



**Porauslaitteen DD321 sekä tunnelijumbon DT1131i
pääsähköjärjestelmän tarkastuksen toimintaohjeen
mallintaminen**

Mari-Anne Nieminen

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2016
Kone - ja tuotantotekniikka
Laiteautomaatio / Tuotekehitys
Tampereen ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu

Kone - ja Tuotantotekniikan koulutusohjelma

Mari-Anne Nieminen

Porauslaitteen DD321 ja tunnelijumbon DT1131i pääsähköjärjestelmän sähkö tarkastuksen toimintaohjeen mallintaminen

Opinnäytetyö 33 sivua, kuvia 19, Liitteet 2

Sami J. Heikkilä

Antti Perttula

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on mallintaa toimintaohje maanalaisille poralaitteille sähkö tarkastukseen. Maanalaisia poralaitteita on useita malleja. Lukuisat määrät optioita tuo laitevariaatioita vieläkin enemmän. Eroavaisuuksien havainnoiminen ja yleisimpien virheiden luokittelu antaa mahdollisuuden pyrkiä löytämään tarkastuksien ongelmakohtat. Nykytekniikan kehittyminen ja uuden tekniikan lisääntyminen tuo omat haasteensa poralaitteen sähkö tarkastuksen suorittamiseen. Opinnäytetyöhön on valittu laitteet mallinsa ääripäistä.

Kun saadaan riittävästi informaatiota tarkastuksista sekä toistuvista virheistä, pystytään mahdollisesti luomaan ratkaisuja tarkastuksien ongelmakohtiin. Informaation kerääminen ja sen jalostaminen eteenpäin mahdollistaa myös ajatuksen uusien sähkö tarkastajien kouluttamisesta, saadun informaation avulla. Koulutusaika lyhenee, kun pääsemme heti kiinni tarkastuksien vaikeisiin vaiheisiin.

ABSTRACT

Tampere university of applied sciences

Kone - ja Tuotantotekniikan koulutusohjelma

Mari-Anne Nieminen

Modeling of the directive for drilling rig DD321 and tunneling jumbo DT1131i

Opinnäytetyö 30 sivua, kuvia 19, Liitteet 2

Sami J. Heikkilä

Antti Perttula

The purpose of this thesis is to model a directive for electrical inspections of underground drilling machines. There are various models of the machines, and many optional functions and hardware for them. Observing the differences and classification of the most common errors gives an opportunity to find the problems in the inspection routines. The continued development of the electrical inspections and the increase of modern technology create more challenges for the inspections. I have selected two underground drilling machines for this thesis that differ from each other the most.

When you get enough information from the inspections and the errors that occur you can create solutions for the problem spots of the inspections. Receiving important knowledge and processing it forward could provide an idea to instruct new inspectors more effectively. The training period could be shorter if we can focus right away for the difficult points of the inspections.

ALKUSANAT

Haluan kiittää kaikkia tämän matkan varrella minua auttaneita, ja kannustaneita, perhettä, sukulaisia ja työtovereita. Tämän opinnäytetyön tekeminen on ollut minulle raskas projekti, joka on vienyt aikaa ja energiaa. Kiitos kuuluu myös työnantajalleni, Sandvik Mining and Construction Oy:lle mahdollisuudesta tämän työn ja opinnäytetyöni tekemiseen.

Haluan kiittää työni ohjaajaa Sami J. Heikkilää avusta ja kärsivällisyydestä. Tämä työ ei olisi valmistunut ilman hänen suurta apuaan. Kiitokset opiskeluaikaiselle esimiehelleni Miikka Savilahdelle joustamisesta ja sen tuomasta kannustuksesta opiskeluun. Kiitokset perheelleni ja erityisesti puolisololleni kannustuksesta. Erityiskiitokset ansaitsee tätini Tanja Salonen vankkumattomasta kannustuksesta ja luottamuksesta.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
1.1	Yritysesittely	8
1.2	Työn taustat	9
1.3	DD321	10
1.4	DT1131i.....	11
1.5	Työn tavoitteet.....	11
2	SÄHKÖTARKASTUS	12
2.1	Sähkötarkastus työvaiheena.....	12
2.2	Sähkötarkastajan henkilökohtaiset vaatimukset	12
2.3	Sandvikin tarkastusohjeet ja käytännöt	13
2.4	Sähkötarkastukseen liittyviä määrittämiä.....	15
2.5	Koneenvalmistuksen prosessi.....	15
3	SÄHKÖTARKASTUKSEN VAIHEET, SÄÄTÖ JA KOEPORAUS	16
3.1	Alustan sähkötarkastus	16
3.2	Pääsähköjärjestelmän tarkastus	17
3.3	Säätö	18
3.4	Lähetys­sähkötarkastus	19
4	SFS EN 60204-1 KONEIDEN SÄHKÖLAITTEET	19
4.1	Yleistä standardeista	20
4.2	Turvallisuus	21
4.3	Sähkökomponentit ja laitteet	22
5	STANDARDIN EN 60204-1 MUKAISET MITTAUKSET DD321 JA DT1131I - LAITTEILLE	22
5.1	Suojamaadoitusjohtimien jatkuvuusmittaus	22
5.2	Eristysvastusmittaus	24

5.3	Jännitekoe	25
6	VÄYLÄTEKNIikka JA SEN MITTAUKSET DT1131I LAITTEELLE.....	27
6.1	CAN- väylä.....	27
6.2	Väylämittaukset DT1131i	29
7	YHTEENVETO	31
8	LÄHTEET.....	32
9	LIITTEET	33

ERITYISSANASTOA

SMC	Sandvik Mining and Construction Oy
SOP	Standard Operation Procedure (Vakioitu toimintatapa)
STA - ohje	Tuotannon työntekijöiden toimintaohje
Osapuutos	Laitteen valmistuksesta puuttuva komponentti tai osa
Valmistusrakenne	Laitteen kokoonpano - ohje, josta löytyvät standardivarusteet sekä mahdolliset optiot
Pistotulppa	Osa, jolla yhdistetään laitteen syöttökaapeli sähköä syöttävään vika - ja ylikuormakeskukseen.
Estolaite	Väline, jolla pystytään estämään pistotulpan tahaton, ennenaikainen kytkeminen vika - ja ylikuormakeskukseen.
Valmistumisprosessi	Laitteen valmistumisen kaikki vaiheet
Takymetri	Laite, jolla mitataan polaarisesti pisteiden sijaintia koneeseen nähden ja mitataan pisteiden vinoetäisyys, sekä vaaka - ja pystykulmat
Liikkuva data	CAN - väylällä kulkevat viestit

1 JOHDANTO

1.1 Yritysesittely

Sandvik on vuonna 1862 perustettu kansainvälinen korkean teknologian metalli ja -kaivosalan teollisuuskonserni. Yrityksen perusti Göran Fredrik Göransson, ja Sandvik listautui Tukholman pörssiin 1901. Sandvik aloitti toimintansa keskittymällä kallioporaukseen tarkoitettujen porateräksien valmistukseen. Myöhemmin 1900 - luvulla aloitettiin myös ruostumattoman teräksen ja kovametallin tuotannot. Nykyään Sandvik on markkinajohtaja erikoisaloillaan. Kaivos - ja rakennusteollisuuden laitteet ja työkalut, ruostumattomat materiaalit, kestmateriaalit, metallintyöstössä käytettävät työkalut ja prosessijärjestelmät ovat Sandvikin erikoisalaa. Sandvik työllisti vuonna 2013 arviolta 47 000 henkilöä. Toimipisteitä on yli 130 maassa ympäri maailmaa. Liikevaihto oli 89 miljardia Ruotsin kruunua. (www.home.sandvik.com, 30.03.2016)



Kuva 1. Sandvik markkinajohtajana. (Sandvik Group_Corporate Presentation, 30.03.2016)

Sandvik Mining and Construction Oy (SMC) on Sandvik - konsernin omistama liike-toiminta - alue, joka tuottaa materiaalinkäsittely - ja louhintalaitteita, kovametallityökaluja ja niihin liittyviä palveluja. Nykyinen Sandvik Mining and Construction Oy muodostettiin, kun Sandvik osti aikanaan Tampellasta erkaantuneen Tamrockin vuonna 1997, ja vuonna 1998 ostettu Sandvik Rock Tools yhdistyivät. Vuoteen 2006 asti voimassa ollut Sandvik Tamrock nimi poistettiin käytöstä ja uudeksi nimeksi tuli Sandvik Mining and Construction Oy. (www.home.sandvik.com, 30.03.2016)

SMC Oy on maailman johtava kallioporauslaitteiden valmistaja. Laitteita toimitetaan maanpäälliseen - ja alaiseen poraukseen, rakenteiden purkamiseen ja louhen siirtoon. Suomessa yhtiö toimii nimellä Sandvik Mining and Construction Oy, ja toimipaikat sijaitsevat Tampereella, Turussa, Lahdessa, Hollolassa ja Vantaalla. Turun tehtaalla valmistetaan kuljetus - ja lastauslaitteita, ja Lahdessa hydraulisia iskuvasaroita ja leikkurimurskaimia. Hollolan ja Vantaan toimipisteet keskittyvät pääasiassa myyntiin ja suunnitteluun. Tampereen toimipiste valmistaa avolouhintalaitteita, tunnelinporauslaitteita, kaivos - ja tuotantoporauslaitteita ja pultituslaitteita. Tämän lisäksi Tampereen Myllypuron tehtaalla on edellä mainittujen tuotteiden tuotekehitystä, suunnittelua ja markkinointia. Myös uuden sukupolven maanalaisten poralaitteiden tuoteperheen suunnittelu, testaus ja kehittäminen on vahvasti keskitetty Tampereelle. (www.home.sandvik.com, 30.03.2016)



Kuva 2. Tampereen tehdas, 2003. (Sandvik, Mediabase)

1.2 Työn taustat

Opinnäytetyö tehtiin Sandvik Mining and Construction Oy:n tuotekehitykseen. Työn tarkoituksena oli saada kahdelle, erityyppiselle poralaitteelle toimintamalliohje laitteen sähköiselle käyttöönottotarkastukselle jotta voidaan tarkastella sähkötarkastuksen eroavaisuuksia.

Porauslaitteiksi valittiin DD321 ja DT1131i. Nämä maanalaiset porauslaitteet eroavat toisistaan sähkö tarkastuksen osalta. Toinen on perusmallin porausjumbo ja toinen korkean tason automaatiolaite, tunnelijumbo. Pääsähköjen rakenne on laitteilla hyvin samankaltainen, mutta laitteiden ohjausjärjestelmät eroavat toisistaan oleellisesti. DD321 ohjausjärjestelmä on hydraulinen, ja DT1131i on tietokoneohjattu.

Molemmat laitteet ovat diesel - moottoreilla liikuteltavia. Ajotoiminnot toimivat pääsääntöisesti 24VDC jännitteellä. Kun lähdetään laitteita käyttämään maan alle erilaisiin poraustehtäviin, porauslaite kytketään kaapelilla, joka on varustettu pistotulpalla, vika - ja ylikuormakeskukseen. Vika - ja ylikuormakeskus eli VYK syöttää laitteen käyttöjännitteen. Käyttöjännite riippuu asiakkaan vaatimuksista, alueella 380 - 1000 V.

1.3 DD321

Peränporauslaite DD321 on kompakti kaksipuominen porauslaite vaativiin olosuhteisiin. DD321 on pienikokoisempi kuin DT1131i. Sen perinteinen hydraulinen ohjausjärjestelmä on ollut riittävä tunnelilouhoksissa ja maanalaisissa kaivoksissa, joissa ei ole ollut tarkkuusvaatimuksia, kuten esimerkiksi rakennuskohteissa.



Kuva 3. Sandvik DD321. (Sandvik DD321)

1.4 DT1131i

DT1131i on tietokoneistettu, kolmepuominen tunnelijumbo. Nämä väyläohjatut laitteet tarjoavat monipuolisuutta ja joustavuutta tunneli - ja rakennusprojekteihin. Ne ovat tarkkoja ja käyttäjäystävällisiä. Hyvä esimerkki DT1131i - laitteen toiminnasta on Tampereen rantatunnelin rakentaminen. Tunnelin louhimisessa käytettiin kahta Sandvikin valmistamaa DT1131i - laitetta..



Kuva 4. DT1131i. (Sandvik DT1131i)

1.5 Työn tavoitteet

Sami Kiviojan opinnäytetyö "Standardityöohjeen laatiminen maanalaiselle kallionporauslaitteelle" käynnisti SOP - työmenetelmäohjeistuksien tekemisen Tampereen tehtaalle vuonna 2010. SOP tulee sanoista Standard Operation Procedure ja tarkoittaa standardiohjeistusta. Standard Operation Procedure tarkoittaa vakioidun toimintatavan luomista. Jokainen tuotantovaihe kuvataan alusta loppuun käyttäen hyväksi valokuvia, tekstejä tai vaikka videointia. Työmenetelmien yhtenäistäminen, laatu ja turvallisuus ovat SOP - ohjeiden keskeisimmät tavoitteet.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli saada sähkö tarkastuksen sisältö ja erot esille kahdesta, erityyppisestä laitemallista. Työ tehdään SOP - tyyppiseksi, jotta sitä pystytään jatkamaan ja kehittämään lisää. Sähkö tarkastuksesta työvaiheena saadaan yhtenäinen ohjeistus ja pystytään paremmin vastaamaan erityyppisten laitteiden tuomiin haasteisiin sähkö tarkastuksissa, sekä löytämään erot sähkö tarkastuksien vaatimuksiin eri laitteilla.

2 SÄHKÖTARKASTUS

2.1 Sähkö tarkastus työvaiheena

Sähkö tarkastus suoritetaan laitteen valmistuksen loppupäässä. Sähkö tarkastus koostuu kolmesta vaiheesta jotka ovat alustan sähkö tarkastus, verkkosähkö järjestelmän sähkö tarkastus ja lähetyssähkö tarkastus. Sähkö tarkastuksen ensisijainen tavoite on varmistaa, ettei laite aiheuta vaaraa käyttäjälle. Sähkö tarkastuksen tavoitteen on varmistaa laitteen paloturvallisuus sähkö järjestelmissä, sähköiskun vaaran poistaminen sekä toiminnallisuus, jolla päästään parhaaseen mahdolliseen käyttöikään. Visuaalisilla tarkastuksilla, standardien edellyttämällä mittauksilla ja koekäyttöillä suoritetaan laitteen sähkö tarkastus. Ongelmatapauksissa yhteistyötä tehdään muiden sidosryhmien kanssa. Tuotantolinja vastaa ongelmista, jos valmiista laitteesta puuttuu jokin kokonaisuus tai komponentti. Osto - organisaation avustuksella puututaan laitteilla oleviin osapuutoksiin. Sähkö suunnittelu avustaa jos laitteen valmistusrakenteessa on ongelmia.

2.2 Sähkö tarkastajan henkilökohtaiset vaatimukset

Sähkö tarkastuksia tekevän asentajan pitää täyttää KTM 516:en vaatimukset riittävälle kokemukselle. KTM 516 on Kauppa - ja teollisuusministeriön päätös sähkö alan töistä. Päätöksen luvussa 9 on perusvaatimus sähkö töitä tekevälle henkilölle. Luvuissa 10 ja 11 on vaatimukset vähäistä vaaraa ja häiriötä aiheuttavasta sähkö työn tekemisestä, sekä ammattitaitoa edellyttävästä sähkö työstä. Riittävän pätevyyden omaava asentaja perehdytetään laitteen tarkastuksiin, jonka jälkeen hänellä on mahdollisuus saada Sandvikin Tampereen tehtaan sähkö töiden johtajan myöntämä lupa sähkö tarkastuksien tekemiseen

itsenäisesti. Tällä hetkellä sähkötöiden johtaja on Timo Korva. Pääsähköjärjestelmien sähkö tarkastuksia tekevällä asentajalla pitää olla suoritettuna:

- Työturvallisuuskortti
- Hätä - ensiapukortti
- Sähkötyöturvallisuuskortti

Lisäksi sähkö tarkastuksia tekevällä asentajalla suositellaan olevan suoritettuna:

- Tulityökortti
- Jännitetyökoulutus

2.3 Sandvikin tarkastusohjeet ja käytännöt

Sandvikin omasta ohjetietokannasta löytyy Sähkökäyttöisen laitteen käyttöönotto STA - ohje, jossa määritellään mm. käyttöönottoon ja sähkö tarkastukseen liittyviä opastuksia, sekä nimetään eri osastojen sekä toimihenkilöpuolen sähkö tarkastuksiin perehdytetyt ja luvan saaneet henkilöt. STA- ohjeet yleisesti on tehty avustamaan tuotannon työntekijöitä erilaisissa töissä. Osa STA - ohjeista on tehty standardien mukaisiksi ohjeiksi, toiset toimintaohjeiksi, joita pitää noudattaa.

Sähkökäyttöisen laitteen käyttöönotto STA - ohjeessa mainitaan Sandvikin omien sähkö tarkastajien velvollisuuksista ja toimenpiteistään sähkö tarkastuksien aikana. "Käyttöönottotarkastajilla eli sähkö tarkastajalla on oikeus laitteen sähkö tarkastukseen, toiminnallisiin testauksiin ja he voivat hyväksyä laitteen sähkö järjestelmän koekäyttöön sekä lähetettäväksi asiakkaalle. Tarkastuksessa sähkö tarkastusta tekevän tulee varmistaa, että jännitettä ei kytketä tahattomasti. Tarkastus suoritetaan tarkastuspöytäkirjan mukaisesti, Sandvikin ohjeistusta, sähkö turvallisuusmääräyksiä ja EN60204-1:ä noudattaen. Sähkö tarkastuksen määräysten mukaisuudesta vastaa sähkö töiden johtaja" (Sähkö käyttöisen laitteen käyttöönotto STA-05-053)

Kun sähkötarkastajan työ laitteella on vielä kesken ja laitetta ei ole hyväksytty kytkettäväksi sähköverkkoon tai koneella on kesken sähköiseen toimintaan liittyvä muutos - tai korjaustyö, käytetään kaapelin päässä olevassa pistotulpassa estolaitetta. Pistotulpan estolaite estää pistotulpan kytkemisen syöttöjännitettä syöttävään vika- ja ylikuormakeskukseen. Estolaite asennetaan aina samalla, kun laitteen kaapeliin kytketään pistotulppa. Estolaitteen saa poistaa vain sähkötarkastaja



Kuva 5. Estolaitteet käytössä oleviin pistotulppiin

Työnaikainen sähkötöiden valvoja on laitteella työskentelevä sähkötarkastaja. Kun laitteelle työskentelee kaksi sähkötarkastajaa, vastuu vaihtuu viikoittain oman järjestelmän mukaan. Jos laitteella työskentelee yksi sähkötarkastaja, hän on tällöin työnaikainen sähkötöiden valvoja. Työnaikaisen sähkötöiden valvojan tehtävät on kirjattu Sähkökäyttöisen laitteen käyttöönotto STA - ohjeeseen.

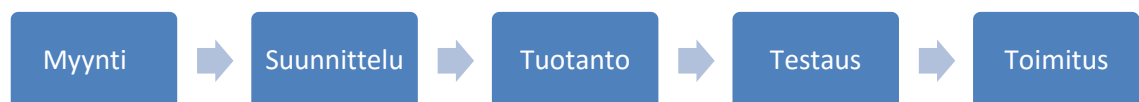
"Sähköjärjestelmien käyttöönotossa on olemassa sähköiskun, odottamattoman liikkeen tai nestevuodon riski. Työnaikaisen sähkötöiden valvojan pitää rajoittaa tarkastustoimenpiteissä sivullisten pääsy sähkötarkastusalueelle. Rajaus tehdään eristämällä alue. Mikäli tarkastuksen ulkopuolinen henkilö saapuu luvatta tai tahallisesti laitteelle ilman turvallisuudesta vastaavan henkilön hyväksyntää, tulee tarkastus keskeyttää. Sähköiskun tai valokaaren vaaraa aiheuttavissa sähköalan töissä jokaiseen työkohteeseen nimetään henkilö valvomaan työnaikaista sähköturvallisuutta. Tätä henkilöä kutsutaan työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojaksi. Hänen tulee olla itsenäiseen työhön kykenevä sähköalan ammattihenkilö. Valvoja osallistuu työhön tai tekee sen kokonaisuudessaan itse. Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan tulee itse olla työkohteessa, jotta pystyy valvomaan turvallisuutta. Käyttöönottaja eli sähkötarkastaja on työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja." (Sähkökäyttöisen laitteen käyttöönotto STA-05-053)

2.4 Sähkötarkastukseen liittyviä määritteitä

Sähkötarkastuksen yhteydessä puhutaan myös useasti käyttöönottotarkastuksesta ja testauksesta. Käyttöönottotarkastus on sovittu menettelytapa, jolla varmistetaan tarkastettavan kohteen vaatimusten mukainen taso. Tämä tapahtuu mittaamalla, testaamalla ja tarkastamalla. Testauksella varmennetaan sähköasennusten turvallisuus ja asetusarvojen toimivuus, vaatimustenmukaisilla laitteilla.

2.5 Koneenvalmistuksen prosessi

Standardien noudattamisen ohjeistus on yksi suunnittelun tehtäviä. Suunnittelu on yksi osa laitteen valmistumisprosessia. Laitteen valmistus alkaa myynnistä. Myynti ja asiakas pohtivat millaisen laitteen asiakas tarvitsee tarpeen ja käyttökohteen mukaan. Kun kaupat on tehty, alkaa laitteen suunnitteluprosessi. Vaikka peruslaitteet ovat hyvin pitkälti valmiiksi suunniteltuja, ovat maanalaiset poralaitteet hyvin yksilöllisiä, kuten niiden tulevat työkohteetkin. Laitteen rakenteen varmistuttua suunnittelusta, alkavat laitteen osien tilaukset. Samaan aikaan tuotanto sovittaa laitetta valmistusketjuun, jossa pystytään määrittelemään valmiin laitteen valmistumisaika. Alihankkijat valmistavat osan laitteiden komponenteista ja kokoonpanoista. Tehtaan omissa kokoonpanopaikoissa valmistuu myös laitteissa tarvittavia kokoonpanoja. Loppukokoonpano alkaa työnsä, kun osia alkaa kokoonpanoon saapua. Kun laite valmistuu loppukokoonpanosta se jatkaa matkaansa testaukseen, jossa alkaa pääsähköjärjestelmän sähkötarkastus. Sähkötarkastuksen jälkeen laite säädetään ja koeporataan. Koeporauksen jälkeen laite todetaan toimivaksi, ja siirretään pesun ja maalauksen kautta viimeisteltäväksi. Pakkaamo vastaanottaa asiakkaalle valmiin laitteen, ja lähettää sen eteenpäin.



Kuva 6. Valmistumisprosessi

3 SÄHKÖTARKASTUKSEN VAIHEET, SÄÄTÖ JA KOEPORAUS

3.1 Alustan sähkö tarkastus

Laitteen liikkumiseen liittyvät sähköiset toiminnot tarkastetaan koneen valmistuttua kokoonpanosta, joka Tampereen tehtaan omasta tuotannosta tai alihankkijalta. Tämä työvaihe on alustan sähkö tarkastus. Alustan tarkastuksen yhteydessä laitteen mekaniikka - asentajat säätävät laitteen turvallisesti liikuteltavaan kuntoon, hydraulisesti ja toiminnallisesti.

Laitteen sähköasentajat tarkastavat alustan pienoisjännitealueen toiminnot itse. Alustan sähkö tarkastuksen tavoitteena on saada laite turvalliseen ajokuntoon. Tarkistetaan laitteen ajomoottorin toiminnot, mittarit ja hälytykset. Tarkistetaan valaistuksen toiminta, sekä jarrupiirin toiminta sähköisesti. Kokeillaan laitteen maatukien, puomien ja kelojen toiminta. Suoritetaan visuaalista tarkastusta, koteloiden kunto, vesireiät ja kaapeleiden reititykset. Kun alustan sähkö tarkastuksen kohdat on kaikki käyty läpi, laite kuitataan tältä osin tarkastetuksi ja toimitetaan eteenpäin. Alustan sähkö tarkastuksen tekemiseen on Sandvikin oma STA - ohje.



Kuva 7. Alustan sähkö tarkastuspöytäkirja. (Jatkuva Parantaminen - sovellus)

3.2 Pääsähköjärjestelmän tarkastus

Pääsähköjärjestelmän sähkö tarkastus aloitetaan aina tarkistamalla, että kone vastaa ilmoitettua rakennetta. Varmistetaan, että alustan säätöjen ja sähkö tarkastuksen aikana havaitut ongelmat ovat korjattu tai ovat työn alla. Tarkistetaan, että pöytäkirja on alustan tarkastuksen osalta asianmukaisesti täytetty.

Laite käydään visuaalisesti läpi, jonka jälkeen aloitetaan verkkosähköä käyttävien kaapeleiden sekä liitoskohtien kireyksien tarkistus. Tämän jälkeen tehdään laitteelle "Koneiden sähkölaiteiston turvallisuus" standardi EN 60204-1 mukaiset mittaukset. Mittaustulosten pitää olla hyväksytyjä, jotta laite voidaan kytkeä sähköverkkoon. Sähkö tarkastus suoritetaan pöytäkirjaa noudattaen, sekä piirikaaviota avuksi käyttäen.

Sähkötarkastus 0%
STA-Ohjeet
Sähkötarkastus 0%
Mittaukset 0%
Hälytysten tarkistus 0%
Niskanvoitelupiirin koestus 0%
Lisävarusteiden testaus, Pistorasiat 0%
Lisävarusteiden testaus, Hytti 0%
Lisävarusteiden testaus, Ilmastointi 0%
Lisävarusteiden testaus, Automaattirasvaus 0%
Ennen koeporausta 0%

Kuva 8. Pääsähköjärjestelmän tarkastuspöytäkirja. (Jatkuva Parantaminen - sovellus)

Vaadittujen mittausten jälkeen aloitetaan sähköisten toimintojen tarkastukset. Käydään läpi laitteen turvalliseen käyttöön liittyvät toiminnot, kuten esim. hätä - seis piirin toiminta. Tarkastetaan erilaisten toimilaitteiden, kuten antureiden ja kytkimien oikea toiminta vika - tai hälytystilanteissa. Varmistetaan, että tiedot hälytyksistä tulee poralaitteen käyttäjälle käyttöpaikalle.

Sähkötarkastuksen seuraavassa vaiheessa käynnistetään laitteen päämoottorit, joita laite-tyypistä riippuen on yhdestä kolmeen. Moottorien pyörimissuunnat pitää tarkistaa, jotta hydrauliset pumput alkavat tuottamaan painetta. Sähkömoottorien pyöriessä väärään suuntaan, pumput eivät tuota painetta. Myös laitteessa oleva vesipumppu sekä ilmaa tuottava kompressorit toimivat sähkömoottoreilla. Näiden moottorien pyörimissuunnat on myös syytä tarkistaa.

Kun kaikkien moottorien on todettu pyörivän oikein, sekä tarkastuspöytäkirjan määrittellemät toiminnot on tarkastettu, voi laitteen kuitata käytettäväksi verkkosähköön. Mahdolliset instrumentoinnit tarkistetaan kun laite on hyväksytty sähköverkkoon ja laitetta pystytään käyttämään. Laitteen säätö ja koeporaus voi alkaa kun laite on sähkötarkastettu alustan ja verkkosähkön puolesta.

3.3 Säätö

Verkkosähköön kytkettäväksi hyväksytty laite siirtyy seuraavassa testausvaiheessa säätöön. Kun laitteen sähköinen toiminta tarkastettu, aloitetaan laitteen hydraulinen säätäminen toimintakuntoon. Säädetään esim. pumppujen tehot, painerajat ja liikenopeudet. Varmistetaan porakoneen toiminta, säädetään nopeudet ja paineet poraamista varten. DT1131i laite vaatii takymetrillä tehdyn kalibroinnin. DT1131i laite toimii automaattiporauksella, ja ilman kalibrointia laitteen tiedonkeruuhjelmisto ei ole riittävän tarkka. Kalibroinnissa määritellään laitteen tietokoneelle mm. puomien paikoitus. Säättöjen jälkeen asennetaan porakalusto paikalle sekä varmistetaan sähkötarkastajilta laitteen vienti koeporaukseen. Koeporauksessa varmistetaan laitteen paras mahdollinen toimivuus ja tarkkuus, sitä vaativissa laitteissa. Kaikki Tampereen tehtaan valmistamat maanalaiset poralaitteet testataan tehtaalla olevassa koekaivoksessa.

3.4 Lähetyssähkötarkastus

Kun laite on sähkö tarkastettu, säädetty ja koeporattu se siirretään viimeisteltäväksi lähtö asiakkaalle varten. Laitteen ollessa valmis lähtemään asiakkaalle tarkistaa sähkö tarkastaja vielä koneen. Tarkistetaan koteloiden tiiveys, loppukiristellään sähkökeskus, tehdään tarvittavat suojaukset ja lähetetään koneen mukana laitteen piirikaaviot. Sähkö tarkastaja tarkistaa, että kone on valmis lähetettäväksi asiakkaalle. Kuittaamalla lähetyssähkö tarkastuksen tehdyksi, kone on valmis toimitukseen.



Kuva 9. Lähetyssähkötarkastuspöytäkirja. (Jatkuva Parantaminen - sovellus)

4 SFS EN 60204-1 KONEIDEN SÄHKÖLAITTEET

"Standardi on yhteinen menettelytapa toistuvaan toimintaan. Standardit ovat luonteeltaan suosituksia, mutta viranomaiset saattavat edellyttää niiden käyttöä. Standardi on kirjallinen julkaisu ja standardisoinnista huolehtivan viranomaisen, järjestön tai muun tunnustetun elimen hyväksymä." (ww.sfs.fi, Suomen Standardisimisliitto SFS ry, 29.03.2016)

Kaikki Sandvik Mining and Construction Oy:n valmistamat laitteet sähkö tarkastetaan standardien mukaisesti, tai vastaavan turvallisuustason saavuttavalla ratkaisulla. Lisäksi jotkut kohdemaat vaativat tarkastukset omien vaatimustensa mukaisesti. Koska standardit ovat tärkeä osa sähkö tarkastusta, sekä laitteiden kokoonpanoa ylipäätään, avaan tärkeimpien standardien sisältöä tässä kappaleessa.

Standardoinnilla pyritään toimintatapojen yhdistämiseen. Turvallisuus, yhteensopivuus ja kuluttajansuoja ovat standardien käyttämisen etuja. Laadukkaiden ja menestyvien koneiden perustana on turvallisuus. Koneiden paras mahdollinen turvallisuus saavutetaan paneutumalla turvallisuuskäyttöön mahdollisimman aikaisessa suunnitteluvaiheessa. Koneensuunnittelun tärkeimpiä lähtökohtia on turvallisuussuunnittelun ohella myös asiakkaiden yksilölliset vaatimukset, sekä koneiden valmistaminen ja suunnittelu niin, että ne käyvät kaupaksi.

4.1 Yleistä standardeista

Tässä kappaleessa käsitellään eurooppalaisia standardeja. Sandvik Mining and Construction Oy on maailmanlaajuinen yritys, joka valmistaa laitteita joka puolelle maailmaa. Laitteita valmistettaessa on siis syytä huomioida myös Euroopan ulkopuoliset standardit. Esimerkiksi Australia ja USA käyttävät omia standardejaan. Näkyvimpiä standardien eroavaisuuksia ovat Australiassa syöttökaapeleiden väritys, ja sähkökeskusten suojauksissa. Esimerkiksi USA:ssa yleisesti käytetty yksivaiheinen verkkojännite on 110VAC sekä kaapeleiden koot ja väritykset eroavat eurooppalaisista.

Teollisuudessa käytetään kyseiselle alalle kuuluvia standardeja. Sähköasennuksia tehtäessä on käytössä SFS 6000:2007 standardi, jota yleisesti noudatetaan. Sähkölaitteita asennettaessa porauslaitteisiin, käytetään standardia EN - 791. Standardi EN - 791 määrittää sähkö tarkastukset standardiin EN 60240 - 1. Kaikki koneen määritelmän täyttävät laitteet kuuluvat standardin EN 60204-1 alaisuuteen.

Standardi EN 60204-1 on koneiden sähkölaitteistojen turvallisuusvaatimukset sisältävä standardi. Tämän lisäksi standardi sisältää sähkölaitteistojen avulla toteutettujen turva-toimintojen perusvaatimukset koneen turvalliselle toiminnalle. Standardin tarkoitus on määrittää sähkölaitteiden suosituksia ja vaatimuksia, jotka edistävät:

- Huollon helppoutta
- Toiminnan ja ohjauksen yhdenmukaisuutta
- Henkilöiden ja omaisuuden turvallisuutta

Standardia sovelletaan kaikkiin koneessa oleviin sähkö - ja elektroniikkalaitteisiin. Myös järjestelmien sovellukset kuuluvat standardin piiriin. Sähkölaitteet joiden nimellisarvo on 1000 VAC tai 1500 VDC, kuuluvat standardin alle. Standardi sisältää vaatimuksia mm:

- Laitteiden suojaamiseen
- Suojaamiseen sähköiskuilta
- Ohjauspiirejä ja toimintoja
- Syöttöjohtojen liitännät
- Katkaisu - ja erotuslaitteita

4.2 Turvallisuus

Sähkölaitteiston vaaroista aiheutuvat riskit on arvioitava, jotta koneen ja sen laitteiston hyväksyttävä suoritustaso säilytetään. Standardin mukaisia vaaratilanteita ovat mm.:

- Sähkölaitteistojen vikaantumiset
- Koneen virheelliseen toimintaan johtavat ohjauksen vikaantumiset
- Ulkopuolisten virransyöttöjen häiriöt
- Turvatoiminnan vikaantumiseen johtavat häiriöt virtapiirissä, jonka synnyttää liukuva tai vierivä kosketus
- Sähkömagneettiset ja sähköstaattiset häiriöt
- Varastoituneen energian vapautuminen
- Haitalliset melutasot

"Turvallisuustoimenpiteet ovat suunnitteluvaiheeseen sisältyvien toimenpiteiden ja toiminnanharjoittajan toteuttamaksi vaadittujen toimenpiteiden yhdistelmä." (SFS - EN 60204-1, s.40)

4.3 Sähkökomponentit ja laitteet

Laitteiden ja sähkökomponenttien valintaan vaikuttavia asioita on kirjattu standardiin. Sähkökomponenttien ja -laitteiden on oltava soveltuvia niille tarkoitettuun käyttöön. Niiden on täytettävä IEC- standardit, jotka ovat maailmanlaajuiseen käyttöön tarkoitettuja standardeja. Laitteen tai sähkökomponentin pitää olla sellaisessa käytössä johon valmistaja on sen tarkoittanut. Laitteiden ja sähkökomponenttien riskiarvioinneissa tulee turvallisuusvaatimukset täyttyä.

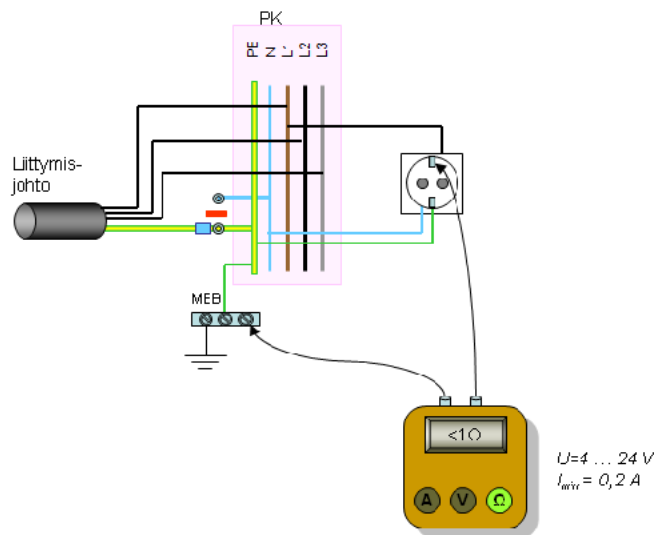
5 STANDARDIN EN 60204-1 MUKAISET MITTAUKSET DD321 JA DT1131I - LAITTEILLE

Koska laitteiden sähkötarkastuksen yksityiskohtainen läpikäynti on tässä työssä salattavaa tietoa, pitäydyn työssä vain standardin EN 60204-1 mukaisiin mittauksien tekemiseen. Laitteille spesifioidut tarkastuksien toimintaohjeet lisätään Sandvik Mining and Construction Oy:n käyttöön tulevaan työhön. Mittaukset tehdään samaa kaavaa noudattaen molemmille laitetyypeille. Ainoastaan laitteiden mitattavien komponenttien määrä vaihtelee.

5.1 Suojamaadoitusjohtimien jatkuvuusmittaus

Mittaukset aloitetaan suojajohdinsiirrin jatkuvuuden todentamisella. "Syötön automaattisella poiskytkennällä toteutetun suojauksen ehdot on todennettava testaamalla." (SFS - EN 60204-1 lauseke 18.2.1) Syötön automaattinen poiskytkentä on yksi kosketusjännitesuojaustapa. Suojajohdinten resistanssin mittaus, suojalaitteiden tarkastus ja vikavirtapiirin impedanssi ovat edellytyksen syötön automaattisen poiskytkennän käytölle.

"Suojajohdinpiirin jatkuvuus todennetaan kokeella 1." (SFS - EN 60204-1 lauseke 18.2.2) Kokeen tarkoituksena on varmistaa, että kosketusjännitesuojauksen suojajohdinpiirit ovat jatkuvia ja liitoksen asianmukaisesti tehty. Testi tehdään jännitteettömille laitteille. Testissä mitataan jännitteelle alttiin osan ja näitä lähinnä olevan potentiaali-tasauskiskoa yhdistävän suojajohtimen resistanssi. Tarkkaa raja - arvoa ei hyväksytylle mittaustulokselle ole määritelty. "Mitatun resistanssin on oltava odotetulla alueella suojajohdinpiirin johtimen (johtimien) pituudesta, poikkipinnasta, materiaalista riippuen." (SFS - EN 60204-1 lauseke 18.2.2) Mittalaite syöttää 4 - 24 VDC tai VAC ja syötön minimivirran on oltava 200mA. Hyväksyttävä tulos on mahdollisimman pieni resistanssi. Mikäli tulokseksi saatu resistanssi on liian suuri, mitataan uudelleen. Jos tulos edelleen ylittää sallitut arvot, mietitään mahdolliset viat tai laitetaan lisämaadoitus. Maadoituksen jatkuvuus tulee mitata laitekohtaisesti.



Kuva 10. Jatkuvuuden mittaus pistorasialta. (Jatkuvuusmittaus)

DD321 - laitteessa ja DT1131i - laitteessa syöttökaapelin suojamaajohdin mitataan syöttökaapelin päässä olevasta pistotulpasta. Koska syöttökaapeli sijaitsee laitteen takaosassa, kaapelikelalle kieritettynä, tehdään sähkökeskukselle yhdyslenkki sähkökeskuksessa olevaan vaihejohtimeen ja sähkökeskuksessa olevaan PE - kiskon välille. Näin saadaan minimoitua mittaustulokseen vaikuttava syöttökaapelin reaktanssi.

Syöttökaapelin mittauksen jälkeen siirretään PE - mittajohdin sähkökeskuksessa olevaan PE - kiskoon ja aloitetaan jatkuvuusmittauksien tekeminen koneen moottoreilta ja pistorasioilta. Tehoyksiköiden moottorien suojamaajohdin irrotetaan PE - liittimestä, ja mitataan.

110 - 380 VAC pistorasioiden suojamaajohdin irrotetaan pistorasian kotelosta ja mitataan. Pistorasioiden suojamaajohdin tai pistorasian sisäosa pitää irrottaa kotelosta, jotta metallinen pistorasiankotelo ei saa kontaktia laitteen rungosta, ja anna väärää mittaustulosta. Hytissä lisävarusteena olevan lämmityslaitteen vastuksien syöttökaapelin suojamaajohdin mitataan.

Lopuksi mitataan vielä turvakatoksen tai hytin kontaktit laitteen sähkökeskuksessa olevaan PE - kiskoon. Kun kaikki on mitattu, kytketään suojamaajohtimet takaisin, suojataan moottorit ja pistorasiat suoja - aineilla ja suljetaan kotelot ja rasiat.

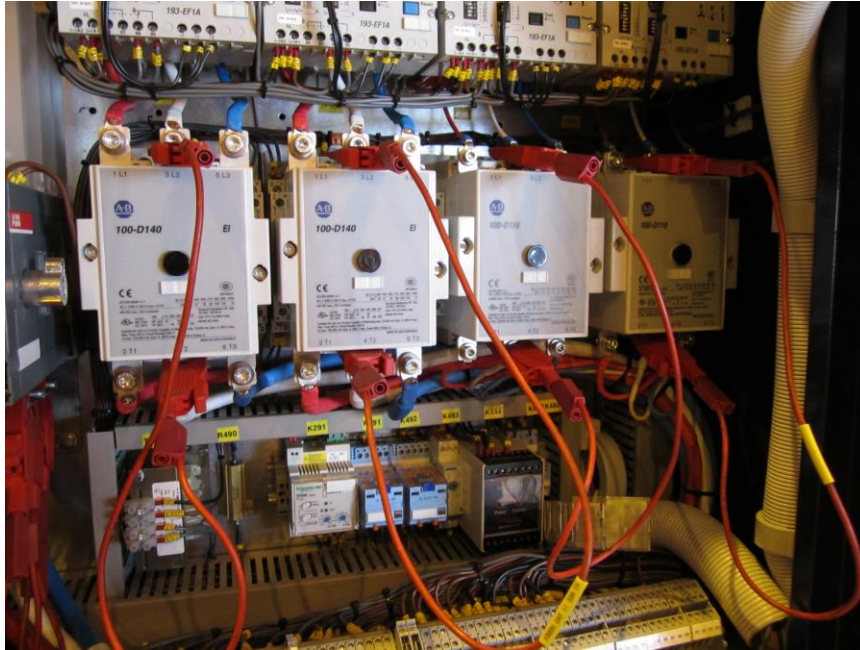
5.2 Eristysvastusmittaus

Eristysvastusmittauksella varmistetaan, että jännitteiset osat ovat riittävästi eristettynä maapotentiaalista. Eristysvastusmittaus on tehtävä kaikkien jännitteisten johtimien ja maan väliltä. Mittaus suoritetaan eristysvastusmittarilla, ennen käyttöönottoa.



Kuva 11. Eristysvastusmittari Megger. (Eristysvastusmittaus)

"Pääpiirien johtimien ja suojajohdinpiirin välisen eristysresistanssin on oltava vähintään 1 M Ω mitattuna 500 V tasajännitteellä." (SFS - EN 60204-1 lauseke 18.3) Suojamaadoituspiirin jatkuvuusmittauksen jälkeen tehdään eristysresistanssimittaus pistotulpan navoista vaiheiden ja maan väliltä. Esivalmisteluna mittaukselle kytketään oikosulkulenkein kaikki LV - jännitepiirit samaan potentiaaliin sähkökeskuksessa.



Kuva 12. Esimerkki oikosulkulenkkien asettelusta.

5.3 Jännitekoe

"Kun jännitekoe tehdään, se tulisi tehdä standardin IEC 61180-2 mukaisella mittalaitteella. Suurimman koejännitteen on oltava arvoltaan kaksinkertainen laitteiston mitoitusjännitteeseen nähden tai vähintään 1000 V, jos kaksinkertainen mitoitusjännite on alle 1000 V. Suurimman koejännitteen on vaikutettava pääpiirin johtimien ja suojajohdinpiirin välillä noin 1 sekunnin ajan. Vaatimukset on täytetty kun läpilyöntiä ei tapahdu." (SFS - EN 60204-1 lauseke 18.4) Jännitekoetta aloitettaessa pitää varmistaa, että kaikki komponentit kestävät jännitekokeen. Jos komponentti ei mitoitukseltaan kestä koetta, pitää se eristää jännitekokeen ulkopuolelle.

Viimeisenä mittauksena on jännitekoee. Jännitekoee tehdään vaiheiden ja maan väliltä. Riippuen laitteen käyttöjännitteestä, jännitekoee tehdään joko 1500 V:lla tai 2000 V:lla. Jännitekoetta tehdessä on hyvä varmistaa, ettei kukaan pääse koskemaan konetta mittauksen ollessa käynnissä. Jännitekoee kestää 60 s. Jännitekoeken mittausaika 60 s tulee standardista IEC 60034-1. "The routine testing of quantity produced machines up to 200kW and rated for $U_N \leq 1$ kV. The full test voltage shall be maintained for 1 min in accordance with the value." (IEC 60034-1 Rotating electrical machine - Part 1: Rating and performance.)

Kaikki suoritettavat testit tehdään MetraMachine - testilaitteella.



Kuva 13. Metra Machine - testilaitteet.

Kun mittaukset on suoritettu, siirrytään purkamaan mittaustulokset ja dokumentoimaan ne. Mittaustulokset puretaan mittauslaitteelle sopivalla ohjelmalla. Mittauspöytäkirja tulostetaan asiakkaalle koneen mukana, sekä arkistoitavaksi Sandvikille.

Mittausten ja mittaustulosten dokumentoinnin jälkeen varmistetaan vielä pistotulpan oikea kytkentä, asennetaan jännitteisten osien kosketussuojat paikoilleen. Tämän jälkeen voidaan kytkeä laitteelle sähkönsyöttö ja aloittaa varsinainen sähkötarkastus

6 VÄYLÄTEKNIikka JA SEN MITTAUKSET DT1131I LAITTEELLE

Kaivosympäristö asettaa kovia vaatimuksia väylän toiminnalle. Älykkäiden antureiden ja toimilaitteiden määrä on kasvanut merkittävästi koneautomaatiossa. DT1131i on nykyaikainen, väylätekniikalla toteutettu tunnelijumbo. DT1131i:n hajautettu ohjausjärjestelmä koostuu useista älykkäistä yksiköistä, joiden välinen tiedonsiirto tapahtuu CAN - väylätekniikalla. Hajautettu ohjaus mahdollistaa koneen toimintojen diagnosoinnin entistä tehokkaammin. On erityisen tärkeää varmistaa myös sähkötarkastuksen yhteydessä väylän paras mahdollinen toiminta.

Väylätekniikassa laitteet kommunikoivat keskenään väylän avulla. Toimilaitteet ja älykkäät anturit, eli solmut lähettävät väylään sanomia. Solmut keskustelevat keskenään, riippuen väylätekniikan tyypistä. Esimerkkejä väylätekniikasta ovat CAN - väylä ja Profibus.

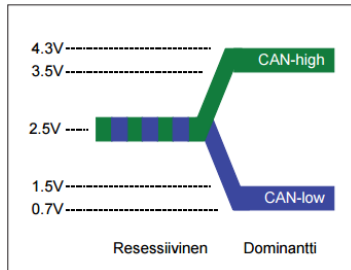
6.1 CAN- väylä

CAN - väylä (Controller Area Network) on yksi eniten käytetyistä kenttäväylästä. CAN - väylä kehitettiin alun perin ajoneuvo käyttöön, mutta nykyisin sitä käytetään linja - autoissa, tehdasautomaatiossa ja jopa satelliiteissa.

CAN - väylän käytettävyyden suurin syy sen suosioon. Väylän siirtonopeus, kaapeloinnin pituus ja laadukkuus voidaan valita käyttötarpeen mukaan. CAN- väylätekniikan yksi isoimmista eduista on kustannussäästöt, niin kaapeloinnin määrässä kuin työtunneissa. Myös rakenteelliset säästöt voivat olla merkittäviä, kun esimerkiksi tilantarpeessa ja reitityksissä on huomattava ero tavalliseen kaapelointiin. Koska CAN - väyläjärjestelmä on koottu eri moduuleista, uusien moduulien lisääminen väylälle helppoa.

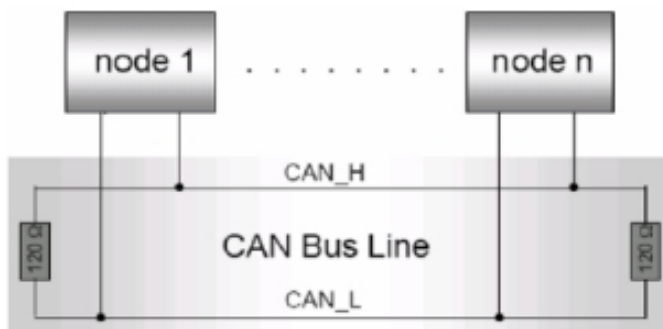
CAN - tekniikka on ns. usean isännän väylä, jossa kaikilla solmuilla on oikeus lähettää ja vastaanottaa väylän viestejä. Väylällä kulkevia viestejä ei ole tarkoitettu tietyille silmulle, vaan solmu itse päättää tarvitseeko viestin tietoa. Viestejä voidaan lähettää koko ajan tai vain silloin kun esimerkiksi mittalaitteessa mitattava arvo muuttuu. Solmu voi myös pyytää tarvitsemaansa tietoa.

CAN - ohjain hoitaa kaiken kommunikoinnin. Väyläsovitinpiiri kääntää ohjaimen signaalit väyläsignaaleiksi. CAN - väylälle on määritelty kolme erilaista fyysistä kerrosta. High - speed CAN, Fault - tolerant CAN ja Single - wire CAN. Fyysinen kerros kuvaa jännitetasot, tuetut siirtonopeudet ja signaloinnin.



Kuva 14. High - speed CAN. (Saha Heikki, CANopen perusteet)

Eniten käytetty on High - speed CAN. Se mahdollistaa suuret siirtonopeudet. Väylän pituuden ollessa 40 metriä, High - speed CAN mahdollistaa 1 Mbit/s nopeuden. High - speed CAN kulkee väylällä jokaisen solmun kautta, ja väylän molemmat päät päätetään 120Ω päätevastuksilla. DT1131i - laitteessa on High - speed CAN väylätekniikka.



Kuva 15. High - speed CAN. (Saha Heikki, CANopen perusteet)

6.2 Väylämittaukset DT1131i

Väylämittaukset aloitetaan mittaamalla väyläresistanssit. DT1131i - laitteessa on runko-väylä ja useampi aliväylä. Kaikki väylät mitataan. Väyläresistanssit pitää olla n.60 Ω .



Kuva 16. Väyläresistanssin mittausta helpottava työkalu

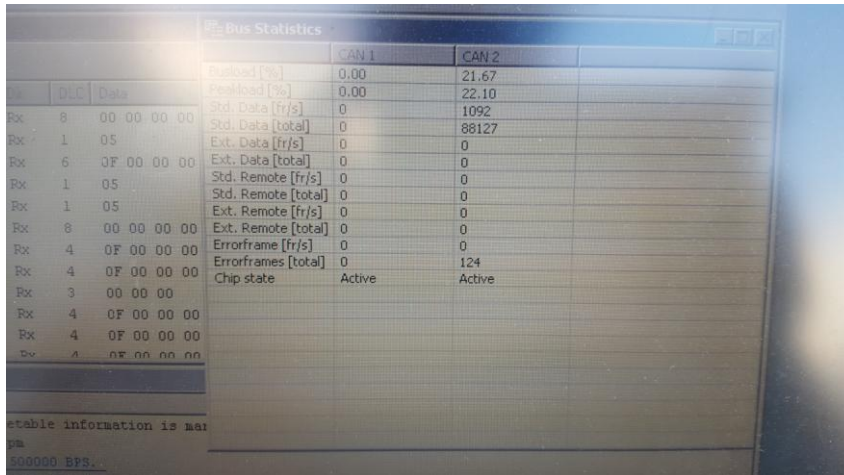
Kun väylältä on mitattu väyläresistanssit, mitataan väylän virhekehukset. Virhekehys on ilmoitus virheellisestä viestistä väylällä. Kun solmu havaitsee virheen, se lopettaa signaalin lähettämisen. Aktiivisessa tilassa oleva virhekehys koostuu kuudesta, peräkkäisestä bitistä.

Runkoväylä ja aliväylät pitää mitata kaikki erikseen. Kannettava tietokone, jossa on CANoe - ohjelma liitetään väylä - liitäntä ja data - loggeri välineellä väylään. CANoe on Vector Informatikin suunnittelema kehitys - ja testausohjelmisto. Väylän tietoliikenne käynnistetään uudelleen mittausvälineiden ollessa liitettynä väylään. Ohjelma lukee liikkuvaa dataa ja poimii virheilmoitukset väylältä.



Kuva 17. CANcaseXL

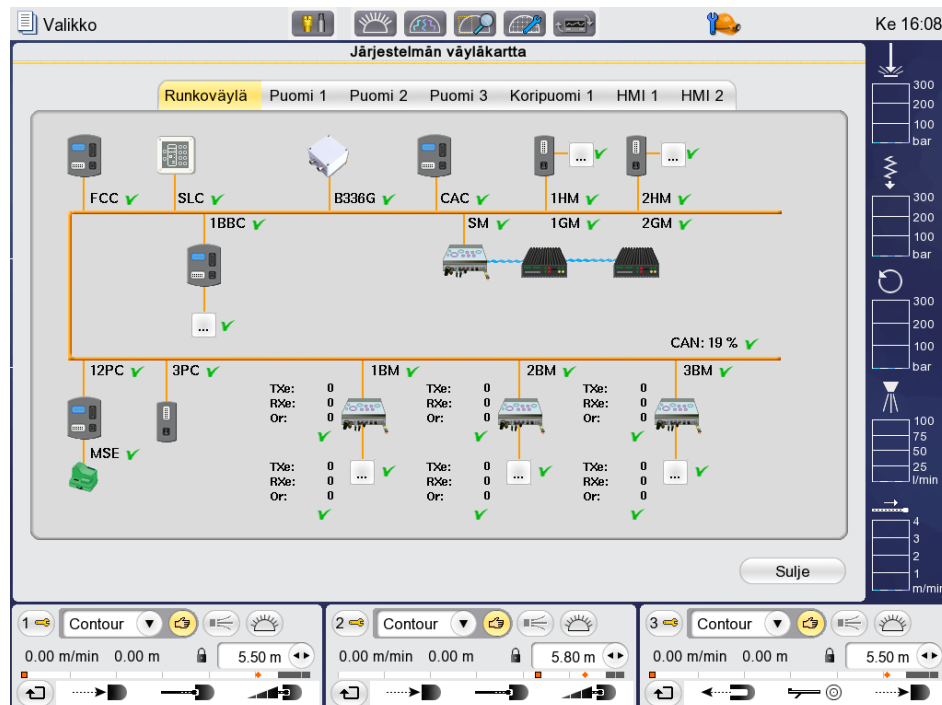
Jotta väylä voidaan todeta toimivaksi, virheilmoituksia ei sallita.



	CAN 1	CAN 2
Busload [%]	0.00	21.67
Peakload [%]	0.00	22.10
Std. Data [fr/s]	0	1092
Std. Data [total]	0	88127
Ext. Data [fr/s]	0	0
Ext. Data [total]	0	0
Std. Remote [fr/s]	0	0
Std. Remote [total]	0	0
Ext. Remote [fr/s]	0	0
Ext. Remote [total]	0	0
Errorframe [fr/s]	0	0
Errorframes [total]	0	124
Chip state	Active	Active

Kuva 18. CANoe - ohjelma lukee väylää

Väyläkuorman pitää vastata laitteen mittaamaa väyläkuormaa. Runkoväylän mittausajaksi on määritetty 30 min. Aliväyliä mitataan 5 min per väylä. Väyläkuormat merkaataan tarkastuspöytäkirjaan ja jos virhekehyksiä ilmestyy pitää selvittää mistä virheilmoitukset väylään tulevat.



Kuva 19. Runkoväylä ja aliväylät DT1131i

7 YHTEENVETO

Sandvik Mining and Construction Oy:n valmistamat laitteet, niin pinta - kuin maanalaiset porakoneet, ovat aina olleet haluttuja opinnäytetöiden aiheita. Lopputöitä on tehty paljon kokoonpanoista, testauksista ja säädöistä. On laadittu ohjeistuksia, toimintamalleja ja testilaitteita. Vuosien varrella kuitenkin laitteet kehittyvät ja ohjeistukset vanhentuvat tai jäävät puutteellisiksi. Tästä syystä aiheita on ja löytyy tulevaisuudessa Sandvik Mining and Construction Oy:n tuottamissa laitteissa varmasti aina.

Sähkötarkastuksien toimintamallit kokevat vuosien saatossa lähinnä vain lisäyksiä. Lisävarusteet lisääntyvät, laitteet kehittyvät ja automaatiotekniikan käyttö lisääntyy. Silti maanalaisten poralaitteiden ydintoiminta pysyy aina samanlaisena. Sähkötarkastus noudattaa lähes samaa kaavaa joka ryhmään kuuluvan laitteen kanssa. Isoimmat muutokset toimintatapoihin tulevat ohjausjärjestelmistä, siitä miten laitetta käytetään. Onko laite hydraulisesti ohjattu vai sähköisesti ohjattu? Onko laitteessa sammutusjärjestelmää? Onko laitteessa instrumentointi, TCAD vai TMS?

Ensisijaisesti sähkötarkastuksen tarkoitus on varmistaa laitteen turvallinen käyttö. Tämän jälkeen keskitytään parhaaseen mahdolliseen laatuun, toimivuuteen, käyttöikään ja käytettävyyteen. Laitteet kehittyvät koko ajan ja asiakkaat vaativat aina laadukkaampaa ja tuottavampaa tuotetta.

Tämä opinnäytetyö luo pohjaa jatkoideoille, joita voisi olla esim. Sähkötarkastuksien eroavaisuudet eri laitetyppeille, ongelmakohtien havaitseminen, ammattitaidon merkitys tarkastuksissa jne. Sähkötarkastuksissa riittää kehitettävää, ohjeistamisessa ja tarkastuspöytäkirjojen parissa. Tämän työn tekeminen herättää ajatuksia siitä, pystyykö uusia sähkötarkastajia kouluttamaan toimintaohjeeseen perustuvan testiseinän avulla. Sähkötarkastus maanalaisille poralaitteille ei voi koskaan olla ennalta - arvattavissa, koska laitteita tekevät ihmiset, ja mahdollisuus inhimillisiin erehdyksiin on iso.

8 LÄHTEET

<http://www.miningandconstruction.sandvik.com/fi>, [Luettu 30.30.2016]

Sandvik Group_Corporate Presentation, [Luettu 30.03.2016]

(Sandvik, Mediabase) [Luettu 30.03.2016] <http://mediabase.sandvik.com>,

(Sandvik DD321) [Luettu 30.03.2016] <http://mining.sandvik.com>,

(Sandvik DT1131i) [Luettu 30.03.2016] www.worldhighways.com

<http://www.home.sandvik.com> [Luettu 30.03.2016]

(Jatkuva Parantaminen - sovellus) [Luettu 31.03.2016] <http://fidlns2.sandvik.com/sandvik/1186/S002511.nsf/inspectionSheets.xsp>

www.sfs.fi, Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, [Luettu 29.03.2016]

(Jatkuvuusmittaus) [Luettu 03.04.2016] <http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojasot/030503/1134129294081/1134132211537/1134133714588/1134134045570.html>

(Eristysvastusmittaus) [Luettu 03.04.2016] <http://www.finnpartia.fi/MIT-230>

Kuosmanen Janne, Testauksen kehitys, 2013

Sähkökäyttöisen laitteen käyttöönotto STA-05-053, [Luettu 02.2016]

Kivioja Sami, Standardityöohjeen laatiminen maanalaisille kallioporauslaitteille, 2010

IEC 60034-1, Rotating electrical machine - Part 1: Rating and performance. 2004

SFS - EN 60204-1, Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa 1: Yleiset vaatimukset. 2006

MetSa, Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry, Koneturvallisuuden standardit, 2009 [Luettu 02.2016]

Sokka Jaana, CAN - väylätekniikka ajoneuvokäytössä, 2009

Saha Heikki, CANopen perusteet, 2006

9 LIITTEET

2 kpl

DD321 Sähkötarkastusohje

DT1131i Sähkötarkastusohje