
| <b>Kuva 26.</b> Varoituskyltti puolivalmismittauksiin. ....   | 47 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Kuva 27.</b> Puolivalmismittauksissa käytettävä varoitusvalo. ....  | 48 |
| <b>Kuva 28.</b> External-liitin 4-napainen. /23/.....  | 51 |
| <b>Kuva 29.</b> 4-napaisen external-liittimen kytkentämahdollisuus. /23/.....                                | 51 |
| <b>Kuva 30.</b> External-liitin 4 navalla, ei mahdollisuutta jännitteen katkaisuun. /23/51                   |    |
| <b>Kuva 31.</b> External-liitin, jossa 6 napaa. /23/.....  | 52 |
| <b>Kuva 32.</b> Tässä 6-napaisessa external-liittimessä on mahdollisuus jännitteen<br>katkaisuun. /23/ ..... | 52 |



## TAULUKKOLUETTELO

|  |    |
|--|----|
| <b>Taulukko 1.</b> Suojien etäisyydet. /4/ .....   | 20 |
| <b>Taulukko 2.</b> Kehon kautta kulkeva sallittu menevä virta $I_B$ kestoajan funktiona.<br>/12/ ..... | 28 |
| <b>Taulukko 3.</b> Suuntaa antava hinnasto laser-skanneri vaihtoehdoista.....                          | 39 |
| <b>Taulukko 4.</b> Koekäyttöön saatujen laitteiden hinnasto.....                                       | 45 |
| <b>Taulukko 5.</b> Etran tuotteet. ....  | 49 |

## 1 JOHDANTO

ABB on laatinut ja asettanut sisäisiä turvallisuusvaatimuksia ja -määräyksiä. Opin- näytetyössä tuli ottaa huomioon turvallisuusohjeet ja -määräykset sekä työn aikana esiin tulleet ehdotukset turvallisuuden parantamiseksi. Työn tarkoitus oli suunnitella laser-skannerisuojaus tehomuuntajien koestukseen ABB:n muuntajatehtaalle Vaasaan.

Laser-skannerin tehtävä on suojata ihmistä koskettamasta jännitteisiä osia mittaus- ten aikana. Laser-skannerit tulevat parantamaan työturvallisuutta, joka on ABB:llä otettu huomioon kaikessa toiminnassa. Laitteen asennuksesta vastaa ABB:n yhteis- työkumppani.

## 2 ABB

### 2.1 ABB maailmalla

ABB on yksi suurimmista sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymistä, jonka tuotteet, palvelut ja järjestelmät parantavat asiakkaiden kilpailukykyä ympäristömyönteisesti. ABB: palveluksessa työskentelee noin 140 000 henkilöä 100 maassa, joista Suomessa 5 200. Liikevaihto on noin 2,1 miljardia euroa, ja vuonna 2014 tutkimukseen ja tuotekehitykseen käytettiin 204 miljoonaa euroa. /1, 2/

ABB yhtiö on perustettu vuonna 1988 ja pääkonttori sijaitsee Zurichissa Sveitsissä. Pääjohtajana toimii Joe Hogan. Maailmanlaajuisesti ABB:n muuntajasektori työllistää 16 000 henkilöä 27 maassa ja 55 paikkakunnalla. /1, 2/



**Kuva 1.** ABB:n muuntajatehtaatta maailmalla. /3/

### 2.2 ABB Suomessa

Suomessa ABB toimii noin 21 paikkakunnalla. Tehdaskeskittymät sijaitsevat Helsingissä, Vaasassa ja Porvoossa. Suomen tärkeimmillä paikkakunnilla on erikoistuttu seuraaviin toimeksiantoihin:

- Helsinki, Pitäjänmäki: moottorit, generaattorit, taajuusmuuttajat, energianhallinta-, linjakäyttö-, sähköistys-, ja instrumentointiratkaisut, tehdastietojärjestelmät ja kunnossapitopalvelut
- Helsinki, Vuosaari: sähköistys- ja automaatoratkaisut meriteollisuuteen, Azipod® -ruoripotkurijärjestelmät
- Vaasa: moottorit, erikoismuuntajat, kytkintuotteet, releet, sähkönverkon ohjaus, valvonta ja automaatio, sähkönsiirto- ja jakelujärjestelmät, energianhallinta-, linjakäyttö-, sähköistys- ja instrumentointiratkaisut sekä tehdastietojärjestelmät
- Porvoo: sähköasennustuotteet

Suomessa ABB on yksi suurimmista teollisista työnantajista, pääkaupunkiseudulla suurin. ABB työllistää Suomessa 5200 henkilöä. Muuntajien valmistus aloitettiin Helsingissä vuonna 1914. Valmistus siirtyi Vaasaan 1947. Muuntajatehdas työllistää Vaasassa noin 300 henkilöä vuonna 2016. /1,3/



**Kuva 2.** Esimerkkikuva muuntajasta. /3/



**Kuva 3.** Esimerkkikuva muuntajasta ennen säiliöintiä. /3/

### 3 TARPEIDEN KARTOITUS

Muuntajatehtaalla noudatetaan SFS-EN50191–standardia /4/. Standardia sovelletaan muuntajatehtaan sisäisten ohjeiden lisäksi. Laser-skannerisuojuuksella parannetaan turvallisuutta tehdasolosuhteissa. Health and Safety Requirements for Electrical Testing 1LAA000050 –ohjeessa /5/ on mainittu laser–skannereiden käyttösovelluksia ja nyt ABB:n ohje vaatii laser–skannereiden käyttöä henkilösuojauksessa.

OHS:n, Occupational Healthy and Safety, ammatillisia/työperäisiä turvallisuus ohjeita verrattaessa ABB:lla sovellettuihin käytäntöihin havaittiin myös muita puutteita, jotka liittyvät turvallisuuteen ja turvallisuusmääräyksiin. Esimerkiksi puoli-valmismittauksissa käytettävän varoalueen aita on OHS:n ohjeiden mukaan varustettava varoituskyltein. ABB:llä käytössä oleva pelkkä varoitusvalo ei ole tarpeeksi huomiota herättävä. /5/

#### 3.1 Koekentän mittaukset

Koekentällä tehdään tehomuuntajille erilaisia mittauksia. Esimerkkejä on lueteltu alla sekä esitelty, mitä mittauksissa tehdään ja mikä on mittausten tarkoitus.

- Käämiresistanssimittaus

Muuntajan jokaisen käämityksen kaikilta vaiheväleiltä mitataan resistanssit tasavirralla. Mittaus tehdään kaikissa kytkennöissä ja kaikissa säätöasenoissa. Mittauksella varmistetaan, että käämitykset on kytketty oikein.

- Kuormitushäviö- ja oikosulkumittaus

Oikosulkumittauksessa määritetään muuntajan kuormitushäviöt, oikosulkuimpedanssi nimellistaajuudella ja nimellisvirralla. Mittaukset tehdään jokaiselle käämitysparille erikseen.

- Tyhjäkäyntimittaus

Tyhjäkäyntimittauksella määritellään tyhjäkäyntihäviöt  $P_0$  ja tyhjäkäyntivirta  $I_0$ . Mittaukset tehdään nimellistaajuudella ja nimellisjännitteellä.

- Ylijännitekoe

Ylijännitekokeen tarkoituksena on antaa riittävä varmuus, että muuntaja kestää käytössä esiintyvät käyttöjännitteet, hetkelliset ylijännitteet ja kytkentäylijännitteet. Ylijännitekokeella testataan kierrosten välinen eristys. Koe suoritetaan kaksinkertaisella nimellisjännitteellä ja taajuus on nimellistaajuutta suurempi, jotta muuntajan rautasydän ei ylimagnetoidu.

- Eristyskoe

Eristyskokeella saadaan varmuus, että muuntajan käämitysten väliset sekä maan väliset eristykset kestävät käyttöjännitteen, hetkellisen ylijännitteen ja kytkentäylijännitteen.

- Muuntosuhdemittaus ja kytkentäryhmän tarkistus

Muuntosuhdemittauksella tarkistetaan, ettei muuntosuhde ylitä muuntajastandardiin sidottua toleranssia. Muuntajan muuntosuhde on jännitteiden suhde tyhjäkäynnissä. Mittauksessa todetaan myös muuntajan kytkentäryhmä. /3/

### 3.2 Puolivalmismittausten tarkoitus

Puolivalmismittauksessa mitataan muuntajan aktiiviosa ennen kuin aktiiviosa nostetaan muuntajasäiliöön. Mitatut tulokset kirjoitetaan tarkastuskorttiin. Puolivalmismittauksiin kuuluu seuraavat mittaukset:

- Muuntosuhdemittaus

Muuntosuhde ja kytkentäryhmä tarkistetaan ennen muuntajan kuivausta, jolloin voidaan reagoida mahdollisiin kytkentävirheisiin tai kierrosvirheisiin käämeissä.

- Käämiresistanssimittaus
- Sydämen eristysresistanssimittaus

Varmistetaan sydämen ja palkkien eristysten kunto sekä tarkistetaan maadoitukset. /6,7/



## 4 MÄÄRITELMÄT

Tässä kappaleessa kerrotaan keskeisiä määritelmiä eri paikoista ja olennaisista käytetyistä sanoista.

Testauspaikka on paikka, jossa on tarkoituksenmukaisesti tunnistettavissa oleva testauslaitteisto. Testauspaikat jaetaan kahteen osaan, kosketukselta automaattisesti suojatut ja niihin, joissa ei ole automaattista suojausta.

Testauspaikassa, jossa on automaattinen kosketussuojaus, jännitteiset osat on suojattu koskettamiselta jännitteen ollessa päällä. Ilman automaattista kosketussuojausta kaikki jännitteiset osat eivät ole suojattu, kun jännitteet ovat päällä.

Testauslaboratorio on työalue, jossa on ainakin yksi testauslaitteisto suljetussa erillisessä tilassa.

Tutkimuslaitos on paikka, jossa on välineet ja tarvikkeet tehdä erilaisia kokeita ja tutkimuksia. Siellä ei tehdä rutiinitestejä.

Kielletty alue on alue, joka on jännitteisten osien ympärillä. Alueelle ei saa olla pääsyä, kun jännitteet ovat päällä ja jännitteisiä osia ei ole kosketussuojattu täydellisesti.

Varoitusvalot ovat valoja, jotka on selkeästi nähtävissä testausalueen rajojen ulkopuolelta ja näyttävät punaista tai vihreää valoa ilmoittaakseen testausalueen sisällä vallitsevan käyttötilanteen.

Riski on yhdistelmä vaaratilanteiden ja mahdollisten henkilövahinkojen vaaroista.

Vasteaika on aika, joka kuluu siitä hetkestä, jolloin tunnistettava kohde tulee turvakenttään ja turvalähdöt vaihtavat tilaa on/off.

Suojausalue on alue, jota laser-skanneri suojaa. Suojausalueelle mentäessä laser-skanneri katkaisee jännitteen kohteesta.

Hälytysalue on alue, jolla laser-skanneri antaa varoituksen alueelle menosta oranssilla valolla. Hälytysalue ei riitä yksinään suojaamaan henkilöitä, koska hälytystilassa ei ole jännitteen katkaisumahdollisuutta. /4, 8/

## 5 TURVALLISUUS

### 5.1 Työturvallisuus ja sähkötyöturvallisuus työntekijöillä

Jokaisen sähköitä tekevän ABB:n työntekijän täytyy suorittaa hätäensiapu- ja sähköturvallisuuskoulutus. Koulutus on ABB:n politiikan mukaan uusittava kolmen vuoden välein. Tällöin koulutus on uusittava tai työlupa evätään. Koestusalueilla saa työskennellä vain ne henkilöt, joiden työtehtävät sitä vaativat ja, joilla on asianmukainen koulutus ja perehdytys. Jokaiseen työkohteeseen nimetään henkilö, joka on vastuussa työturvallisuuden noudattamisesta.

”Sähköiskun tai valokaaren vaaraa aiheuttavissa sähköalan töissä täytyy jokaiseen työkohteeseen nimetä henkilö valvomaan työnaikaista sähköturvallisuutta. Tätä henkilöä kutsutaan työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojaksi. Hänen tulee olla itsenäiseen työhön kykenevä sähköalan ammattihenkilö.” /9/

”Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan tulee itse olla työkohteessa, jotta hän pystyy valvomaan turvallisuutta. Valvonnan määrittely on yleensä tehtävä kirjallisesti, jos työkohteessa työskentelee usean työnantajan työntekijöitä. Valvoja on nimettävä viimeistään silloin, kun sähkölaitteistoon on mahdollista kytkeä tai kytkeytyä jännite.” /9,10/

#### 5.1.1 Koekentät

Koekentät on rakennettu niin, että koekenttä erotetaan muista työskentelyalueista ja kulkuteistä aidalla. Aitausten tehtävänä on estää ulkopuolisten henkilöiden pääsy testausalueelle sekä estää kurkottelu ja ulottuminen mittauslaitteisiin. Aidoilla varmistetaan, että jännitesuojaetäisyydet täyttyvät.

Aita on johtavaa materiaalia, joka on maadoitettava erikseen tai on käytettävä muita toimenpiteitä vikasuojaukseen. Aitaan on laitettu merkkivalot, jotka syttyvät punaiseksi mittauksen ollessa käynnissä.

Muuntajan tai testauslaitteiden suojaetäisyydet alueella on määritelty taulukossa 1.

**Taulukko 1.** Suojien etäisyydet. /4/

| Vaarakohdan etäisyys lattiasta  | Suojauksen (suojausten) yläreunan etäisyys b mm |       |       |       |       |       |       |       |
|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | 1 000   | 1 200 | 1 400 | 1 600 | 1 800 | 2 000 | 2 200 | 2 400 |
| Vaakasuuora etäisyys c suojauksen (suojausten) ja vaarakohdan välillä |   |       |       |       |       |       |       |       |
| mm  | mm  |       |       |       |       |       |       |       |
| 2 400   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |
| 2 200   | 600   | 600   | 500   | 500   | 400   | 350   | 250   |       |
| 2 000   | 1 100   | 900   | 700   | 600   | 500   | 350   |       |       |
| 1 800   | 1 100   | 1 000 | 900   | 900   | 600   |       |       |       |
| 1 600   | 1 300   | 1 000 | 900   | 900   | 500   |       |       |       |
| 1 400   | 1 300   | 1 000 | 900   | 800   | 100   |       |       |       |
| 1 200   | 1 400   | 1 000 | 900   | 500   |       |       |       |       |
| 1 000   | 1 400   | 1 000 | 900   | 300   |       |       |       |       |
| 800   | 1 300   | 900   | 600   |       |       |       |       |       |
| 600   | 1 200   | 500   |       |       |       |       |       |       |
| 400   | 1 200   | 300   |       |       |       |       |       |       |
| 200   | 1 100   | 200   |       |       |       |       |       |       |

Alle 1000 mm arvoja yläreunan etäisyydelle b ei määritellä, koska ne eivät lyhennä käden ulottuvuutta ja koska lisäksi voisi esiintyä vaara putoamisesta testausalueelle.

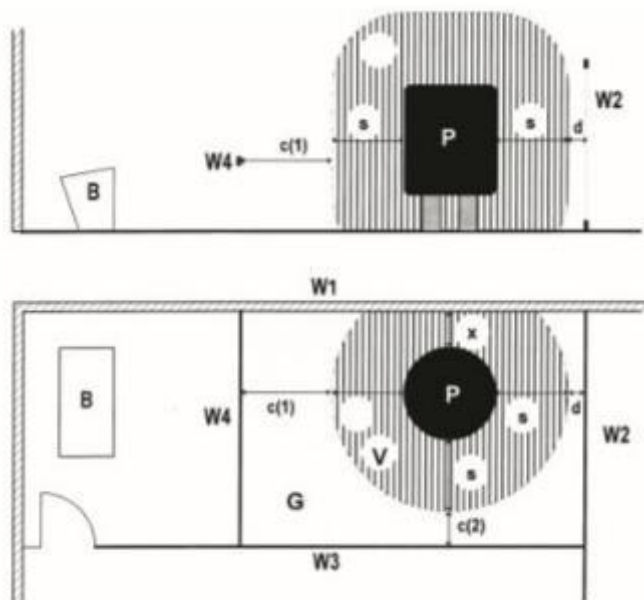
Suojukset esim. köydet, koljut tai puomit pitää kiinnittää 1000 mm ja 1400 mm väliselle korkeudelle lattiasta. Minimikorkeus lattiasta (riippuma) ei saa pudota alle 800 mm.



**Kuva 4.** Esimerkkikuva suojausalueista.

Kuvan 4 suojausalueet:

- vaarakohdan korkeus lattiasta (vaarakohta on se kohta kielletyn alueen rajalla, johon on lyhin etäisyys suojauksen reunasta)
- suojauksen reunan korkeus
- vaakasuuora etäisyys suojauksen reunan ja vaarakohdan välillä. /4/



#### Merkinnät

- P Testauskohde, tässä jännitteisen kohteen ympärillä 2 200 mm korkea
- V Kielletty alue
- G Testialue
- B Käyttöpöytä
- W Testialueen erottavat suojaukset:
- W1 Kiinteä seinä, korkeus = sisäkorkeus
- W2 Verkkoaita, korkeus 2 400 mm
- W3 verkkoaita, korkeus 1 800 mm
- W4 Suojus, rakenteeltaan puomi, nauha, ketju tai köysi, korkeus 1000 mm
- s Taulukon A.2 mukainen etäisyys
- c Taulukon A.3 mukainen vaakasuora etäisyys
- d Taulukon A.4 mukainen etäisyys
- x Etäisyys > ylilyöntietäisyys (= s/2)

#### Kuva 5. Vaarakohtien merkinnät. /4/

Suojauksen, tässä tapauksessa aitojen, on oltava yli 1800 mm korkeita. Aidan tai portin ovelta on oltava kyltti: ”Pääsy ilman lupaa kielletty”. Jännitteiden ollessa

alle 1000 V voidaan käyttää ketjuja, nauhaa tai puomeja. Tämä koskee puolivalmismittauksia. Nauhan korkeus on oltava 1000-1400 mm. /4/

### **5.1.2 Muuntosuhde- ja puolivalmismittaus**

Muuntosuhde- ja puolivalmismittaukset suoritetaan koekenttien ulkopuolella ja kiinteään aitaan ei ole tällöin mahdollisuutta. Mittaukset suoritetaan siirrettävien aitojen ja merkkivalon kanssa.

Siirrettäviä rajaustolppia on ympäri tehdasta, ja ne voi hakea omasta ruudustaan työpisteelle.

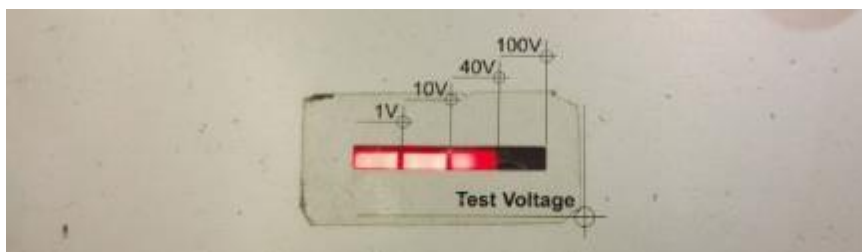
## 6 NYKYISET SUOJAUSMENETELMÄT

### 6.1 Puolivalmismittauksessa

Nykyiset suojausmenetelmät puolivalmismittauksissa ovat valo mittalaitteessa ja koottava aita. Aitaan kuuluu 4-8 rajaustolppaa, joiden välille vedetään nauha. Nauhan etäisyys 1,2 m muuntajasta on määritetty ohjeessa 1LAA000050 /5/. Kun mitaaja suorittaa muuntajalle tarvittavia mittauksia, niin muuntajien pinta-alat ovat 2-40 m<sup>2</sup>. Mittaajan on mahdotonta nähdä muuntajan toiselle puolelle. Tämän vuoksi parannukseksi suunnitellaan laser-skannerijärjestelmä, jonka avulla voidaan valvoa syntyvää kuollutta kulmaa ja ehkäistä ennalta vaaratilanteet. Mittarissa on punainen vilkkuva valo, joka kertoo mittauksen olevan käynnissä. Puolivalmismittauksissa muuntaja maadoitetaan muuntajan aktiiviosan kautta, mikä ei edellytä erillisiä toimenpiteitä mitaajalta. /5/



**Kuva 6.** Varoitusvalo resistanssimittauksessa, joka ilmaisee mittauksen olevan käynnissä.



**Kuva 7.** Huomiovalo muuntosuhdetta mitattaessa, joka ilmaisee mittauksen olevan käynnissä.

## 6.2 Koekentällä

Koekenttien ympärillä on kiinteä tai pyörillä kulkeva siirrettävä aita. Aidassa on punaiset merkkivalot, jotka ovat päällä mittauksen ollessa käynnissä. Koekentillä maadoitukset tehdään kuparikiskon avulla. Aina kun muuntaja tuodaan kentälle, se laitetaan puristimen avulla, jossa on harjakaapeli kiinni, maadoituskorvasta maihin.

Käytettäessä tehoanalysointia syöttölaitevaunu maadoitetaan maadoituspultin avulla, maadoitus viedään maadoituskiskoon. Syöttölaitevaunua käytetään esimerkiksi kuristimien mittauksessa. Laitetta käytetään myös puolivalmismittauksissa, kun mitataan impedanssia ja virranjakoa. Syöttölaitevaunua käytettäessä käytetään erillistä kiskomaadoitusta.



**Kuva 8.** Syöttölaitevaunun kanssa käytettävä kuparikisko.

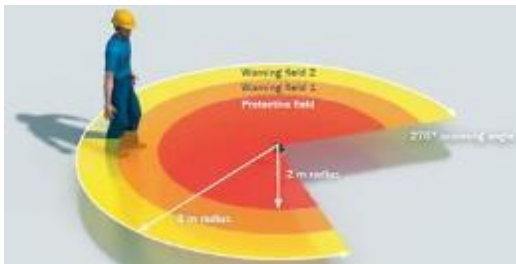


## 7 PARANNUSEHDOKSET

ABB:n säännösten nojalla laser-skannerit edesauttavat ja parantavat työturvallisuutta. Laser-skannerin avulla voidaan suojata muuntajan kuollutta kulmaa puolivalmismittauksissa. Laser-skanneri asetetaan sille räätälöityyn pylvääseen. Pylväs laitetaan turva-aidan kulmaan. Skannerin asettelualueeksi asetellaan 90°, joka skannaa puolivalmismittauksissa aitojen mukaista aluetta.

Koekentillä laser-skanneri asetetaan pääsääntöisesti muuntajan kanteen. Skannerin suojausalueiden asettelu koekentillä on haastavampaa, koska skannattavalla alueella on useimmiten mm. paisuntasäiliö, radiaattorit ja läpiviennit, jotka voivat olla myös muuntajan kyljissä tai päädyissä. Tällöin esiohjelmoitujen skannattavien turva-alueiden käyttö ei ole tarkoituksenmukaista ja alueelle voi joutua ohjelmoimaan oma skannausalue. Työssä pohdittiin myös muita vaihtoehtoja. Erääksi keinosi hahmottui liiketunnistin, jonka käyttöä ei tässä työssä tutkittu, koska ABB:n turvallisuusohje määrää käyttämään laserskannereita.

Puolivalmismittauksia koskevissa määräyksissä määrätään käyttämään laser-skannereita. Laser-skannereiden käyttö on haasteellista, koska tehtaan pohjapiirros muuttuu usein ja erillistä mittauspaikkaa puolivalmismittauksiin ei ole. Tämä asettaa haasteen, pystytäänkö noudattamaan 1,2 m aidan etäisyyttä muuntajasta ja ehtiikö laser-skanneri toimia riittävän nopeasti. Suojausaluetta ja hälytysaluetta ei voida asetella kovin leveäksi, koska tila on rajallinen ja aita mahdollisuuksien mukaan 1,2 m päässä.



**Kuva 9.** Skannausalueet /11/

Jos mittauksen ollessa käynnissä henkilö astuu hälytysalueelle ja heti seuraavalla askeleella suojausalueelle, ehtiikö laser-skannerin lähettämä infrapunasignaali tulemaan takaisin laser-skannerille ja antamaan jännitteen katkaisukäskyn suojausalueelle? Henkilön astuessa toisen askeleen suojausalueella hän on jo kosketuksessa koestettavaan muuntajaan. Saako laser-skannerin asetettua riittävän herkäksi ja toimimaan samalla tarpeeksi nopeasti, jotta suojaus toimii onnistuneesti.

Koekentillä suurimmaksi ongelmaksi muodostuvat syöttökaapelit. Saako laser-skannerin asettelualueet tehtyä niin, että siihen jää rako meneville johdoille ja täytyykö jokaiseen muuntajaan konfiguroida erikseen oma alue? Ehdotetussa mallissa on mahdollisuudet tehdä kahdeksan valmista aluetta. Kokeilemalla saatiin testattua laser-skannerin herkkyys. Herkkyys asetetaan kohdasta CDS ”Resolution”. Testauksessa testattiin, kuinka muuntajan suojaus saadaan toteutettua koekentillä, huomaako laite putoavan johdon vai ei ja havaitseeko laser-skanneri herkkyysasettelun jälkeen myös karpäset ja tehtaaseen eksyneet linnut? Jos herkkyyttä vähennetään, esimerkiksi pitkän lämpökokeen katkeamisen estämiseksi karpästen lentojen vuoksi, niin onko suojaus enää tarpeeksi kattava estääkseen, esimerkiksi johtojen putoamisen jännitteisenä kannelta?

Koekentille ei voida asettaa kiinteästi laser-skannereita skannaamaan mittausympäristöä, koska muuntajien mittauspaikat vaihtelevat. Muuntajat ovat erikoismuuntajia ja niiden koot ja ulkoiset muodot ovat erilaisia. Koekentille ei pääse ovista tai

portista ilman, että jännite laukeaa. Ainoastaan avaimella pääsee mittaushuoneesta, jos mittaukset vaativat alueella käyntiä. Avain on koestusta tekevällä henkilöllä.

## 8 RISKIT MUUNTAJIEN MITTAUKSISSA

Jokaiseen työhön liittyy omat riskinsä. Riskit on tiedostettava ja kartoitettava ennen työn aloittamista. Jos työ tuntuu työntekijästä liian vaaralliselta, hänellä on aina oikeus kieltäytyä työstä.

### 8.1 Fyysiset riskitekijät

Fyysiset riskit kohdistuvat ihmisen hyvinvointiin. Fyysiset riskit voidaan jakaa vielä pienempiin osa-alueisiin: fysikaalisiin-, ergonomisiin- ja henkisiin riskeihin. Business Unit –liiketoimintayksikön ohjeessa /5/ määritellään fyysiseksi riskitekijäksi mm. sähköiskut.

Sähköiskut aiheuttavat vaaratilanteita ihmisille. Pahin mahdollinen scenario on sähköiskusta johtuva kuolema. Sähköiskuista muodostuva sähkövirta aiheuttaa vammoja kehon kudoksiin sekä kehon ydintoimintoihin, sydämeen ja aivoihin. Sähkövirran haittavaikutukset kehossa riippuvat seuraavista tekijöistä: jännitteestä, virran kestoajasta ja voimakkuudesta sekä virran kiertotiestä kehossa.

**Taulukko 2.** Kehon kautta kulkeva sallittu menevä virta  $I_B$  kestoajan funktiona.

/12/

| Vian kestoaika | Kehon kautta kulkeva virta |
|----------------|----------------------------|
| s              | $I_B$<br>mA                |
| 0,05           | 900                        |
| 0,10           | 750                        |
| 0,20           | 600                        |
| 0,50           | 200                        |
| 1,00           | 80                         |
| 2,00           | 60                         |
| 5,00           | 51                         |
| 10,00          | 50                         |

Sähköiskuista johtuva sähkövirta aiheuttaa vammoja sekä kehon läpi kulkevan virran lämmittäessä kudoksia että vaikuttamalla kehon sähköisiin toimintoihin, erityisesti sydämessä ja aivoissa. Sähkövirran aiheuttamat lihaskouristukset voivat aiheuttaa kaatumisen ja vammautumisen. Sähköiskuun liittyvä valokaari voi aiheuttaa palovammoja.

Ergonomiset riskit viittaavat henkilöstön työskentelyoloihin. Työasennot ovat haastavia, sillä kaikki muuntajat ovat erilaisia ja työasennot sen mukaisia. Selälle ja hartioille työ on raskasta, koska työssä täytyy kurotella ja nostella erilaisia komponentteja. Työ rasittaa myös sormia ja ranteita. Muuntajan väliottokytkimen kääntely monta kertaa työvuoron aikana tuo oman rasituksensa. Työssä pyritään käyttämään erilaisia välineitä ja suojia, jotka parantavat ja helpottavat työskentelymukavuutta. Esimerkiksi polvillaan työskennellessä voidaan käyttää polvisuojia /13,14,15/

## **8.2 Kemialliset ja biologiset vaaratekijät**

Kemiallisia riskejä ovat erilaisten kemiallisten aineiden aiheuttamat riskit. Vaarallisia kemiallisia yhdisteitä, höyryjä, liuotusaineita, liimoja ja öljyjä käsitellessä täytyy suojautua määrätyillä suojarusteilla. Kemikaalien turvallinen käyttö työpaikalla edellyttää, että käytössä olevat kemikaalit on luetteloitu ja että niiden ominaisuuksista ja käyttöturvallisuudesta on esillä turvallisuutta koskevat ohjeet. Työntajalla on vastuu ilmoittaa kemiallisten aineiden vaaroista.

Haittavaikutukset kemiallisista vaikutuksista eivät välttämättä näy heti, ehkä vasta kymmenien vuosien kuluttua aineelle altistumisen jälkeen. Tämän vuoksi on tärkeää ennakoida ja suojautua käsiteltäessä erilaisia kemiallisia aineita. Useimmiten, kun vaaroja ja haittoja ei heti ilmaannu, ohjeita laiminlyödään.

Tulipalo lasketaan myös kemialliseksi riskiksi. Tulipalon voi aiheuttaa palo- ja räjähdysvaaralliset aineet. Hapettavat aineet voivat myös reaktiivisuutensa takia aiheuttaa vaaratilanteita työolosuhteissa. Sähkölaitteiden kunto ja niiden käyttötavat

vaikuttavat turvallisuuteen. Sähkölaitteiden säännöllinen huolto, korjaus ja kalibrointi ennaltaehkäisevät vikojen ja vaaratilanteiden syntymistä. /16,17/

### **8.3 Mekaaniset riskit**

Mekaanisia riskejä ovat putoaminen korkealta, erilaiset osumat, terävät pinnat muuntajassa, liukastuminen, kaatuminen ja työmatka.

Putoamissuojaimia käytetään kiivettäessä muuntajan kannelle tai kun ajetaan henkilönostimella. Putoamissuojaimet eli valjaat estävät putoamisen maahan asti. Ennen kuin muuntaja laitetaan omaan räätälöityyn koteloonsa, siinä on käämilangat vielä irrallaan, esimerkiksi käämin kierroksia mitattaessa. Ne voivat raapia työntekijää tai niihin voi jäädä kiinni. Tehtaassa on aina vaarana liukastua, kaatua tai kompastua. Muuntajia liikuteltaessa ja öljyjä käsitellessä, öljyä saattaa joutua lattioille. /5/

## **9 LASER-SKANNERI**

### **9.1 Yleistä**

Laser-skannerin toiminta perustuu skannerilta lähtevään infrapunapulssiin. Alue, joka muodostuu infrapunasäteen ja alueelle räätälöidyn skannauspinta-alan avulla, voidaan jakaa useampaan alueeseen: hälytysalue 1, hälytysalue 2 ja suojausalue, joka katkaisee piiristä jännitteen. Laite haarukoi sille asetettua aluetta, ja alueelle mentäessä laser-skanneri reagoi ensin varoitusvalolla mentäessä hälytysalueelle, ja mentäessä suojausalueelle jännite katkeaa laser-skannerin avulla. Laser-skannerin tehtävä ABB:n muuntajatehtaalla on suojata ihmistä koskettamasta jännitteistä osaa koestuksen aikana.

SICK-sarjan laser-skannerit on suunniteltu sisäkäyttöön, nimenomaan tehtaisiin suojaamaan henkilöitä ja esineitä. Laite ei reagoi, jos skannausalueelle heitetään esine. Se reagoi vain johonkin pidempiaikaiseen liikkeeseen skannatulla alueella. Laser-skanneri lähettää infrapunasignaalia skannausalueelle  $-5^{\circ}$ - $185^{\circ}$  kuvan 13 mukaisesti. Esimerkiksi, jos johtoa heiluttaa edestakaisin laser-skannerin säteessä, kahden tai useamman säteen on osuttava johtoon, jotta skanneri havahtuu. Yksi säteen osuma havaittuun kappaleeseen ei riitä jännitteen katkaisuun. Havahtumisnopeuteen vaikuttaa skannerin asettelualueet.

### **9.2 Laitteiden valinta**

Laser-skannerivalmistajia on monia ja eri vaihtoehtoja tutkittiin valmistajien kesken. Päätökseen vaikutti laitteen ominaisuudet ja laitteen helppokäyttöisyys. Päädettiin samaan valmistajaan kuin ABB:n muillakin tehtailla on käytössä. ABB:llä on käytössä SICK-sarjan tuotteita ja tämän vuoksi saman sarjan tuotteet valittiin muuntajatehtaalle. Sarjan tuotteet ovat monipuolisia ominaisuuksiltaan ja soveltuivat moniin eri käyttökohteisiin.

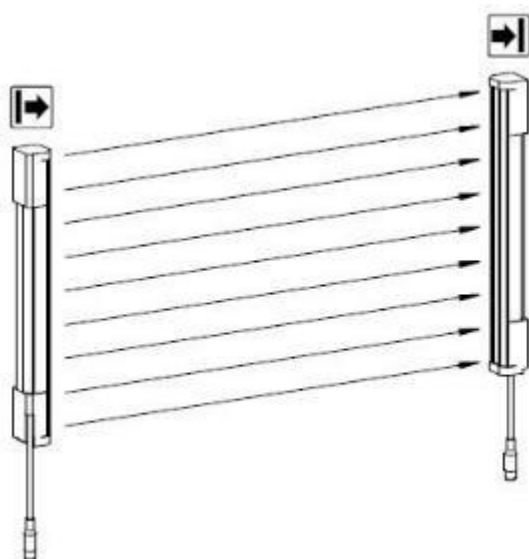
Tehtaalta oltiin yhteydessä muihin ABB:n tehtaisiin, joissa on käytössä laserskannereita. Sieltä saatiin tietoa skannereiden hyödyistä ja haitoista. Samalla kysyttiin myös, millä perusteella he ovat valinneet omat laitteensa. Lisätietoja saatiin Virginian muuntajatehtaalta USA:sta. He kertoivat valitsemistaan laitteista ja ratkaisuista puolivalmismittauksissa ja koekentillä lämpö- ja äänikokeissa.



**Kuva 10.** SICK- sarjan laser-skannerit. Vasemmalta S3000, S300Mini ja S300.  
/18/

Turvavaloverhot (Safety light curtains) olisivat olleet varteenotettava vaihtoehto, mutta ongelmaksi muodostui laitteiden asennus sekä se, että niistä ei ole siirrettävää mallia. Valoverhon lasersäde tarvitsee suoran yhteyden vastaanottajaan tai mahdolliseen heijastinpintaan. Vaasan tehtaassa ei ole mahdollista saavuttaa suoraa yhteyksiä ja etäisyyksiä heijastusta varten. Mikäli muuntajat olisivat jatkuvasti samassa paikassa koko ajan, valoverhoja voitaisiin harkita tehtaaseen. Valoverho sopii esimerkiksi leikkauslinjoille ja työstökoneiden läheisyyteen parantamaan työntekijän turvallisuutta.





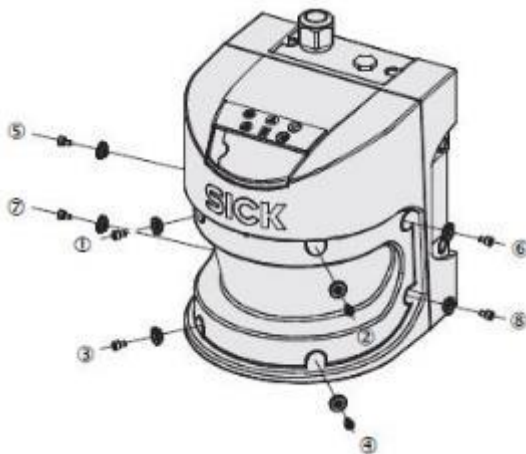
**Kuva 11.** Turvaloverhon toiminta, lähetin ja vastaanotin. /19/

Turvaloverhon toiminta perustuu infrapunasäteilyyn. Lähetin lähettää samansuuntaista säteilyä vastaanottajalle ja näin lähettimen ja vastaanottimen välille muodostuu turva-alue. Valoverho reagoi, kun se ei saa sädettyä lähetettyä vastaanottajalle. Valoverho on liitetty turvareleen tai -kontaktorin kautta piiriin, joka katkaisee jännitteen. /19/

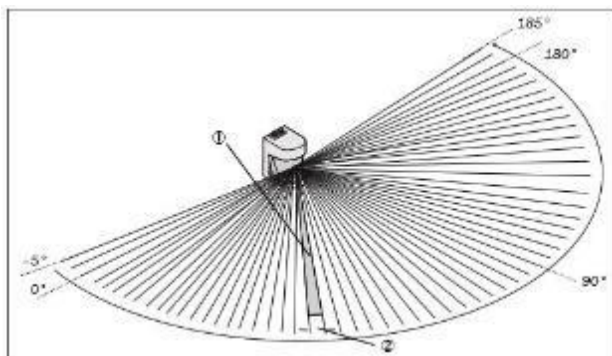
### 9.2.1 SICK S3000

SICK S3000–sarjassa on kahdeksan eri mallia. Erot laitteiden välillä muodostuvat alueiden asettelussa, halvimmassa ja yksinkertaisemmassa mallissa oli vain mahdollisuus yhteen suojaus- ja hälytysalueeseen. Skannaussäteeksi voidaan valita 4 m, 5,5 m tai 7 m.

Muodollisia eroja on hieman. S3000 Cold Store on kaikkein suurin skanneri ja erityisominaisuutena, verrattuna muihin, sillä on parempi IP-luokitus. IP-luokan ensimmäinen numero 6 tarkoittaa täydellistä suojausta ja pölytiiveyttä. Jälkimmäinen numero 5 tarkoittaa, että se on suojattu vesisuihkulta jokaisesta suunnasta. S3000 Cold Storen IP-luokan jälkimmäinen numero 7 tarkoittaa, että se kestää hetkellisen upotuksen veteen. Laite on kooltaan 155 mm x 185 mm x160 mm. Kaikissa vaihtoehdoissa on EFI-toiminto, tehostettu toiminnallinen liitäntä, jota voidaan käyttää laser-skannereiden yhdistämiseen. Tehonkulutus laitteella on 14 W.

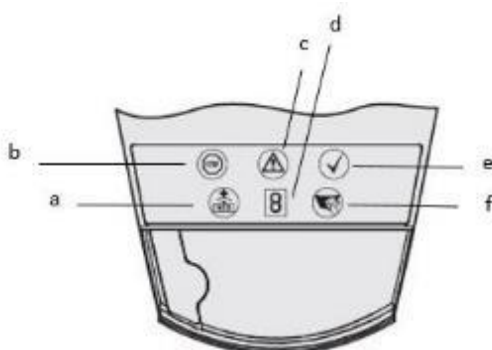


**Kuva 12.** S3000–rakenne. /8/



**Kuva 13.** SICK S3000–skannausalue. /8/

Skannauskulma S3000 malleissa on 190°. Päädyttiin ratkaisuun, että puolivalmismittauksissa laser-skanneri skannaa muuntajaa kohden 90° kulmassa. Koekentille 190° kulma muuntajasta poispäin on riittävä. Tiedonsiirtonopeus on 60 ms tai 120 ms. /8,18/



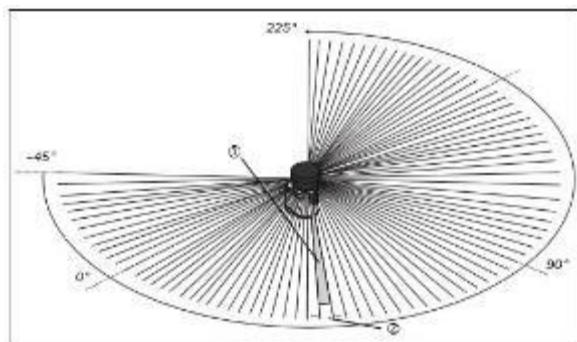
**Kuva 14.** S3000 paneeli. /8/

Kuvan 14 kirjainten merkitykset:

- a. Reset required, vaaditaan resetointi
- b. OSSD in the off state, laite off-tilassa
- c. Warning field interrupted, hälytysalue havahtunut
- d. 7-segment display, numeronäyttö
- e. OSSD in the on state, laite on-tilassa
- f. Front screen contaminated, näyttö likainen. /8/

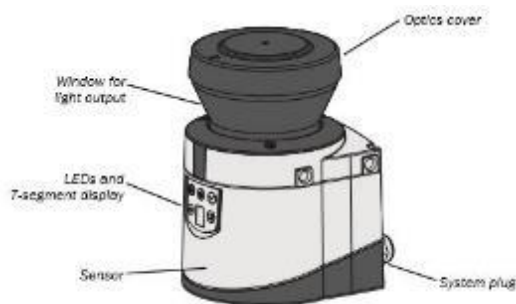
### 9.2.2 SICK S300

SICK S300 on mainittu ABB:n turvallisuusohjeessa. Verrattuna S3000-sarjaan S300-mallissa on enemmän toimintoja ja asettelualueita. Mallivaihtoehtoja on neljä kappaletta. Suojausluokka on IP65. Laite on kooltaan 102 mm x 152 mm x 106 mm. Skannaussäteeksi voidaan valita 2 m tai 3 m. Kaikissa malleissa on EFI-toiminto. Suurin mahdollinen skannauskulma on 270°, joka on suurin mahdollinen skannauskulma SICK-sarjan laser-skannereille. Tehonkulutus on 6 W, joka on vähän itsenäisesti toimivalle laitteelle.



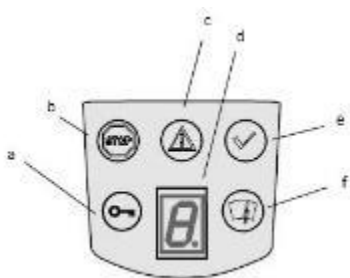
**Kuva 15.** SICK S300-skannausalue. /20/

S300 Standard-mallissa on kaikista vähiten ominaisuuksia, eikä sitä voi yhdistää muihin skannereihin EFI-liitännän avulla, mikä onnistuu kaikkien muiden S300-mallien kanssa. Tiedonsiirto nopeus kaikissa S300-malleissa on 80 ms /18,20/.



**Kuva 16.** S300 rakenne. /20/

- Window for light output, valon ulostuloikkuna
- LED's and 7-segment display, ledit ja niiden numeronäyttö
- Optics cover, optinen suojus
- Sensor, anturi
- System plug, järjestelmäliitin, johon jää asetukset muistiin. /20/



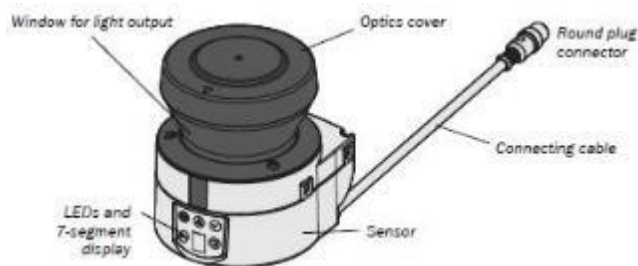
**Kuva 17.** S300 paneeli. /20/

Kuvan 17 kirjainten merkitykset:

- a. Reset required, vaaditaan resetointi
- b. OSSD in the off state, laite off-tilassa
- c. Warning field interrupted, hälytysalue havahtunut
- d. 7-segment display, numeronäyttö
- e. OSSD in the on state, laite on-tilassa
- f. Optics cover contaminated, optinen suojus likainen. /20/

### 9.2.3 SICK S300 Mini

S300 mini on kooltaan pienempi kuin S300–malli. S300 mini on kooltaan 102 mm x 116 mm x 104 mm. Skannaussäde on 2 m tai 3 m. Laitteessa on sama 270° skannauskulma kuin S300–malleissa. IP65-luokitus on sama kuin aikaisemmin mainituissa S300– ja S3000–skannereissa. Tiedonsiirtonopeus on 80 ms. Tehonkulutus on 4 W. S300 Mini ei pysty toimimaan itsenäisesti, se tarvitsee aina isäntä-orjaohjauksen. /18,21/



**Kuva 18.** S300 Mini /21/

- Round plug connector, pyöreä pistoliitin
- Connecting cable, yhteyskaapeli. /21/

## 9.3 Perustelut ehdotetun malliin valintaan

Maahantuojan avustuksella päädyttiin yhteen malliin, koska tällöin voidaan saavuttaa synergiaetuja. Laserskannereiden varaosien hallinta on helpompaa, kun kaikki laitteet ovat samanlaisia. Hankintakustannuksissa säästetään, kun valitaan skannaussäteet ja skannauskulmat, jotka riittävät jokaiseen sovellukseen.

S3000–sarjasta valittiin S3000 Professional seitsemän metrin skannaussäteellä, koska pienemmät skannaussäteet eivät riittäisi suojaamaan muuntajan pitkiä sivuja mittauksen aikana.

Valitut ominaisuudet ovat:

- skannausalue 7 m
- asettelualueita 8 kpl.

Tehtaaseen ei valittu samaa mallia kuin ABB:n Virginian tehtaalla on käytössä. Heillä laser-skannerit ovat kiinteästi seinässä tai maassa ja heidän ei tarvitse vaihtaa asettelualueita, koska heillä tuotanto on linjatuotantoa ja kaikki muuntajat ovat samanlaisia.

**Taulukko 3.** Suuntaa antava hinnasto laser-skanneri vaihtoehtoista.

| SICK        |                    |                 |            |                             |                     |
|-------------|--------------------|-----------------|------------|-----------------------------|---------------------|
| Malli       | Kenttien lukumäärä | Skannauskulma ° | Hinta n. € | Malliin kuuluva kaapeli 20m | kaapelin n. hinta € |
| S300, 3m    | 1, S30B-3011-BA    | 270             | 3700       | SX0B-B1120D                 | 195                 |
| S300, 3m    | 8, S30B-3011-DA    | 270             | 4119       | SX0B-B1120D                 | 195                 |
| S3000, 4m   | 1, S30A-4011-BA    | 190             | 4272       | SX0A-B1720B                 | 233                 |
| S3000, 4m   | 8, S30A-4011-DA    | 190             | 5070       | SX0A-B1720B                 | 233                 |
| S3000, 5,5m | 1, S30A-6011-DA    | 190             | 4601       | SX0A-B1720B                 | 233                 |
| S3000, 5,5m | 8, S30A-6011-DA    | 190             | 5460       | SX0A-B1720B                 | 233                 |
| S3000, 7m   | 1, S30-7011-DA     | 190             | 5062       | SX0A-B1720B                 | 233                 |
| S3000, 7m   | 8, S30-7011-DA     | 190             | 5921       | SX0A-B1720B                 | 233                 |

Laser-skannereiden hintaerot eivät olleet niin suuria, että olisi ollut kannattavaa säästää ja ehdottaa halvinta mallia. Säteen pituutta on helpompi pienentää kuin suurentaa, mikä vaatisi uuden laser-skannerin.

#### 9.4 SICK-sarjan lisälaitteet

Skannerin telineen (Mounting kit) avulla skanneri voidaan kiinnittää muuntajaan tai haluttuun kohtaan. Jokainen skanneri tarvitsee oman kiinnitystelineensä. Teline

on välttämätön, jotta laser-skanneri saadaan kiinnitettyä johonkin. Telineitä oli useampaa vaihtoehtoa ja valintaan vaikutti, kuinka laser-skanneri kiinnitetään muuntajaan tai laser-skanneria varten suunniteltuun tolppaan.

Laser-skanneri tarvitsee oman järjestelmäliittimen (System plug). Valittiin yhdistelmä, jossa on kaapeli ja järjestelmäliitin. Johdon pituudeksi valittiin 20 m, koska muuntajien koot vaihtelevat ja tarpeeksi pitkä kaapeli riittää kaikkiin mittauksiin. Liittimen ja johdon olisi saanut tilattua erikseen, mutta helpompi ratkaisu oli valita valmis yhdistelmä.



**Kuva 19.** 20 m kaapeli, jossa kiinteästi järjestelmäliitin laser-skannerille.





**Kuva 20.** Järjestelmäliitin laser-skanneriin.

Huoltokaapeli (Service cables) on malliltaan USB to RS-232, 4-Pin M8-kaapeli. Kaapelin pituus on 10 m. Kaapeliksi valittiin malli, jossa USB-liitäntä, koska sarjaporttien käyttö on vähentynyt ja uusissa laitteissa sitä ei enää ole saatavilla. Kaapelia käytetään kommunikointiin PC:n ja SICK S3000-laser-skannerin välillä.

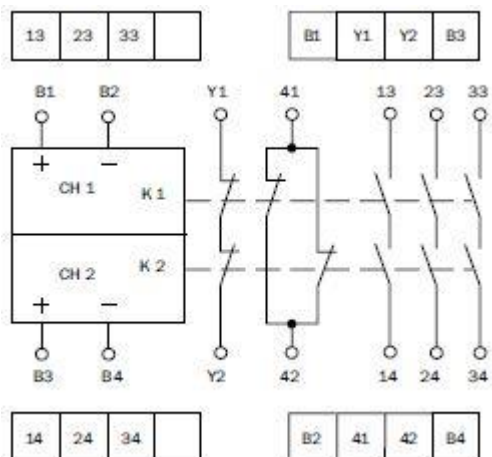


**Kuva 21.** PC:n ja S3000-laser-skannerin välinen kaapeli.

Ohjeissa käskettiin käyttämään joko suojurelettä tai –kontaktoria. Valitsimme käyttöön suojureleen malliltaan UE10-30S3DO, joka vaatii oman 24 VDC–syötön. Suojareleen kautta jännite menee laser–skannerille.



**Kuva 22.** Suojarele UE10-S30 /22/



**Kuva 23.** Releen sisäinen toimintakaavio. /22/

Software ohjelma (CDS) ladattiin SICKin kotisivulta osoitteesta:

[https://www.sick.com/fi/fi/downloads/software?q=%3ADef\\_Type%3ADownload%3Aproductfamily%3AS3000%2520Professional](https://www.sick.com/fi/fi/downloads/software?q=%3ADef_Type%3ADownload%3Aproductfamily%3AS3000%2520Professional)

Laser-skannerin konfigurointiin tarvitaan:

- CDS
- manuaali CDS:lle
- PC, jossa Windows NT 4/2000 Professional/XP/Vista/7
- RS 232
- huoltokaapeli. /8/

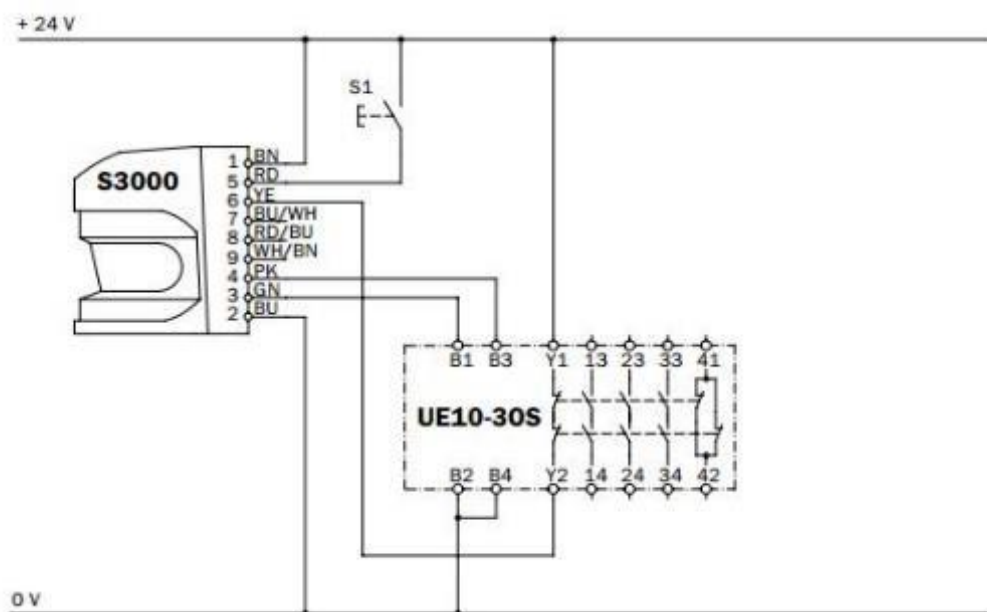
Ohjeissa mainitaan CDS (SICK Configuration & Diagnostic Software, konfigurointi- ja vianmäärittäsohjelma). Ohjelman avulla saadaan konfiguroitua laser-skannerin skannausalueet ja skannerin tiedonsiirtonopeus. Ohjelmassa asetetaan myös hälytysalueiden ja suojausalueiden määrät. Samalla voidaan valita ja tehdä sopivat skannausalueet, joita voidaan vaihdella käytettävien I/O:n kanssa. Valinta tehdään erillisen vaihtokytkimen avulla. Skannerin skannausalueita muuteltaessa, suojauksen toimivuus on aina tarkastettava. Muutokset suojataan salasanalla. Salasanan asettaa se henkilö, joka tekee muutokset. Kaapeli, joka menee laser-skannerilta suojarielelle tai -kontaktorille, saa olla enintään 30 m pitkä. /20/

## 10 MALLIKAPPALE

Kokeiluun saatiin yksi S3000 Professional–laser–skanneri. Skannerin mukana saatiin suojarahle, ohjelmointikaapeli USB–liitännällä ja 20 m kaapeli, jossa oli järjestelmäliitin kiinni. Sickin sivulta, kohdasta downloads, saatiin ladattua ohjelma, jolla pystyy konfiguroimaan laser–skannerin alueita. Ladattu versio on 3.7.1:

<https://www.sick.com/fi/fi/cds/p/p37940>

Ohjelman käyttäjäksi täytyi valita Authorised Client ja salasanaksi SICKSAFE. Näiden avulla saatiin asetteluarvoja muuteltua ja ladattua asettelut laser–skannerille.



**Kuva 24.** Mallikytöntäkuva, jossa

- BN = Brown, ruskea
- RD = Red, punainen
- YE = Yellow, keltainen
- BU/WH = Blue/White, sinivalkoinen
- RD/BU = Red/Blue, punasininen

- WH/BN = White/Brown, valkoruskea
- PK= Pink, vaaleanpunainen
- GN = Green, vihreä
- BU = Blue, sininen. /22/

Laser-skanneri saatiin toimimaan ensimmäisen kerran yllä olevan kytkennän mukaisesti. PC:ltä vietiin huoltokaapelia pitkin tieto alueista, hälytys- ja suojausalueesta. Kytkentään tarvittiin reset-painike, näkyy kuvassa 25 S1 merkinnällä, jolla laite saadaan kuitattua.

Reset-painike täytyi ensin painaa pohjaan ja nostaa ylös ja vielä kertaalleen jättää pohjaan. Helpompikin ratkaisu olisi varmasti ollut, mutta kokeiluun vaadittiin vain painike, jolla saadaan testattua toimintaa. Tämän jälkeen punainen stop-valo sammui ja laser-skanneri vilkutti vihreää valoa, eli oli valmis toimimaan. Laser-skannerille aseteltiin erilaisia hälytys- ja suojausalueita ja kokeiltiin laitteen reagoit nopeutta.

Kokeiltiin eri skannausalueiden vaihtoa kytkimen avulla, joten kytkentäkin muuttui hieman. Kytkentäkuvasta, (**Kuva 25.**) nähdään perusajatus, kuinka laite kytketään.

**Taulukko 4.** Koekäyttöön saatujen laitteiden hinnasto.

| Laite                  | Lajinnumero        | Tavaranimike   | määrä | hinta € |
|------------------------|--------------------|----------------|-------|---------|
| Laseri skanneri, 7m    | S30A-7011DA        | 90314990, DE   | 1     | 5921    |
| Ohjelmointikaapeli 10m | DSL-8U04G10M025KM1 | 85444290, CZ   | 1     | 85,1    |
| Systemstecker          | SX0A-B1720B        | 85366990, HU   | 1     | 233     |
| Turvarele              | UE10-30S3D0        | 85364900, HU   | 1     | 139     |
| Koekäyttö 1kk          |                    |                | 1     | 15      |
|                        |                    | Kokonaishinta: |       | 7927,44 |

## 11 ONGELMAKOHDAT

Ensimmäinen ongelma oli laitteiden manuaalien löytäminen SICKin sivulta. Manuaalit olivat vaikealukuisia, koska asioissa mentiin luvuista ja kohdista toiseen viitteiden avulla. Maahantuojan käynnin yhteydessä saatiin lisätietoja ominaisuuksista ja tarkentavia tietoja laitteista, jotka eivät heti auenneet manuaalia luettaessa.

Ongelmia aiheuttivat tietokoneiden käyttöjärjestelmät. Ohjelma ei soveltunut Windows 10:lle. Käytössä olleessa koneessa oli kyseinen Windows 10, joten tarvittiin toinen kone, jossa oli sopiva käyttöjärjestelmä. Järjestelmät on lueteltu kohdassa ”Perustelut mallin valintaan, Software (CDS)”.

Mallikappaleen saavuttua, alettiin tutkia S3000 Professional-laitetta ja mukana tulleita lisätarvikkeita. Hankaluuksia aiheuttivat järjestelmäliittimen värien merkinnät, jotka eivät täsmänneet manuaalin väreihin. Jokaisen johdon värin merkitys täytyi selvittää, mutta ongelmia aiheutti se, että miksi erivärisiä johtoja on kytketty eri tavalla eri kuvissa.

Lisäongelmia tuotti eri skannausalueiden vaihto. Alueet olivat nimeltään Case01...08. Alueiden muutos esimerkiksi, Case01 alueesta Case02 alueeseen, vaatii tällä hetkellä laitteen sammuttamisen, jotta vaihdos onnistuu. Vaihdoksen aikana laser-skanneri menee stop-tilaan ja stop jää päälle. Ongelma saatiin ratkaistua muuttamalla näytteenottotapaa ja uudelleenkytkentäaika ohjelman kohdasta ”Inputs”.

## 12 KAIKKI TARVIKKEET

Erilaisia vaihtoehtoja kartoitettiin koestajien kesken. Mittaajat saivat kertoa oman mielipiteensä laitteista, eri välineistä ja keinoista, mitä mahdollisuuksien mukaan voitaisiin käyttää. Ulkopuolinen ei voi tietää, mikä keino on kaikkein vähiten työtä hankaloittavaa. Lisättäessä työturvallisuutta laitteen käyttöönotto ja kytkeminen ei saa hidastaa tuotantoa ja mittauksia merkittävästi.

Siirrettävien turva-aitojen mittaajasta kauimmaiseen tolppaan asetetaan kiinteä kyltti, joka varoittaa vaarasta. Kyltin tekstit on oltava paikallisella kielellä eli suomeksi. Kyltit asetetaan niin, että teksti voidaan lukea joka suunnasta.



**Kuva 25.** Varoituskyltti puolivalmismittauksiin.

Tarvittiin varoitusvalo, joka vilkkuu kertoakseen mittauksen olevan käynnissä. Alkuperäiset valot, jotka näkyvät kuvissa 6 ja 7, olivat pienet. Tehtaan lähiympäristössä työskentelevien on nähtävä varoitusvalo. Ei riitä, että ainoastaan mittaaja sen näkee.

Varoitusvaloksi saatiin kokeiluun LED-vilkkumajakka, joka oli alun perin oranssi väriltään. LED-valo häikäisi mittaajaa mittausten aikana, ja päätettiin spraymaalata se punaiseksi. Täten saatiin väri oikeaksi ja ledien kirkkautta himmeämmäksi. Kiinnitysmahdollisuudet olivat monipuoliset, joko magneetilla tai imukupeilla. Varoitusvalo toimii akulla.



**Kuva 26.** Puolivalmismittauksissa käytettävä varoitusvalo.

Tarvittavat laitteet ja tarvikkeet olivat:

- tehonyöttö 24 V
- kytkentäkotelo
- Vaihtokytkin, jonka avulla saadaan vaihdettua skannausalueet, 8-asentoinen, 24 V
- Reset-painike, painonappi 24 V
- lamput, hälytys- ja suojausalueelle sekä Resetille omat valot kytkentäkotelon kylkeen 24 V
- pistorasiat, 230 V
- pistoke, jolla tuodaan sähköt kytkentäkoteloon
- riviliittimiä
- sulakkeet.



### 13 KUSTANNUKSET

Opinnäytetyön aloitusvaiheessa sovittiin, että pyritään käyttämään mahdollisimman vähän eri laitetoimittajia. SICKiltä saadaan tilattua turvareleet, laser-skannerit, huoltokaapelit, järjestelmäkaapelit sekä kiinnikkeet laserskannereihin.

Laitteen valintaan vaikutti suojausalueen suuruus. 7 m säde riittää suurimpienkin muuntajien pitkän sivun suojaukseen. I/O:n lukumäärä vaikuttaa valmiiksi tehtyjen suojausalueiden määrään. Konfigurointi- ja vianmääritysohjelma on ilmainen ja se on ladattavissa netistä.

SICKin maahantuojan käynnin yhteydessä saatiin osviittaa laitteiden ja tarvikkeiden hinnoista. Taulukosta 4 nähdään SICK-laitteiden kustannuksia, mutta tilausmääriä ei ole sovittu. Hinnat ovat suuntaa antavia.

Etralta tilattiin LED-vilkkumajakka eli varoitusvalo sekä varoituskyltit puolivalmismittauksiin.

**Taulukko 5.** Etran tuotteet.

| Tuote             | Hinta / € | ALV 24% |
|-------------------|-----------|---------|
| Varoituskyltit    | 1         | 1,24    |
| LED-vilkkumajakka | 150       | 186     |

## 14 LAITTEIDEN YHDISTÄMINEN

Turvarele sekä laser-skanneri yhdistetään toisiinsa 20 m pitkällä järjestelmäkaapelilla. Ohjeet ohjelmointiin ovat omassa luvussa.

### 14.1 Koekentät

Koekentille suunniteltiin kytkentä, kuinka ja miten laser-skanneria on helpoin käyttää. Päätettiin, että edellä mainittuihin mittauspaikkoihin kytketään turvarele ja kaapeli valmiiksi ja ainoastaan laser-skanneria liikutellaan. Järjestelmäkaapeliin jää asettelualueet muistiin ja erillisen kytkimen avulla saadaan valmiiksi asetetut skanausalueet valittua muuntajan kokoon nähden sopivaksi. Turvarele kytketään hätäseis-piiriin tai aidan turvapiiriin.

### 14.2 Puolivalmismittaukset

Puolivalmismittauksissa piirin katkaisua vaikeuttaa se, että jokainen mittalaite on erilainen. Mikäli mittausta katkeaa laser-skannerin toimimisesta, niin kuinka saadaan demagnetointi ja varaukset purettua muuntajan käämeistä.

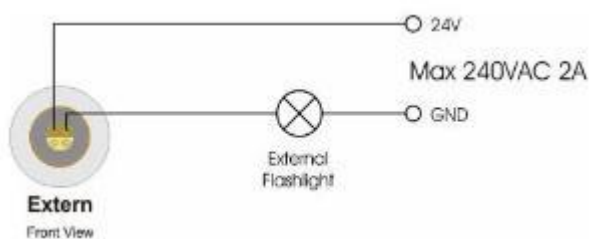
Puolivalmismittauksissa käytetään seuraavia mittalaitteita, joiden jännite katkaistaan laser-skannerin avulla:

- vastusmittari Raytech WR50-13 50VDC, 6-napainen
- muuntosuhdemittari Raytech TR SPY mark II, 100VAC, 4-napainen
- muuntosuhdemittari Tettex 2793a 100-250V, 50/60Hz
- vastusmittari Tettex 2291.

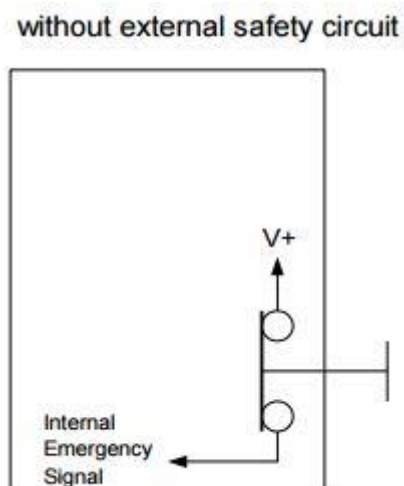
Raytechin laitteissa on external-liitin (ulkoinen liitin), mutta niiden toimintatapa on eri. Raytechin vastusmittarissa WR50-13 on 4-napainen liitin, jossa ei ole mahdollisuutta jännitteen katkaisuun.



**Kuva 27.** External-liitin 4-napainen. /23/

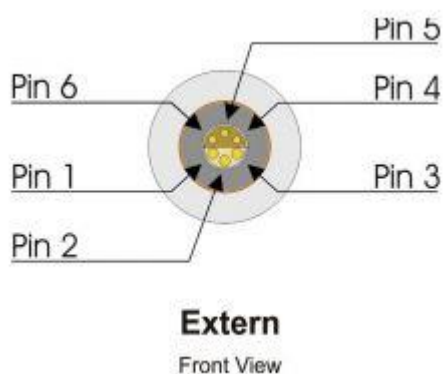


**Kuva 28.** 4-napaisen external-liittimen kytkentämahdollisuus. /23/

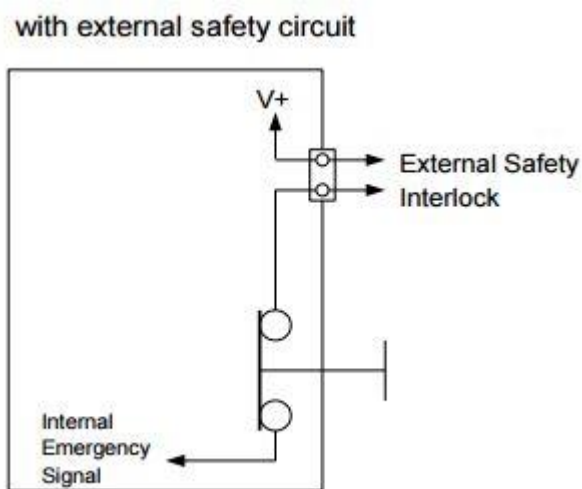


**Kuva 29.** External-liitin 4 navalla, ei mahdollisuutta jännitteen katkaisuun. /23/

Yllä esitetyllä 4 napaisella external-liittimellä ei ole mahdollista katkaista jännitettä. Kuvasta 29 nähdään, kuinka merkkivalo täytyisi kytkeä, mikäli erillisen varoitusvalo kytketään.



**Kuva 30.** External-liitin, jossa 6 napaa. /23/



**Kuva 31.** Tässä 6-napaisessa external-liittimessä on mahdollisuus jännitteen katkaisuun. /23/

Jännitteen katkaisu toimii vastusmittarilla Raytech WR50-13 external-liittimestä kytkettäessä 5 ja 6 napoja. Muuntosuhdemittarilla Raytech TR SPY MARK III ei

ole mahdollista kytkeä jännitteen katkaisua, koska siinä vain 4-napainen external-liitin.

Puolivalmismittauksia tehdessä mittaajat testasivat external-liittimen varauksen purkamiseen kuluvan ajan. Vastusmittarilla syötettiin muuntajaan 1 A ja jännitemittarilla todettiin varauksen purku. Sekuntikellolla otettiin aikaa, kuinka kauan meni, jännitteen nollaantumiseen. Testauksessa irrotettiin external-liitin mittalaitteesta. Samalla testattiin, kuinka nopeasti varaus purkaantuu katkaisemalla syöttö. Saadut sekunnit ovat suuntaa antavia, ja external-liittimellä kesti purkaus 2 s ja syötön katkaisulla 11 s.

Varauksen saa purettua ilman external-liitintä, joten kytkettynä pistorasiaan, laitteen jännitteen katkaisu onnistuu.

## 15 ASETETUT ALUEET

Alueita sai tehtyä koekäytössä olleen skannerin avulla. Alueet tehtiin puolivalmismittauksia varten 90° kulmaan. Alueita tehtiin aluksi vain kolme, jotta saatiin koikeiltua skannausalueiden vaihdon toimivuus kytkimen avulla.

Alueet tulevat olemaan puolivalmismittauksissa 90° kulmassa ja metrimäärät vaihtelevat sivujen kesken. Lisäksi tulee tehdä skannausalue, jota voidaan käyttää, kun muuntajat ovat ahtaassa tilassa ja voidaan skannata vain yksi sivu. Laser-skanneri asetetaan osoittamaan kattoa kohden ja skannausalue on koko sivu ylöspäin valoverhon tapaan. Koekentillä paras mahdollinen skannauskulma ja -alue sekä laitteen kiinnityskohta saadaan todettua kokeilemalla.

## 16 LOPPUPÄÄTELMÄT

Koekäyttöön saatu mallikappale saatiin toimimaan halutulla tavalla. Laser-skannerin hyviä ja huonoja puolia on pohdittu ja kyseenalaistettu kohdassa 7 Parannusehdotukset. Kun skannerien oikea määrä saadaan tietoon sekä kustannuspolitiikka kuntoon, niin ABB:n määräysten nojalla laser-skannerit hankitaan. Laitteiden asetu-  
teluarvot ja kiinnitykset saadaan asetettua kuntoon vasta käytön yhteydessä.

Puolivalmismittauksissa käytettävien mittareiden kytkemistä täytyi pohtia tarkasti, koska luetellut mittarit ovat erilaisia. Uusille mittareille on vaihtoehtona external-liitin, jonka varauksen purkuaika on lyhyempi kuin vanhemmille mittareille tehdyllä pistorasialla. Pistorasiaratkaisu on väliaikainen keino saada jännite katkaistua.

Laser-skannerin lisäominaisuuksista järjestetään koulutus laser-skannerin käyttöön. Koulutuksessa tulee opettaa, kuinka saadaan ehkäistyä turhat jännitteen katkaisut sekä tehostettua turvallisuutta lisäpyyhkäisyillä ja tiedonsiirtonopeuksilla. Koulutuksesta vastaa SICKin laser-skannereiden asiantuntija.

Laitteet tilataan ja asennetaan syksyn 2016 aikana.

## LÄHTEET

- /1/ ABB 2016. ABB Suomessa. Viitattu 17.4.2016. <http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa>
- /2/ ABB 2016. ABB Oy, Transformers. Viitattu 17.4.2016. <http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/yksikot/transformers>
- /3/ Järvinen, T. 2016. ABB Transformer presentation December 2015. Email [tommi.jarvinen@fi.abb.com](mailto:tommi.jarvinen@fi.abb.com) 27.1.2016.
- /4/ SFS EN 50191 Sähköisten testauslaitteistojen asennus ja käyttö. 2painos. SESKO ry. 7.3.2011. 1 (1+44).
- /5/ ABB. 2015 BU Transformer, BU Instruction, Health and safety requirements for electrical testing, 1LAA000050.
- /6/ ABB, Tehomuuntajien koestus, KT 80 FI.
- /7/ ABB. Sähköiset laadunvarmistusmittaukset. Versio C/ 17.1.2012.
- /8/ SICK AG, Industrial safety system Germany. 2012. S3000 Safety laser scanner. 8009942/WK81.
- /9/ Sähkötyöturvallisuus. Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja. Viitattu 17.4.2016. <http://www.tut.fi/sahkotyoturvallisuus/tietosivusto/ty%C3%B6naikaisen-s%C3%A4hk%C3%B6turvallisuuden-valvoja>
- /10/ ABB. Koestusalueiden sähköturvallisuusmääräykset. Versio E/ 1.5.2014.
- /11/ Interempresas. Escáner láser de seguridad S300 Mini. Redacción. Viitattu 17.4.2016. [https://www.interempresas.net/Electricidad\\_Electronica/Articulos/72461-Escaner-laser-de-seguridad-S300-Mini.html](https://www.interempresas.net/Electricidad_Electronica/Articulos/72461-Escaner-laser-de-seguridad-S300-Mini.html)
- /12/ SFS 6001, Suurjännitesähköasennukset. 4 painos. SESKO ry. 10.8.2015. 1(156).
- /13/ ABB Oy Transformers, PPT, SPT Vaasa. 2014. Työn haittojen ja vaarojen selvitys, Koekentän riskikartoitus
- /14/ Terveyskirjasto. Sähkön aiheuttamat vammat (sähköisku) Viitattu 17.4.2016. Kustannus Oy Duodecim. 2016. [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00334](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00334)
- /15/ Tangient LLC. 2016. Viitattu 17.4.1016. <https://fy62.wikispaces.com/S%C3%A4hk%C3%B6virran+vaikutukset+ihmiseen>



/16/ Työturvallisuuskeskus TTK. Kemialliset tekijät. Viitattu 17.4.2016.  
[http://www.tyoturva.fi/tyosuojelu/kemialliset\\_tekijat](http://www.tyoturva.fi/tyosuojelu/kemialliset_tekijat)

/17/ ABB. OHS-tietokanta. 2016

/18/ SICK AG, Industrial safety system Germany. 2013. Products & Applications Safety Laser Scanners, 8014449.

/19/ SICK AG, Industrial safety system Germany. 2014. DeTec2 Core Safety light curtain. 8014276.

/20/ SICK AG, Industrial safety system Germany. 2013. S300 Safety laser scanner. 8010948/XK33.

/21/ SICK AG, Industrial safety system Germany. 2013. S300 Mini Safety laser scanner. 8014170/XK34.

/22/SICK, sens: Control, Safe control solution. 2012. 8015528

/23/ Raytech. Instruction Manual Winding Resistance Meter Type WR50 / WR14, Versio 2.01

/24/ SICK AG, Industrial Safety Systems Germany. 2008. Help on configuration, S3000/s300/S200 CDS Configuration and diagnostic software, CDS\_SLS\_GB/SH21.

/25/ CDS 3.7.1 Software

/26/ Mäkelä M., Soininen L., Tuomola S., Öistämö J., Kulmala M. 2012. Tekniikan kaavasto. 10 painos. Kariston kirjapaino Oy. Tammertekniikka / Amk-Kustannus Oy

CDS lataus: <https://www.sick.com/fi/fi/cds/p/p37940> Viitattu 17.4.2016

**SISÄLLYS**

|                                      |          |
|--------------------------------------|----------|
| <b>SICK S3000 KÄYTTÖOHJEET .....</b> | <b>4</b> |
| Laitteen lisäys.....                 | 4        |
| Parametointi .....                   | 9        |
| Konfigurointi .....                  | 8        |
| Alueiden asettelut .....             | 17       |

## LIITTEEN 1 KUVALUETTELO

|   |    |
|---|----|
| <b>Liite 1/Kuva 1.</b> Näkymä avattaessa ohjelma tietokoneelta. /25/.....   | 5  |
| <b>Liite 1/Kuva 2.</b> Laitteen yksilöinti. /25/.....   | 6  |
| <b>Liite 1/Kuva 3.</b> Avautuva ikkuna. /25/.....   | 7  |
| <b>Liite 1/ Kuva 4.</b> Käyttäjän valinta. /25/.....  | 7  |
| <b>Liite 1/Kuva 5.</b> Laitteen parametrit. /25/.....   | 8  |
| <b>Liite 1/ Kuva 6.</b> Parametrointi-ikkuna. /25/.....   | 9  |
| <b>Liite 1/ Kuva 7.</b> Järjestelmän parametrit. /25/.....  | 10 |
| <b>Liite 1/ Kuva 8.</b> Ympyrän sektori. /26/.....  | 11 |
| <b>Liite 1/Kuva 9.</b> Resoluutio ja kenttien asettelut. /25/.....  | 12 |
| <b>Liite 1/ Kuva 10.</b> Incremental encoder– asettelut. /25/.....  | 13 |
| <b>Liite 1/ Kuva 11.</b> Yllä oleva kuva asennosta ”complementary” ja alempi meidän käytössä oleva ”1-of-n”. /24..... | 13 |
| <b>Liite 1/Kuva 12.</b> Tulot. /25/.....  | 14 |
| <b>Liite 1/Kuva 13.</b> EDM, external device monitoring. /25/.....  | 15 |
| <b>Liite 1/ Kuva 14.</b> Valitaan uudelleenkäynnistys laitteelle. /25/.....   | 16 |
| <b>Liite 1/Kuva 15.</b> Esimerkki tehdystä alueesta online-tilassa. /25/.....   | 17 |
| <b>Liite 1/Kuva 16.</b> Fieldsets, kenttien asettelut. /25/.....  | 18 |
| <b>Liite 1/Kuva 17.</b> Cases /25/.....   | 19 |
| <b>Liite 1/ Kuva 18.</b> Lisäkuva kohdasta Cases. /25/.....   | 20 |
| <b>Liite 1/ Kuva 19.</b> Esimerkkikuva kohdasta "Resolution, josta kaavassa käytetyt arvot tulevat. /25/.....         | 21 |
| <b>Liite 1/Kuva 20.</b> Esimerkkikuva vasteajasta. /25/.....  | 21 |
| <b>Liite 1/Kuva 21.</b> T <sub>FMA</sub> arvot. /8/.....  | 22 |
| <b>Liite 1/Kuva 22.</b> Simulointi. /25/.....   | 23 |
| <b>Liite 1/ Kuva 23.</b> Ohjelman lataus. /25/.....   | 23 |
| <b>Liite 1/Kuva 24.</b> Varmistus konfiguroinnin siirtoon. /25/.....  | 24 |
| <b>Liite 1/Kuva 25.</b> Konfiguroinnin siirron aikana avautuva ikkuna. /25/.....                                      | 24 |
| <b>Liite 1/Kuva 26.</b> Konfigurointi onnistui. /25/.....   | 25 |

**Liite 1/Kuva 27.** Valmis konfigurointi. /25/ ..... 26

## **SICK S3000 KÄYTTÖOHJEET**

Ohjeet on tehty SICK S3000 Professional mallille ja käytössä on ohjelma, joka on tehty laserskannereiden asettelualueiden muokkausta varten. CDS:n eli konfigurointi- ja vianmääritys ohjelman saa ladattua osoitteesta [www.sick.fi](http://www.sick.fi) versiona 3.7.1. Ohjeessa näytetään kuvien avulla askel askeleelta tarvittavat asettelut ja kerrotaan mitä mikäkin kohta tarkoittaa/tekee.

Ohjelmointimuutokset laitteen konfigurointiin voi parantaa tai heikentää suojausten toimintaa. Ohjelmassa tehtyjen muutosten jälkeen täytyy asettelualueiden suojausten toiminta todeta toimivaksi.

Ohjelmointimuutoksia tehdessä tarvitaan käyttäjätunnus ja salasana.

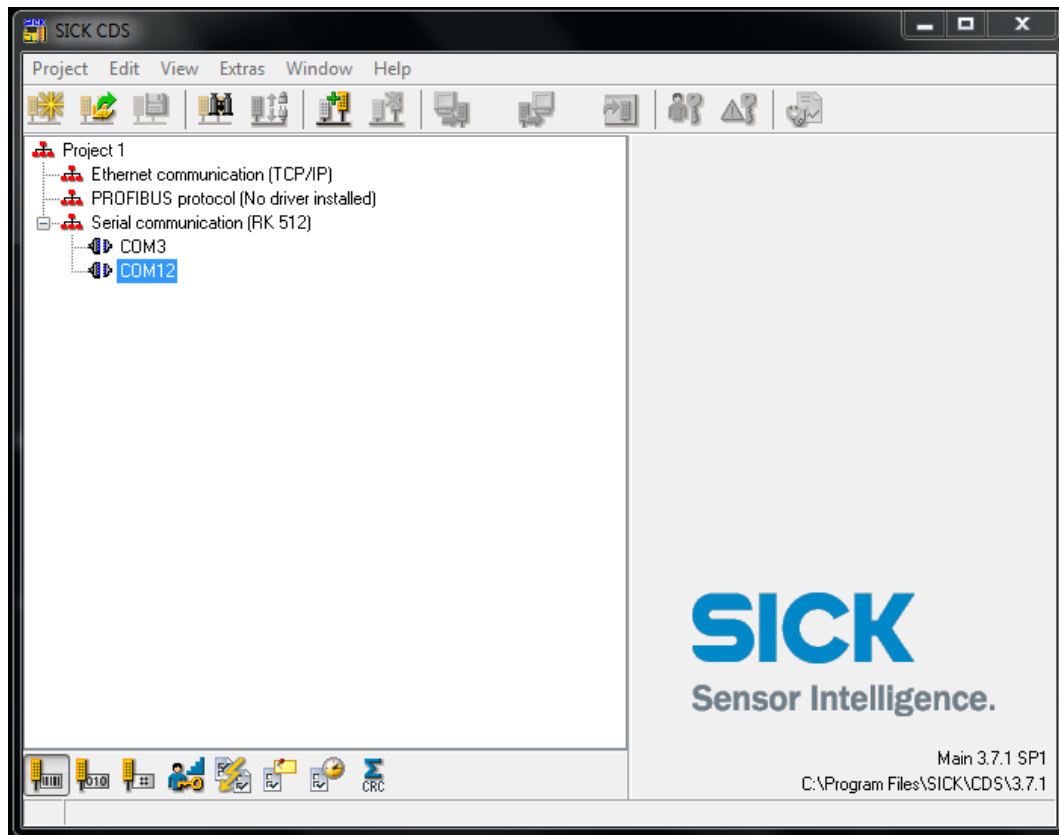
Tunnus: Authorised client

Salasana: SICKSAFE

On otettava huomioon, että ladattu ohjelma sopii vain PC/Notebook:lle, jossa on Windows NT 4/2000 Professional/XP/Vista/7 (32 Bit) ja sarjaportti RS-232 /8, 24/.

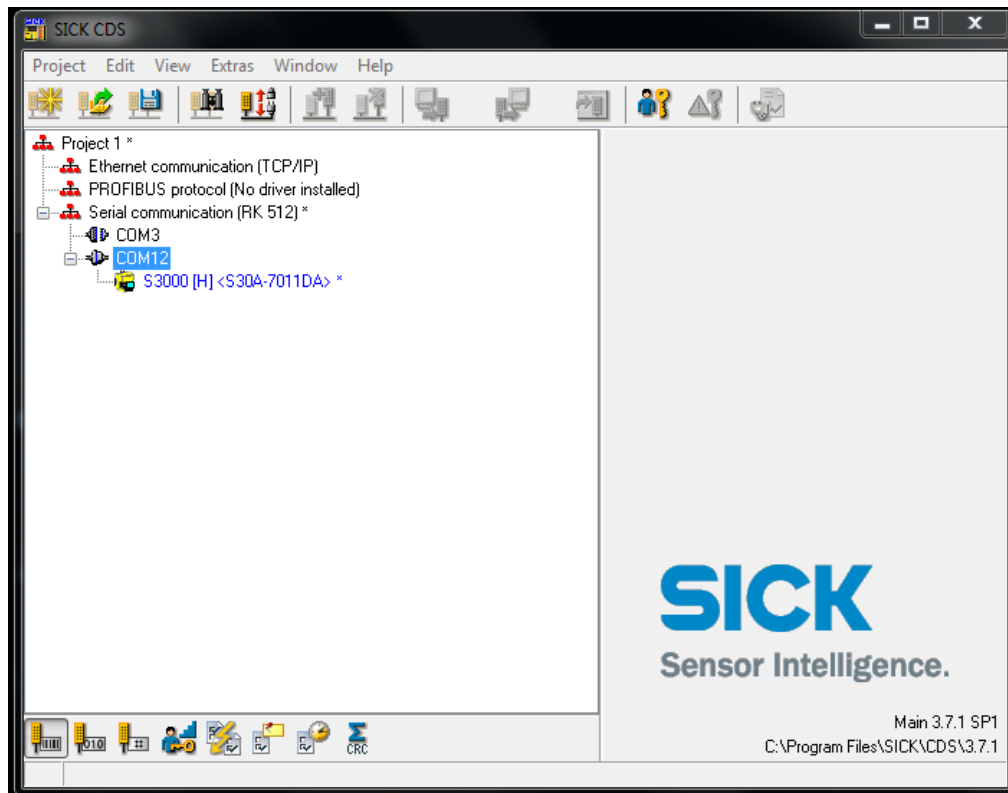
### **Laitteen lisäys**

Avattaessa ohjelmaa avautuu ikkuna, kuvan 33 mukainen näyttö, josta valitaan käytettävä COM- portti. Tietokone listaa automaattisesti vapaana olevat COM-portit.



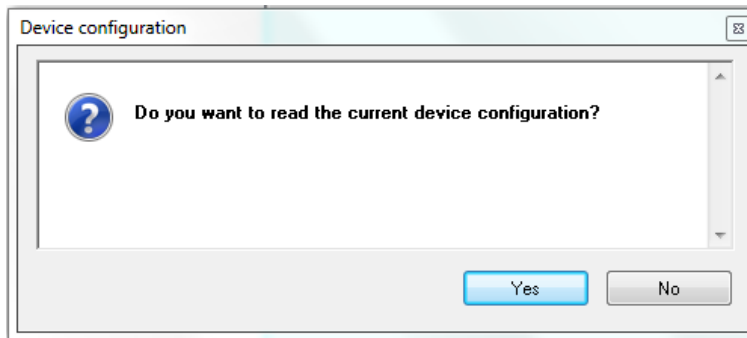
**Liite 1/Kuva 1.** Näkymä avattaessa ohjelma tietokoneelta. /25/

Painettaessa hiiren oikeaa painiketta aukeaa valikko, josta valitaan ”Identify”. Ohjelma tunnistaa laitteen.

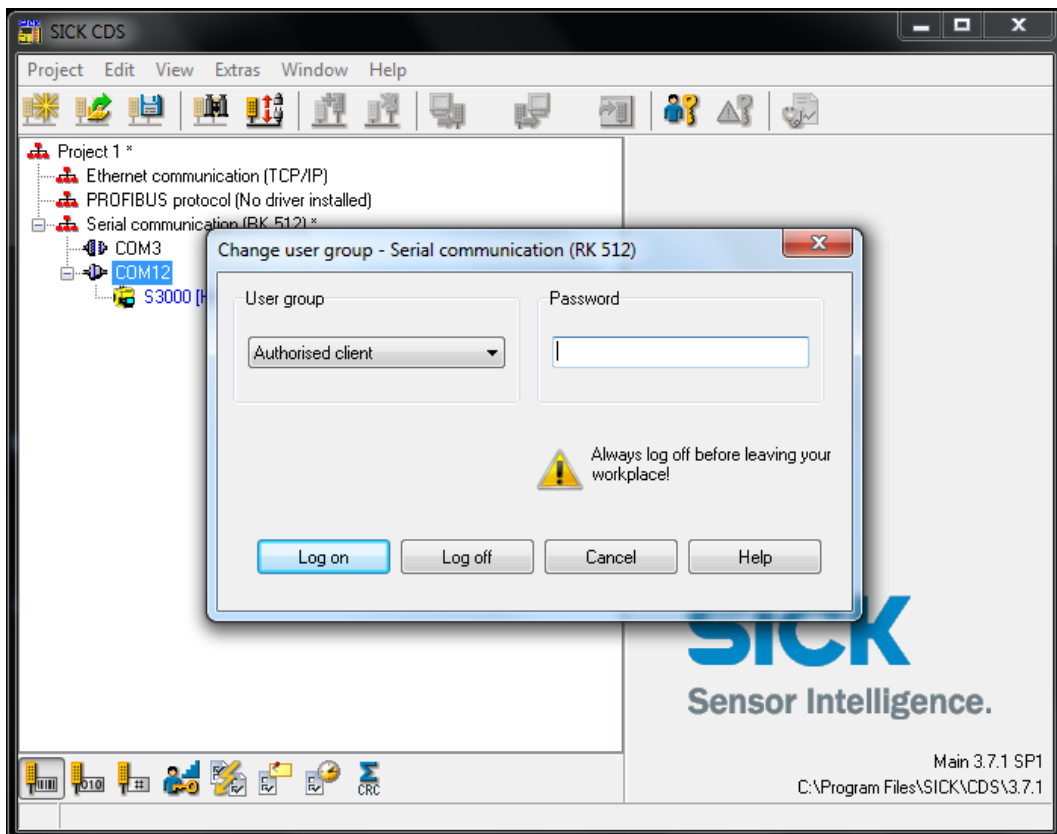


**Liite 1/Kuva 2.** Laitteen yksilöinti. /25/

Ensimmäisellä käynnistyskerralla ohjelma kysyy: ”Do you want to read the current device configuration?” ”Haluatko lukea nykyisen laitteen konfiguroinnin”. Vastattaessa kyllä laite lukee ladatut asennukset. Vastattaessa ei aloitetaan uusi konfigurointi.



Liite 1/Kuva 3. Avautuva ikkuna. /25/

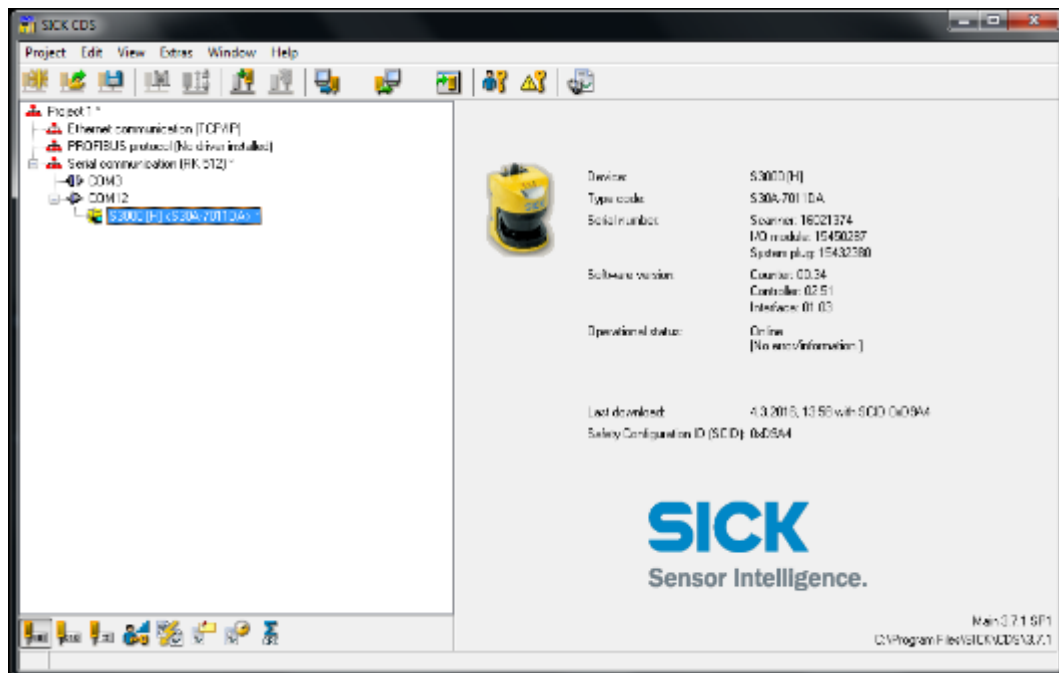


Liite 1/ Kuva 4. Käyttäjän valinta. /25/

Ohjelma vaatii käyttäjätunnuksen ja salasanan, jotta laser-skannerin skannausalueita voidaan muuttaa ja tallettaa. Käyttäjäkuvake näkyy kuvissa Liite 1/ Kuva 4 ja



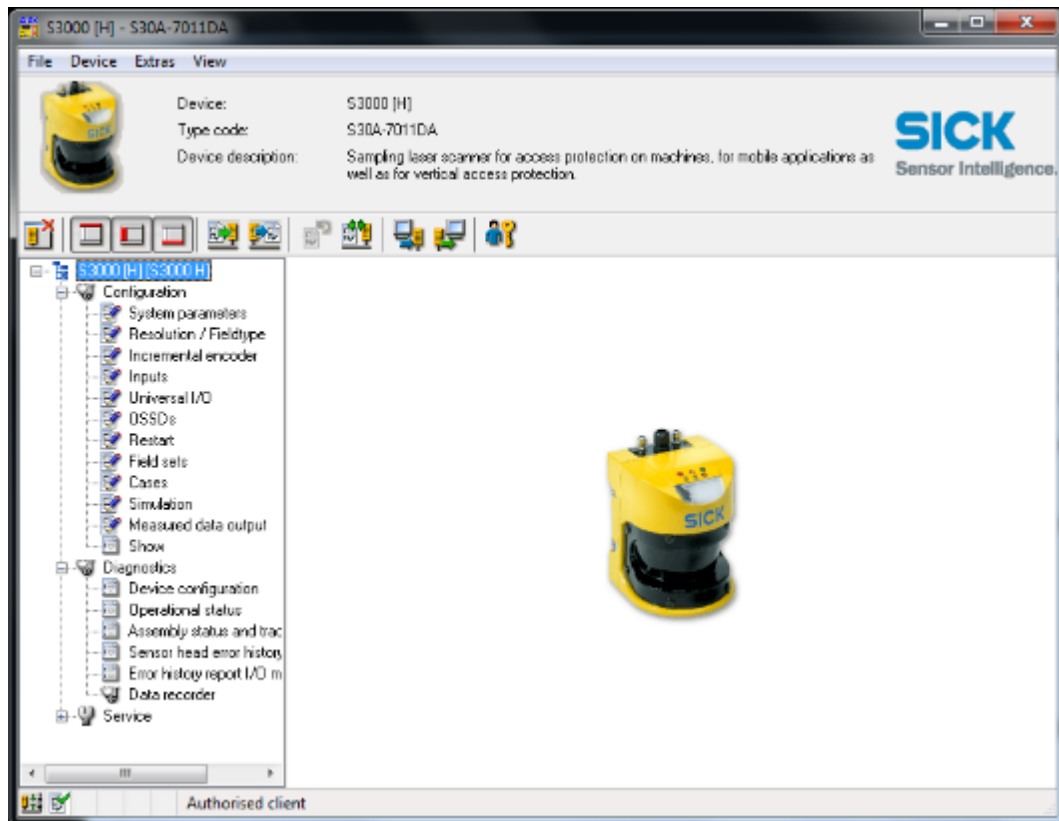
Liite 1/Kuva 5, kolmas ikoni oikealta ylälaudasta. Log on -painikkeesta kirjaututaan sisään.



**Liite 1/Kuva 5.** Laitteen parametrit. /25/

Kuvissa Liite 1/ Kuva 5 ja Liite 1/Kuva 6 nähdään, kun painetaan neljättä ikonia oikealta ylhäältä, ”Device window”. Tässä kerrotaan laitteen tiedot, jotka ovat samat kuin laser-skannerin kyljessä. Ikkuna saadaan myös avattua painamalla hiiren oikeaa näppäintä ja valitsemalla ”Open device window”.

## Laitteen parametointi



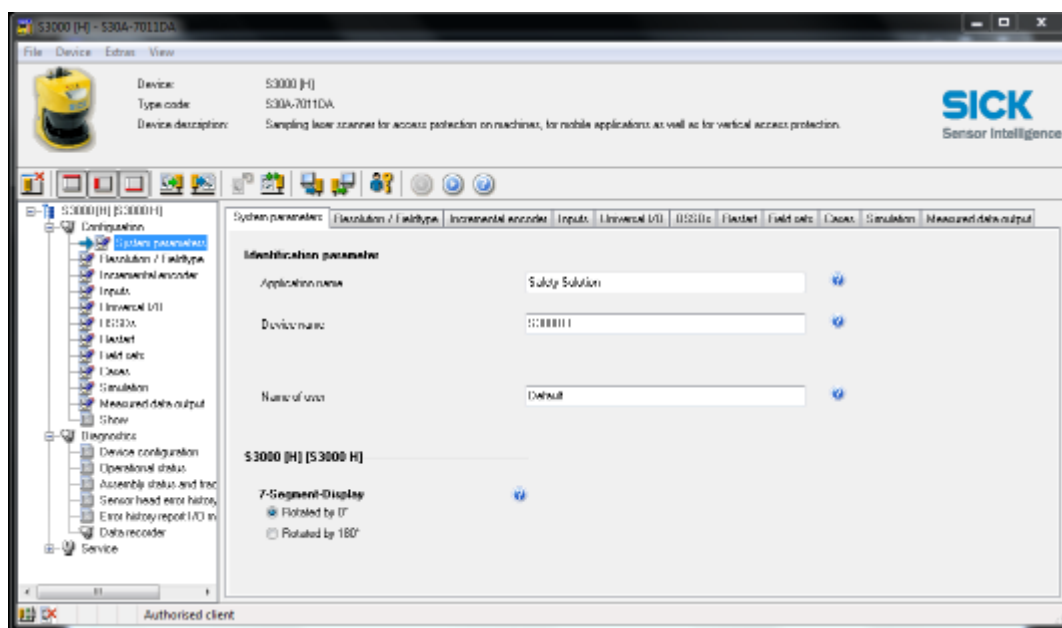
Liite 1/ Kuva 6. Parametointi-ikkuna. /25/

Jos ohjelmasta häviää konfigurointipalkki vasemmasta laidasta, sen saa asetettua takaisin ”View”-kohdasta. Samasta kohdasta saa näkyviin laitetiedot.

## Konfigurointi

Järjestelmän parametrit (System parameters) asetetaan ohjelmaan: sovelluksen nimi, laitteen/laitteiden nimet, jotka helpottavat laitteiden tunnistusta seuraavissa vaiheissa sekä järjestelmäkäyttäjän nimi.

Jos laitteita on useampia, niin on tärkeää vahvistaa laser-skannerin I/O:n moduulityyppi. Laitteiden alkuasennusvaiheessa yksilöinnin aikana johtava laser-skanneri pitäisi yhdistää toiseen laser-skanneriin tai päinvastoin. Valitaan myös ”7-segment-display” kohdasta, halutaanko skanneri kääntyväksi vai ei. Tässä käyttötarkoituksessa laser-skannerin ei tarvitse kääntyä, jolloin valitaan 0°.

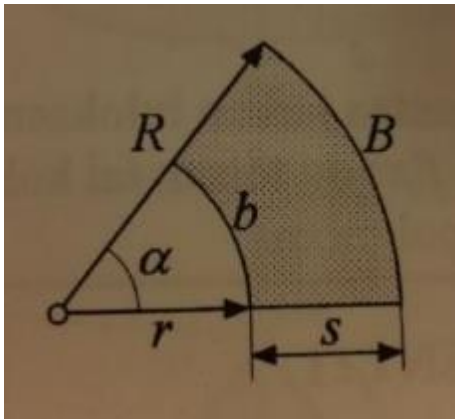


**Liite 1/ Kuva 7.** Järjestelmän parametrit. /25/

Resoluutio/kentäntyyppi (Resolution/Fieldtype) kohdassa asetetaan skannausalueiden asetteluja. Sovelluksen variaatio (Application variant) kohdassa valitaan paikallinen (Stationary). Määräyksissä todetaan, että kaikki työturvalliseen liittyvät suojaukset on tapahduttava langallisesti. Kysymysmerkin kuvasta avautuu englanninkielinen info/ohje.

- Resolution, resoluutio 70 mm
- Max protective field range, maksimi suojausetäisyys 7 m

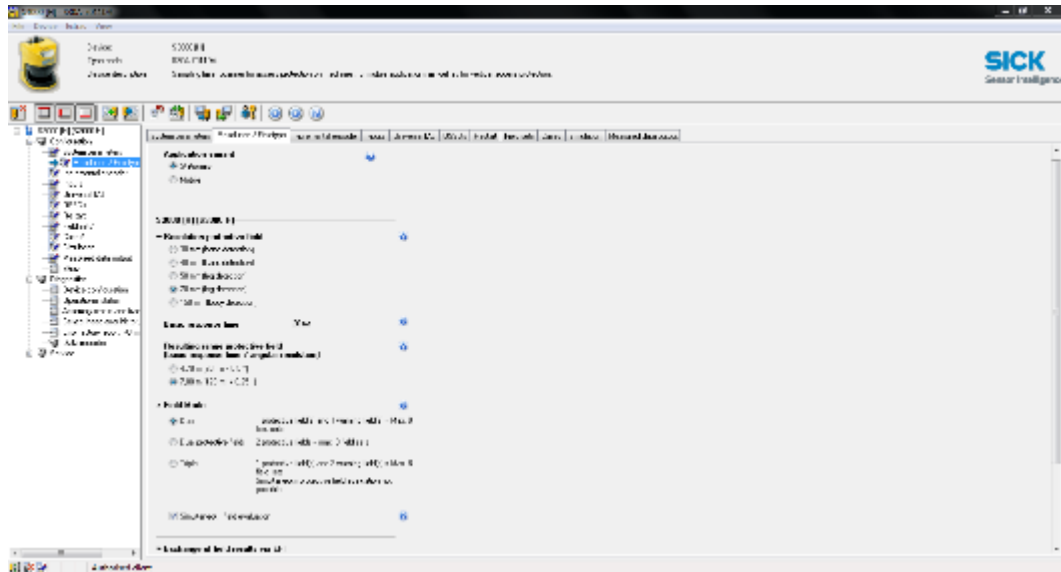
Kentän tila valitaan sen perusteella, kuinka monta suojausaluetta ja hälytysaluetta asetetaan. Laser-skannerin herkkyys asetetaan kohdassa ”Resolution protective field”. Resoluution muutos, 30 mm → 70 mm vaikuttaa ainoastaan skannausalueeseen. Alueet ohjelma asettaa itse, valita saa kahdesta alueesta, joissa on eri vasteajat ja alueen pituudet. Skannerin lähettämien säteiden etäisyys kasvaa, mitä kauemaksi alue ulottuu. Esimerkiksi kuvasta Liite 1/ Kuva 8 havainnoidaan lähetetty säde  $r$  ja paljonko säteiden väliin jää tilaa. Seuraava lähetetty säde on lähetetty samassa kulmassa ja lähetettyjen säteiden väliin jää  $b$ . Laskennallisesti 7 m etäisyydellä ja  $0,25^\circ$  kulmalla säteiden väliin jää noin 3 cm.



**Liite 1/ Kuva 8.** Ympyrän sektori. /26/

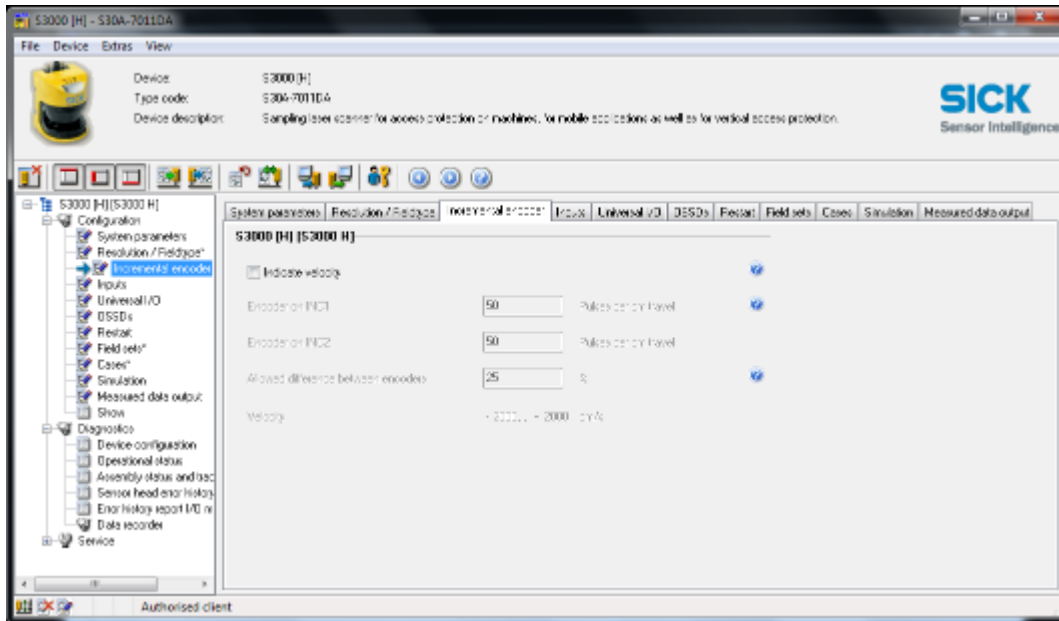
$$b = \left(\frac{\alpha}{180^\circ}\right) * \pi * r \quad (1)$$

$$b = \left(\frac{0,25^\circ}{180}\right) * \pi * 7m = 0.0305432 m \quad (2)$$

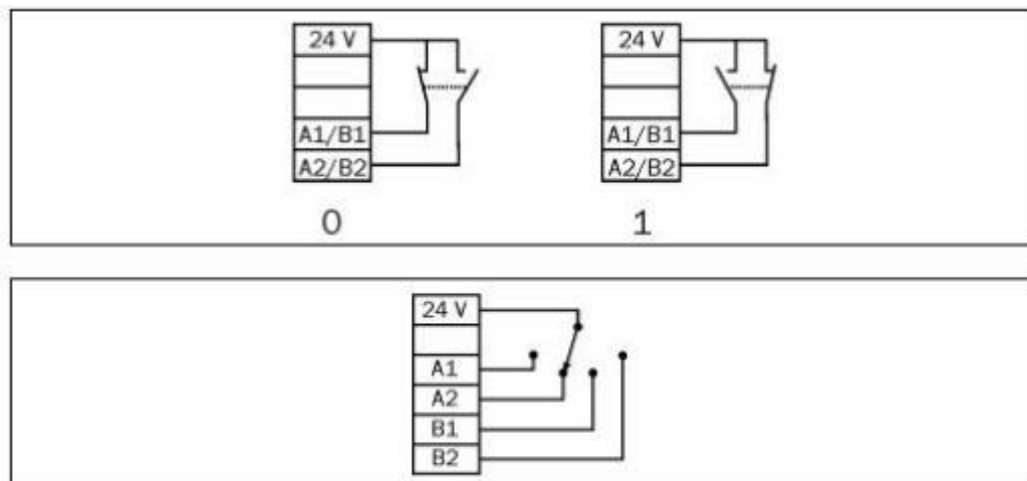


**Liite 1/Kuva 9.** Resoluutio ja kenttien asettelut. /25/

Seuraavaksi valikossa on inkrementaalinen pulssitakometri (encoder,koodain) (Incremental encoder) Tehdyssä sovelluksessa sitä ei ole käytössä. Tätä käytetään esimerkiksi trukkien nopeuden valvontaan.



Liite 1/ Kuva 10. Incremental encoder– asettelut. /25/

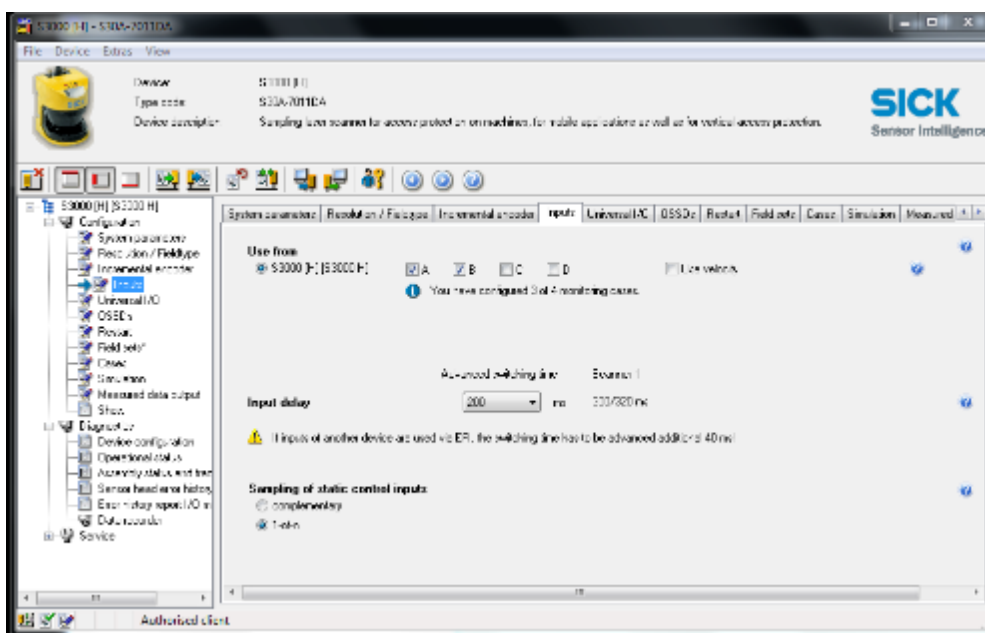


Liite 1/ Kuva 11. Yllä oleva kuva asennosta ”complementary” ja alempi meidän käytössä oleva ”1-of-n”. /24

Kytkimen avulla saataisiin 2 asentoa complementary-kytkentää käyttäen. Jos tarvitaan useampia kytkentöjä, täytyy valita 1-of-n ja tehtävä kuvan Liite 1/ Kuva 11 alempi kytkentä.

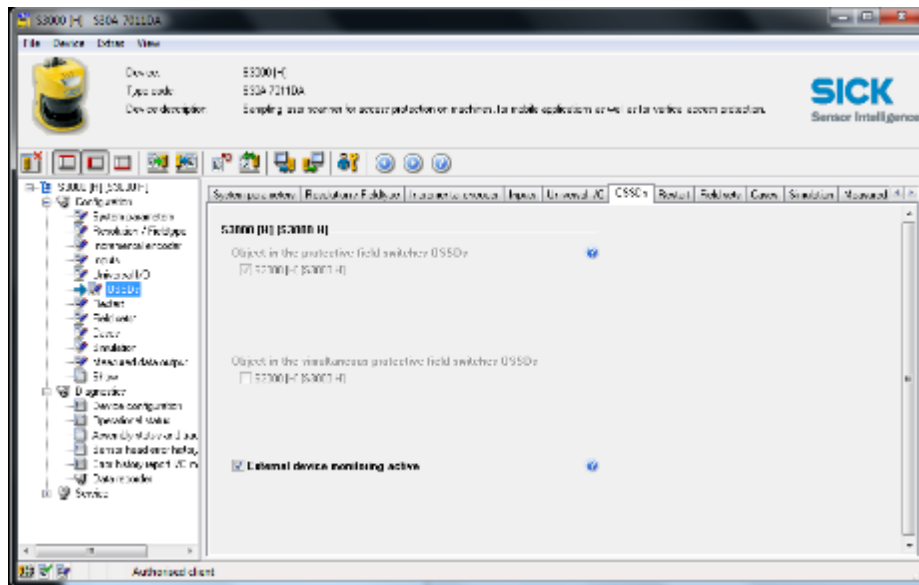
Viiästäetyn kytkentäajan (Advanced switching time) tulee olla vähintään 200 ms, jotta laser-skanneri toimii. Näyte staattisista inputeista (Sampling of static control inputs) kohtaan tarvitaan ”1-of-n”, koska käytetään useampaa kytkimen asentoa kuin 2, mikä on mahdollinen complementary-kytkennällä.

Kytkentäajan nopeuden valinta vaikuttaa olennaisesti laitteen toimintaan. Mikäli laite ei vastaa tai toimi halutulla tavalla, muista tarkistaa valittu nopeus.



### Liite 1/Kuva 12. Tulot. /25/

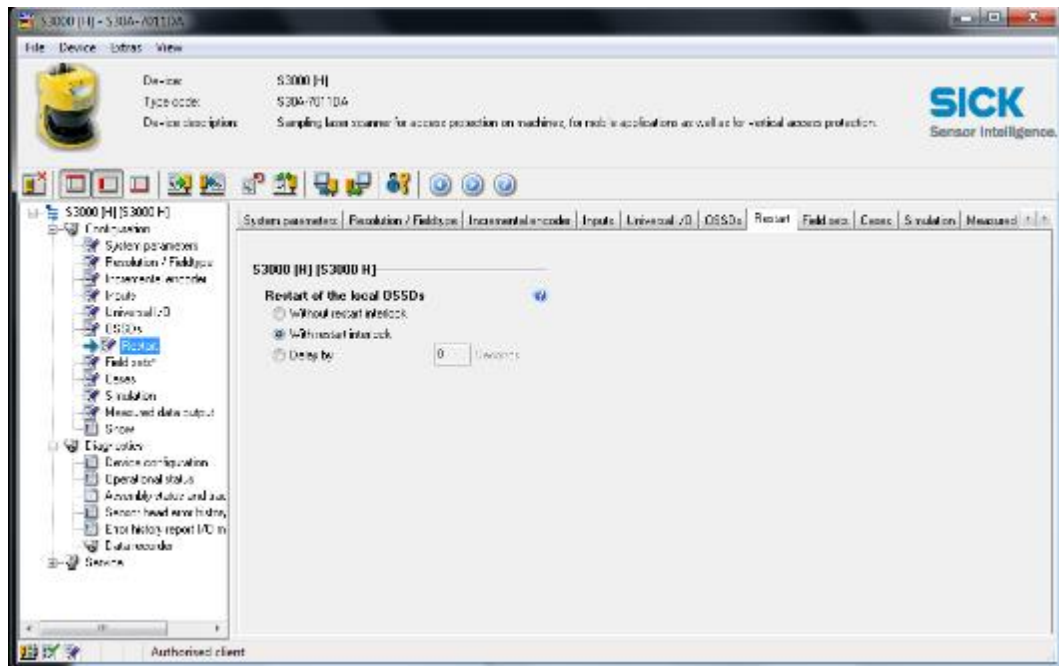
Tässä sovelluksessa on käytössä ainoastaan tulot A ja B, joiden avulla saadaan tehtyä neljä eri skannausaluetta, joissa on 1 hälytysalue ja 1 suojausalue. Tarvittaessa kaikki kahdeksan mahdollista skannausaluetta, otetaan myös C ja D käyttöön.



**Liite 1/Kuva 13.** EDM, external device monitoring. /25/

S3000 Professional-malli vaatii EDM:n kytketyksi ja ohjelmassa OSSD-kohdan aktiiviseksi.

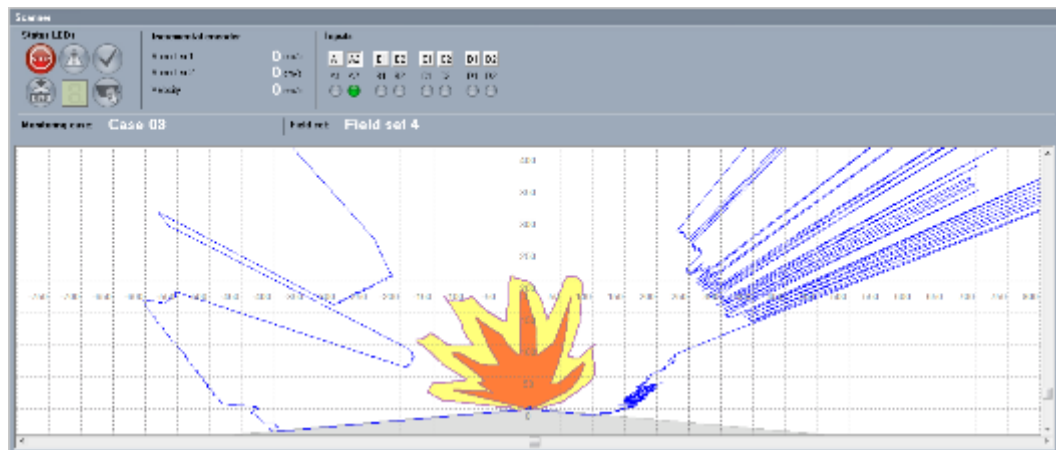




**Liite 1/ Kuva 14.** Valitaan uudelleenkäynnistys laitteelle. /25/

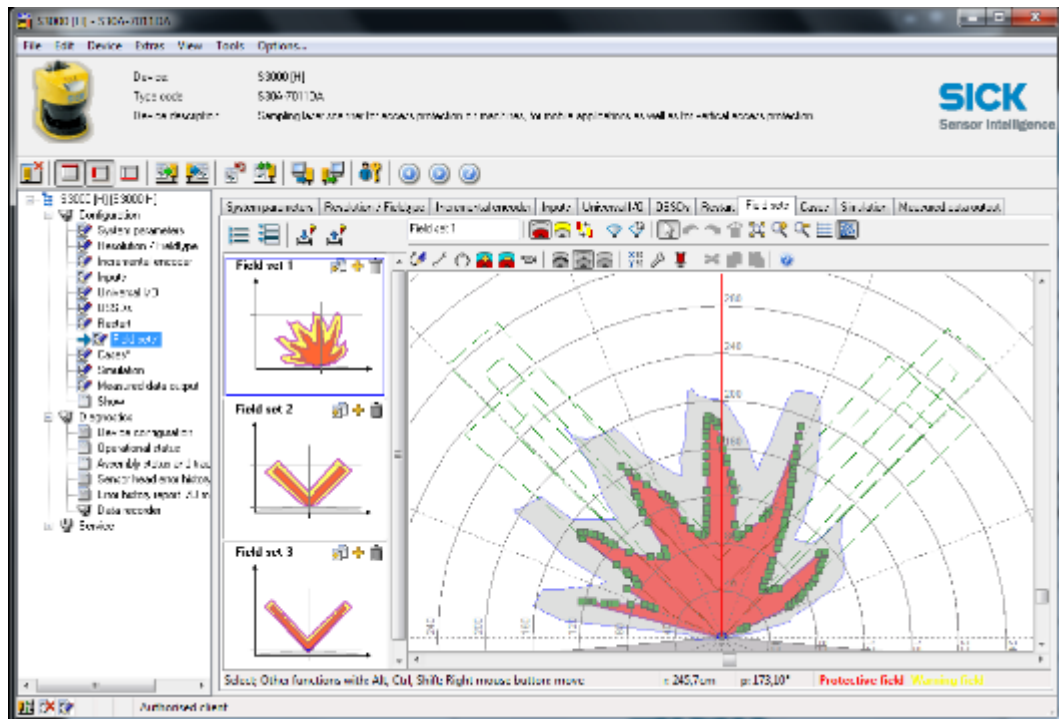
ABB:llä vaaditaan laitteen uudelleen käynnistämiseen erillinen kuittaus, jotta voidaan varmistaa, että skannausalue on tyhjä. Valitaan ”With restart interlock”.

## Alueiden asettelut



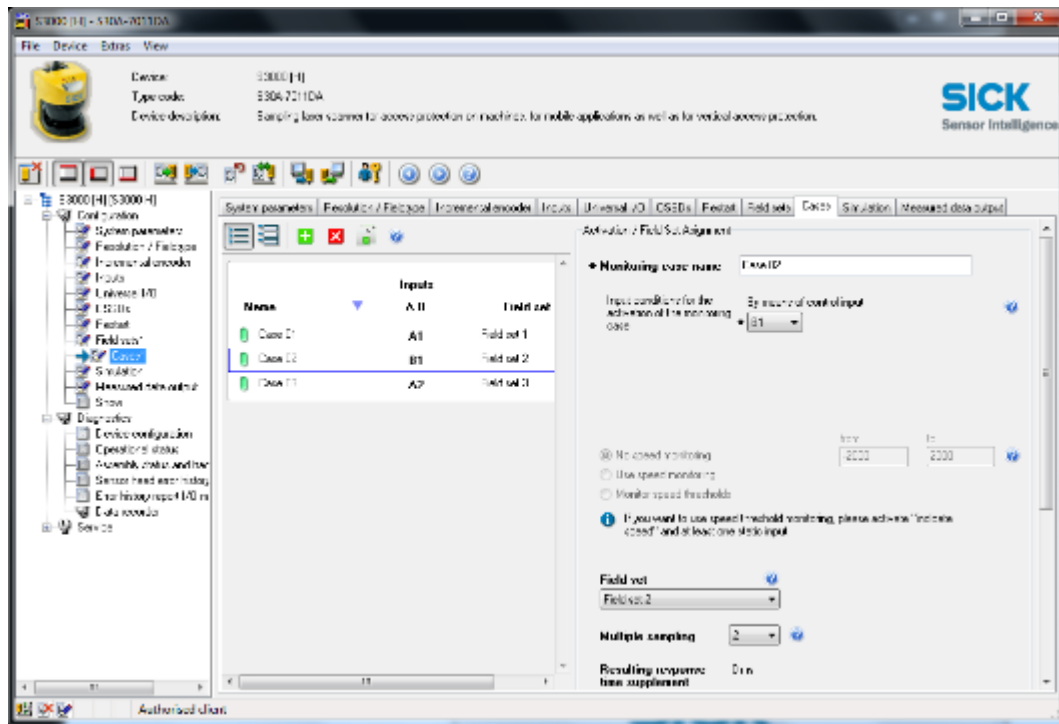
**Liite 1/Kuva 15.** Esimerkki tehdystä alueesta online-tilassa. /25/

Esimerkkikuvan ympärillä oleva sininen viiva tarkoittaa, että laite havaitsee siellä liikettä/esteitä.



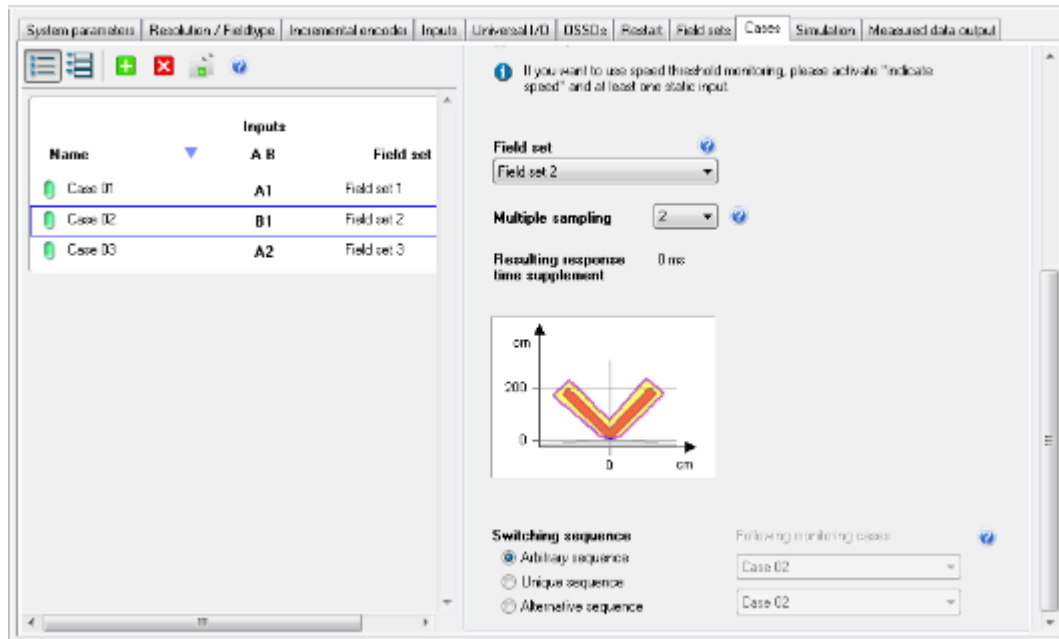
Liite 1/Kuva 16. Fieldsets, kenttien asetellut. /25/

Kuvassa Liite 1/Kuva 16 on auki kenttien asetelluikkuna. Muokkausvaiheessa punainen alue isossa kuvassa on suojausalue (Protective field). Pienemmissä kuvissa oranssilla on suojausalue ja keltaisella hälytysalue (Warning field). Normalissa näkymässä hälytysalue on keltainen ja suojausalue oranssi. Alueiden piirtoa auttavat työkalut ovat ison kuvan ylä laidassa.



Liite 1/Kuva 17. Cases /25/

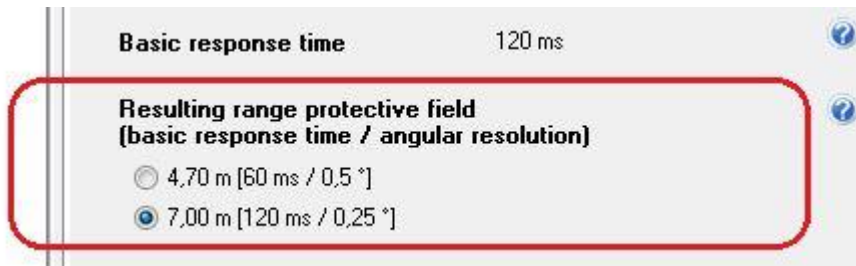
Cases-kohdassa voidaan valita käytettävät skannausalueet, jotka tehtiin edellisessä kohdassa. Inputit on kytketty kytkimelle, jonka avulla saadaan skannausaluetta muutettua.



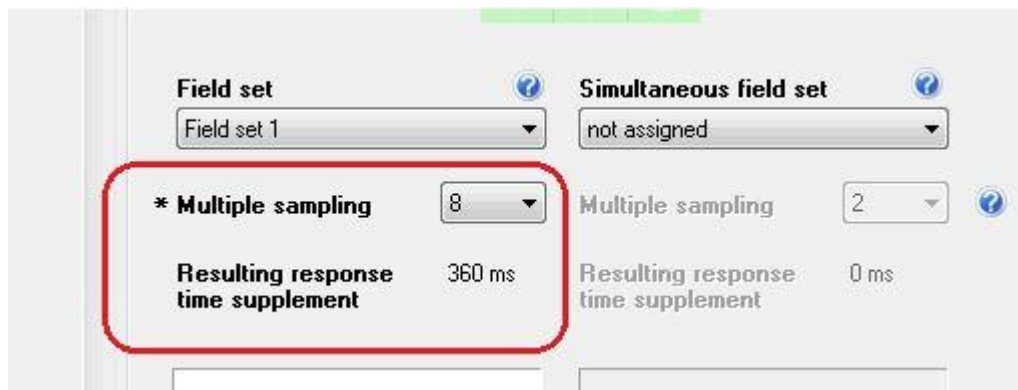
**Liite 1/ Kuva 18.** Lisäkuva kohdasta Cases. /25/

Kuvan Liite 1/ Kuva 18 näkymästä voimme valita ”Case”, tässä tapauksessa Case02, field set kohdasta saadaan valittua haluttu skannausalue. Käytettävät inputit on valittu kohdassa ”inputs”.

Lasketaan vasteaika, kuinka nopeasti laser-skannerin havahtumisesta suojarole havahtuu ja katkaisee jännitteen. Vasteaikaan vaikuttavat resoluutio, näytteiden otanta ja siirtonopeus. Lasketaan esimerkkikuvien Liite 1/ Kuva 19 ja Liite 1/Kuva 20 arvoilla.



**Liite 1/ Kuva 19.** Esimerkkikuva kohdasta "Resolution, josta kaavassa käytetyt arvot tulevat. /25/



**Liite 1/Kuva 20.** Esimerkkikuva vasteajasta. /25/

Käytössä ei ole EFI-toimintoa, joten sitä ei laskentaan tarvita. Katsotaan kuvasta Liite 1/Kuva 20 valittu vasteaika (Basic response time) ja kuvasta Liite 1/Kuva 21 näytteen otanta (Multiple sampling).

$t_B$ = Basic response time, vasteaika, 120 ms

$T_{MFA}$ = Supplement due to multiple sampling, lisäaika moninkertaiseen näytteen otantaan, 360 ms

$T_{EFI}$ =Supplement for the usage of external OSSD via EFI, lisäaika käytettäessä ulostulo liitäntää

$T_s$ = Response time, kokonaisvasteaika

$$T_s = t_B + T_{MFA} + T_{EFI} \quad (3)$$

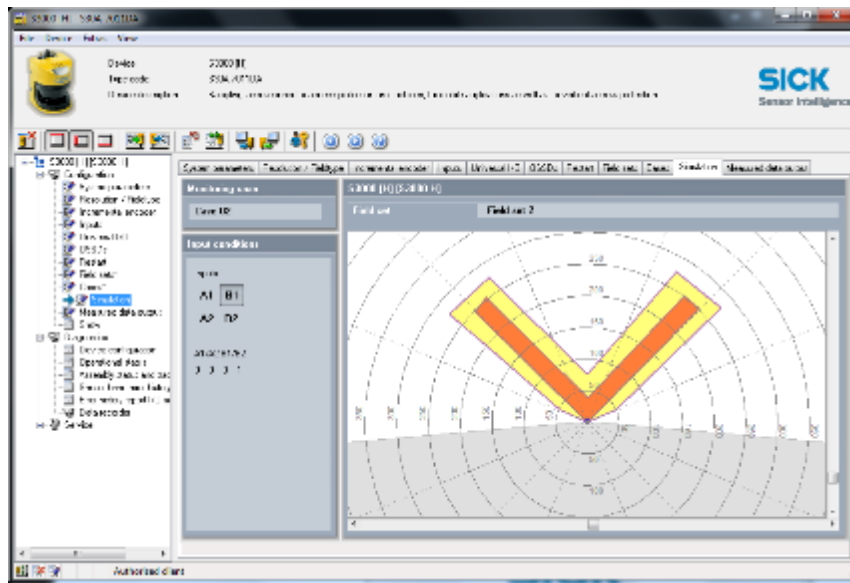
$$T_s = 120 \text{ ms} + 360 \text{ ms} = 480 \text{ ms}$$

| Multiple sampling | Supplement for basic response time 60 ms | Supplement for basic response time 120 ms |
|-------------------|--|---|
| 3 times           | 30 ms                                    | 60 ms                                     |
| 4 times           | 60 ms                                    | 120 ms                                    |
| 5 times           | 90 ms                                    | 180 ms                                    |
| 6 times           | 120 ms                                   | 240 ms                                    |
| 7 times           | 150 ms                                   | 300 ms                                    |
| 8 times           | 180 ms                                   | 360 ms                                    |
| 9 times           | 210 ms                                   | 420 ms                                    |
| 10 times          | 240 ms                                   | 480 ms                                    |
| 11 times          | 270 ms                                   | 540 ms                                    |
| 12 times          | 300 ms                                   | 600 ms                                    |
| 13 times          | 330 ms                                   | 660 ms                                    |
| 14 times          | 360 ms                                   | 720 ms                                    |
| 15 times          | 390 ms                                   | 780 ms                                    |
| 16 times          | 420 ms                                   | 840 ms                                    |

**Liite 1/Kuva 21.**  $T_{FMA}$  arvot. /8/

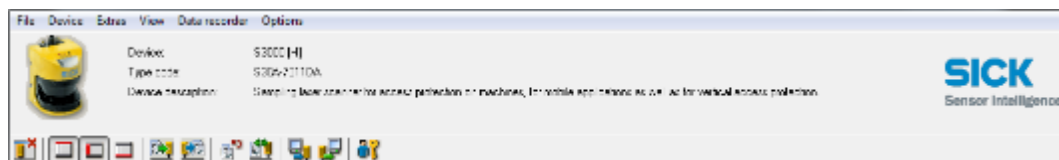
Tämänhetkisillä arvoilla saadaan vasteajaksi alle puoli sekuntia eli 480 ms. Skannauskertojen eli pyyhkäisyjen moninkertaistuksen avulla voidaan vaikuttaa olennaisesti suojarleen toiminta-aikaan. Pyyhkäisyjen määrä tekee alueesta turvallisemman, mutta samalla hidastaa vasteaikaa.

Turvalaitteille määritetään turvaajat. Kaikki turvalaitteeksi luokitellut laitteet ovat sallitun ajan (ms) sisäpuolella.



**Liite 1/Kuva 22.** Simulointi. /25/

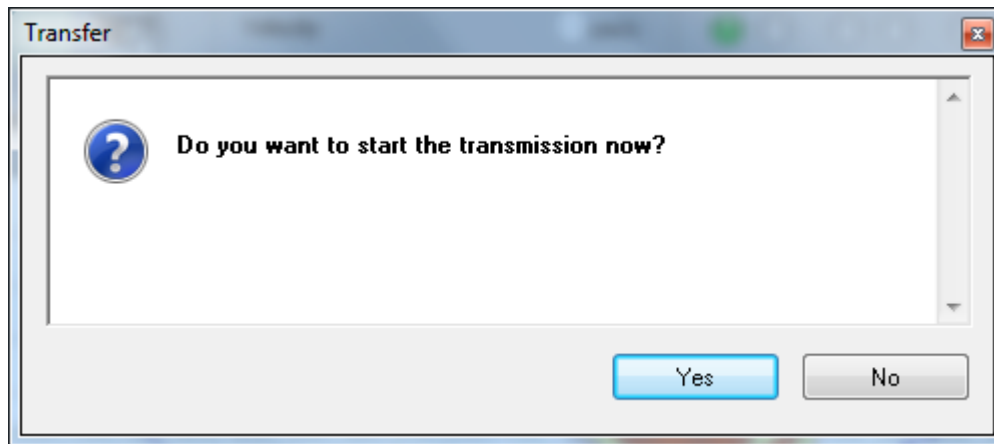
Simulointivalikosta nähdään, mihin inputtiin mikäkin kuva on asetettu sekä mikä on kyseisen inputin binäärikoodi.



**Liite 1/ Kuva 23.** Ohjelman lataus. /25/

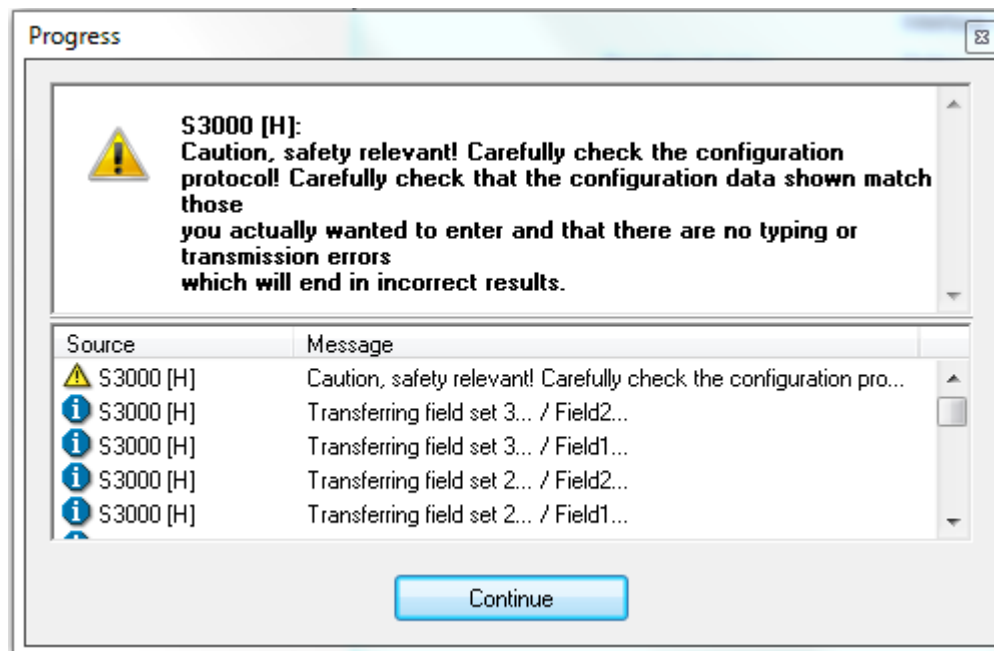
Ohjelman latausvaiheessa valitaan kolmas painike oikealta, joka on ”Transfer configuration to the device”, ”Konfiguroinnin siirto laitteelle”. Näin saadaan tehty ohjelma siirrettyä laser-skannerille. Ohjelma kysyy vielä ”Do you want to start the transmission now?”, ”Haluatko tehdä siirron nyt?” Tähän vastataan kyllä, jos asetukset on tehty ja konfigurointi on valmis.





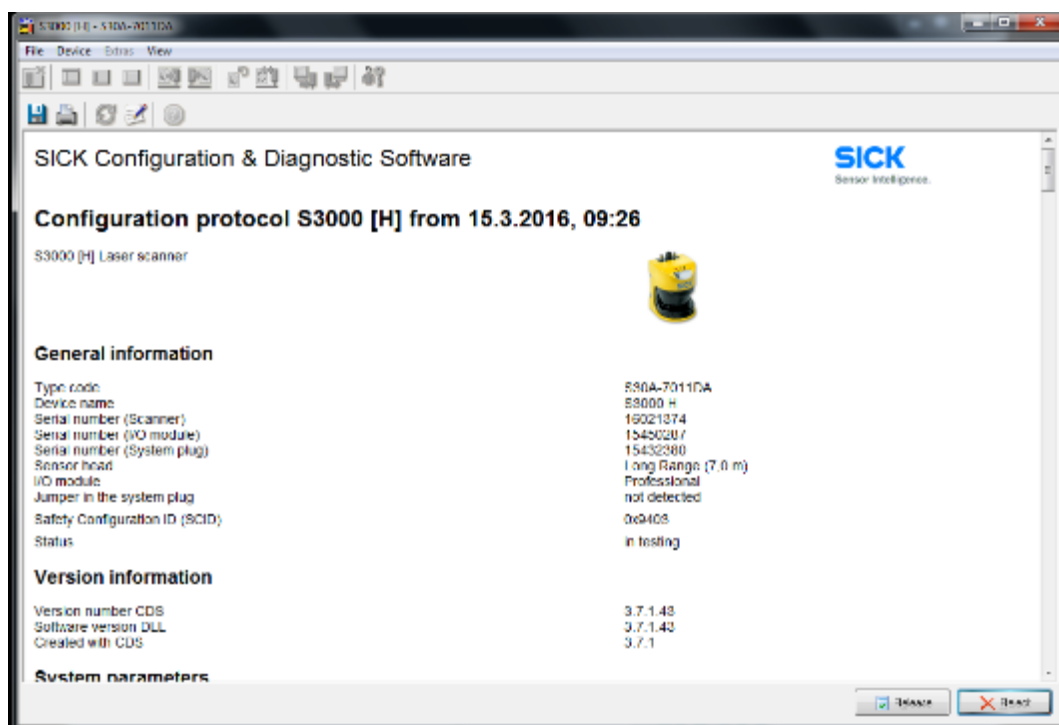
**Liite 1/Kuva 24.** Varmistus konfiguroinnin siirtoon. /25/

Siirron varmistus hyväksytään painamalla ”Yes”.

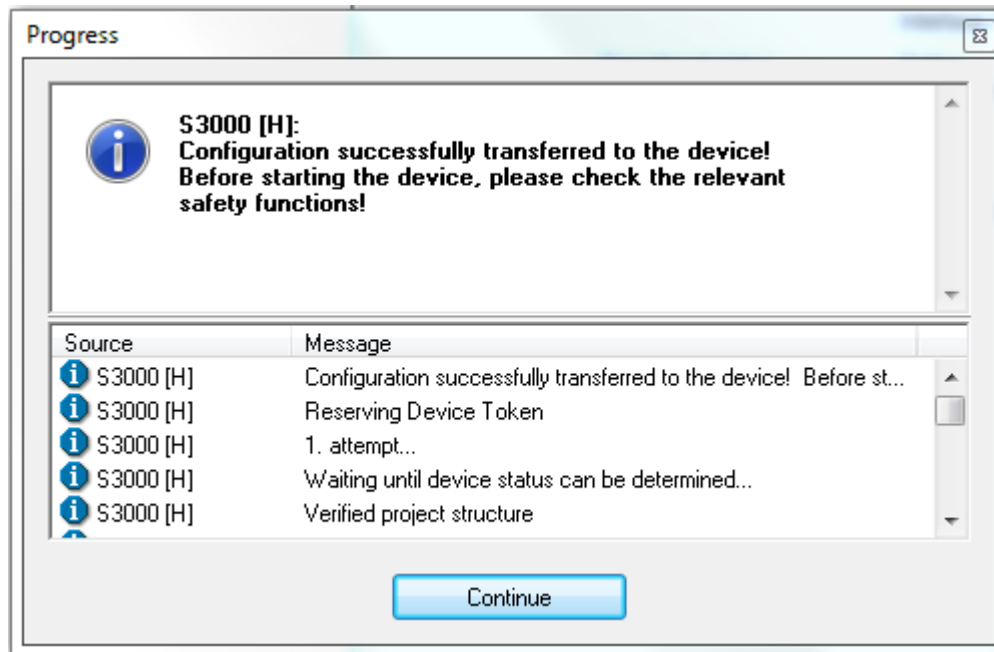


**Liite 1/Kuva 25.** Konfiguroinnin siirron aikana avautuva ikkuna. /25/

Ohjelma pyytää tarkistamaan protokollan ja konfiguroinnin. Jos listassa ei ole punaista rastia, paina ”Continue”. Tällöin aukeaa ikkuna, jossa on eriteltyinä asetetut skannausalueet ja mitkä inputit ovat käytössä. Painetaan ”Release”, jolloin päästään takaisin aloitussivulle. Sama ikkuna aukeaa, kun painetaan vasemmallalla olevasta valikosta ”Show”.



Liite 1/Kuva 26. Konfigurointi onnistui. /25/



**Liite 1/Kuva 27.** Valmis konfigurointi. /25/

Konfiguroinnin jälkeen painetaan ”Continue” ja nyt laite on valmis käytettäväksi. Laser-skanneri vaatii käynnistyäkseen resetin painamisen. Kytkin ei saa tällöin olla 0-asennossa ja aina täytyy jokin skannausalue olla aktiivinen.