

Johannes Holkkola

## Robottien etäpalvelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Automaatiotekniikka  
Insinöörityö  
31.5.2013

Tekijä(t) Otsikko	Johannes Holkkola Robottien etäpalvelu
Sivumäärä Aika	44 sivua + 1 liite 31.5.2013
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Ohjaaja(t)	Yliopettaja Jouni Jokelainen Asiakaspalvelupäällikkö Ville Raula
<p>Työ käsittelee ABB-teollisuusrobottien etäpalveluita. Työssä selvitetään tarkasti tarjolla olevat ratkaisut ja tutkitaan etäpalvelutarjontaa laajentavia vaihtoehtoja. Etäpalvelujen tarkoitus on tehostaa robottien käytettävyyttä vähentämällä ennakoimattomien tuotantopysähdysten määrää ja kasvattaa ABB-robottihuollon reagointinopeutta vikatilanteessa.</p> <p>Remote Service on ABB-robottien tärkein etäpalvelutuote, ja se koostuu etäyksiköstä, joka asennetaan robotin ohjauskaappiin, sekä internetsivustosta, jossa etäyksikön robotilta välittämää tietoa käsitellään. Tavallisesti Remote Service luo yhteyden langattomalla GPRS/3G-tekniikalla. Työssä käydään läpi Remote Servicen käytössä olevat toiminnot, joita ovat automaattinen ajastettu varmuuskopiointi, hälytysten välitys, vikaantumisen ennakointi ja raportointi. Työssä esitellään myös yhä kehitteillä oleva mekaanisen rikkoutumisen ennustustyökalu MCC (Mechanical Condition Change).</p> <p>Remote Servicen asennus laajoihin robottiasennuskantoihin on haastavaa. Työssä käydään läpi, miten tällainen asennus suoritetaan. Tässä tapauksessa ei käytetä langatonta GPRS/3G-tekniikkaa, vaan keskitetään etäyksiköt sisäverkkoon ja sitä kautta internetin yli ABB Remote Service -palvelimille.</p> <p>Työssä tehdään Remote Servicen asennus asiakkaan kolmeen robottiin. Tässä esimerkissä käydään läpi jokainen vaihe suunnittelusta käyttöön. Osion lopussa on vielä esimerkki Remote Service -hälytyksen hoidosta. Esimerkitapauksessa robotin vikaantuminen huomattiin hälytyksen ansiosta heti sen tapahduttua ja vika saatiin korjattua hukkaamatta juuri lainkaan tuotantoaika.</p> <p>Etäpalvelutarjontaa laajennetaan työssä taustaohjelmalla tehtävällä varmuuskopiointituotteella ja RobotStudio-etäyhteydellä. Varmuuskopiointi taustaohjelmalla on kustannustehokas keino ottaa automaattinen varmuuskopio sisäverkkoon kytketyiltä roboteilta. Ratkaisu vaatii RW5.15.01- tai uudemman robotin käyttöjärjestelmän.</p>	
Avainsanat	Remote Service, robotti, kunnossapito

Author(s) Title	Johannes Holkkola Remote Services for Industrial Robots
Number of Pages Date	44 pages + 1 appendice 31 May 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Engineering
Instructor(s)	Jouni Jokelainen, Principal Lecturer Ville Raula, Customer Service Manager
<p>The thesis is about remote services for ABB industrial robots. Existing solutions and possibilities for expanding the supply of remote services will be introduced precisely. The purpose of remote services is to increase the uptime of robots by reducing the number of production shut-downs and to shorten the reaction time of the ABB Service Unit.</p> <p>The main remote service product of ABB robots is simply called Remote Service. It consists of a service box, which is installed in the robot's controller, and a website, on which the information transmitted by the service box is processed. Normally Remote Service creates a connection using GPRS/3G-technology. The main functions of Remote Service, such as automatic scheduled back-up, transmission of alarms, failure prediction and service assessment reports, will be concerned in the thesis, as well as the Mechanical Condition Change tool (MCC).</p> <p>Installing Remote Service for large robot installations is demanding, and the process of an installation of that kind will be introduced in the Thesis. In these cases the wireless GPRS/3G-connection is not used. Instead, the remote units are connected to the internet and thus to the ABB Remote Server via LAN.</p> <p>An example of installing Remote Service for three customer robots will be presented in detail from planning the installation until its implementation. In the case that demonstrates the handling of an alarm the failure was discovered instantly after its appearance and could be repaired without losing almost any production time at all.</p> <p>The supply of remote services is expanded in the thesis with a back-up product that operates on a background task and RobotStudio remote connection. The first one is a cost-effective way of making back-up copies on the robots connected via LAN. The solution requires a RW5.15.01 or later robot operating system.</p>	
Keywords	Remote Service, robot, maintenance

# Sisälllys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	ABB yrityksenä	2
3	Robotiikka	3
4	Robottien kunnossapito	4
5	Remote Service	5
5.1	Esittely	6
5.2	Remote Service -ominaisuudet	8
5.2.1	Remote Service -varmuuskopiointi	8
5.2.2	Hälytysten välitys	8
5.2.3	Vikaantumisen ennakointi	9
5.2.4	Remote Service -raportointi	10
5.2.5	Auditointi	11
5.3	MyRobot-sivusto	11
6	Remote Service suuressa robottiasennuskannassa	12
6.1	Topologia (verkon fyysinen perusmalli)	13
6.1.1	Tehdasverkon hyödyntäminen Remote Service -asennuksessa	13
6.1.2	Remote Service omassa erillisessä verkossaan	14
6.1.3	Kommunikoinnin keskittäminen	15
6.2	Internetyhdistettävyys	16
6.3	Tietoliikenne	18
6.4	Vaatimukset	18
6.5	Asiakkaan ja ABB:n vastualueet	19
7	RS-tietoturvallisuus	19
7.1	RS-tietoturvarakenne langattomassa ratkaisussa	19
7.2	Vaihtoehtoinen verkkoratkaisu	21
7.3	ABB:n tietoturva	22

8	MCC-analyysi	23
8.1	MCC-testauskierto	23
8.1.1	Vääntöenergia	24
8.1.2	Vääntöväärähtely	24
8.2	MCC:n käyttö	24
8.2.1	Mekaanisen vian havaitseminen	28
8.2.2	Väärät hälytykset	31
8.2.3	Käyttöönotto	32
9	Robotin huoltoarvion tekeminen ja raportointi	34
9.1	Huoltoarvion tekeminen	34
9.2	Rajoitukset	34
10	Esimerkkitapaus Remote Servicen käyttöönotosta	35
10.1	Asennuksen valmistelu	35
10.2	Remote Servicen asennus	36
10.3	Remote Service -palvelun käyttöönotto	37
10.4	Esimerkkikohteen robotin hälytyksen hoitaminen	38
11	Etäyhteys RobotStudiolla	39
12	Varmuuskopio taustaohjelmalla	40
13	Yhteenveto	41
	Lähteet	44
	Liitteet	
	Liite 1. Huoltoarvioraportti	

## Lyhenteet

3G	Kolmannen sukupolven matkapuhelinverkko
A5	Salausalgoritmi, jota käytetään puhe- ja datapäätelaitteissa
ADSL	<i>Asymmetrick Digital Subscriber Line</i> , verkkokytöntekniikka, jonka ominaisuus on epäsymmetrinen tiedonsiirto
CPU	<i>Central Processing Unit</i> , tietokoneen keskeinen osa, joka suorittaa konekielisiä käskyjä
DHCP	<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i> , verkkoprotokolla, joka jakaa IP-osoitteita lähiverkkoon kytketyille laitteille
DNS	<i>Domain Name System</i> , nimipalvelujärjestelmä, jonka tehtävä on muuttaa verkkotunnukset IP-osoitteiksi
FTP	<i>File Transfer Protocol</i> , tiedonsiirtomenetelmä kahden tietokoneen välillä
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i> , GSM-verkossa toimiva tiedonsiirtopalvelu
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i> , toisen sukupolven matkapuhelinverkko
HTTPS	<i>Hypertext Transfer Protocol Secure</i> , protokolla tiedon suojattuun siirtämiseen internetissä
IP	<i>Internet Protocol</i> , protokolla, jolla internetin laitteet ovat yhteydessä
IPSec	<i>IP Security Architecture</i> , tietoliikenneprotokolla internet yhteyksien turvaamiseen
IRC5	ABB robottien vuonna 2004 käyttöönottama ohjausjärjestelmä

IT	<i>Information technology</i> , käsittää kaiken tietokoneisiin ja tietoliikenteeseen liittyvän toiminnan
LAN	<i>Local Area Network</i> , lähiverkko, joka toimii rajoitetulla maantieteellisellä alueella
M2M	<i>Machine to Machine</i> , kahden laitteen välinen kommunikointiprotokolla
MDA	Robotilta kerätystä liikedatasta muodostettu tiedosto
PC	<i>Personel computer</i> , yleisluontoinen henkilökohtainen tietokone
PPP	<i>Point-to-Point protocol</i> , protokolla yhteyden muodostamiseen verkkolaitteiden välillä
RS	<i>Remote Service</i> , ABB robottien etäpalvelutuote
S4C+	ABB robottien vuonna 2000 käyttöönotettava ohjausjärjestelmä
SIM	<i>Subscriber Identity Module</i> , älykortti, jolla yksilöidään GSM-päätelaite
V	<i>Voltti</i> , jännitteen SI-yksikkö
VPN	<i>Virtual Private Network</i> , virtuaalinen erillisverkko, jolla voidaan yhdistää kaksi tai useampi sisäverkko tai yksittäinen etätyöasema julkisen verkon kautta muodostaen virtuaalisen verkon
WAN	<i>Wide Area Network</i> , laajaverkko, joka yhdistää laajoja maantieteellisiä alueita

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena ovat robottien etäpalvelut. Etäpalveluiksi luokitellaan tässä tapauksessa huolto- ja ylläpitopalvelut, joita tarjotaan olematta fyysisesti robotin luona. Etäpalvelut on tarkoitettu laajentamaan ABB-huoltopalveluita ja tukemaan asiakkaiden robottien käytettävyyttä. Työn tarkoituksena on kartoittaa ABB-robottien etäpalvelutarjontaa ja tutkia tarjontaa täydentäviä vaihtoehtoja. Työn on tarkoitus selkeyttää ABB-robottiyksikön toimintaa etäpalvelujen osalta ja tuottaa yksikön käyttöön hyödyllistä informaatiota. Tämä työ toteutetaan ABB Robotit -liiketoimintayksikölle Vantaalle.

ABB-roboteille on mahdollista ottaa käyttöön Remote Service -etäpalvelutuote. Tällä palvelulla ABB pystyy tarkkailemaan asiakkaan robottia etäyhteydellä ja saa tietoa mahdollisessa vikatilanteessa. Palveluun on tätä varten kehitetty erilaisia kuntoa arvioivia ja ennakoivia toimintoja. Remote Service koostuu robottiin asennettavasta tietoa keräävästä etäyksiköstä ja internetsivustosta, jolla kerättyä tietoa käsitellään. Remote Service on palvelu, jonka avulla asiakas lisää robotin käytettävyyttä ja näin ollen tehostaa tuotantoa. Tässä työssä on tarkoitus käydä läpi Remote Servicen perusfunktiot ja tutustua Remote Servicen kehittyneempiin toimintoihin ja asennustapoihin. Koska Remote Servicellä ollaan yhteydessä asiakkaan robotteihin tämän tehtaan ulkopuolelta käsin, on työssä tarpeen selvittää myös palvelun tietoturvallisuusasiat.

Tässä työssä tavoitteena on lisäksi selvittää, millaisia muita etäpalveluita ABB voi tarjota asiakkaalle Remote Service -palvelun lisäksi. Selvitettävänä on, millä muulla tavoin kuin Remote Servicen avulla etäyhteys robottiin voidaan luoda ja mitä tietoa näillä keinoin on mahdollista saada. Robottien määrä teollisuudessa kasvaa jatkuvasti ja robotit toimivat usein tuotannolle kriittisissä tehtävissä. Robotin vikaantuminen häiritsee tuotantoa, ja tästä aiheutuu asiakkaalle taloudellisia menetyksiä. Etäpalvelujen ansiosta robotin käyttöastetta voidaan nostaa pienemmillä kustannuksilla ja aikaa säästäen. Tämän vuoksi ABB on katsonut tarpeelliseksi etäpalvelujen kehittämismahdollisuuksien selvittämisen, joka on tarkoitus toteuttaa tämän opinnäytetyön puitteissa.



## 2 ABB yrityksenä

Vuonna 1987 ASEA osti Gottfrid Strömbergin perustaman suomalaisen sähkötavarayrityksen Oy Strömberg Ab:n. ABB sai nykyisen nimensä, kun vuonna 1988 ruotsalainen Asea ja sveitsiläinen Brown Boveri päättivät yhdistää sähkötekniset liiketoimet 50:50-omistusperiaatteella. Yrityksien alkukirjaimista muodostui nimi ABB. Oy Strömberg Ab oli perustettu Suomeen vuonna 1889. Oy Stömberg Ab:llä oli jo tuolloin toimintaa Helsingin Pitäjänmäessä ja Vaasassa, joissa ABB:n toiminta jatkuu edelleen. [1]

ABB on johtava sähkövoima- ja automaatioteknologiayritys, joka on listautunut Zürichin, Tukholman ja New Yorkin pörsseihin. ABB:n pääkonttori sijaitsee Sveitsissä, ja sen palveluksessa oli vuonna 2012 maailmanlaajuisesti noin 135 000 henkilöä noin sadassa eri maassa. Suomessa ABB työllisti vuonna 2012 noin 6600 henkilöä noin 40 paikkakunnalla. ABB jaetaan viiteen ydinliiketoimintaan eli divisioonaan, jotka ovat Discrete Automation and Motion, Low Voltage Products, Process Automation, Power Systems ja Power Products. Robottiliiketoiminta kuuluu Discrete Automation and Motion -divisioonaan. ABB:n liikevaihto oli vuonna 2012 maailmanlaajuisesti 39 336 MUSD ja Suomessa 2 360 MEUR. [2]

ABB on teollisuusrobottien, modulaaristen valmistusjärjestelmien ja robottipalvelujen tuottajana merkittävä toimija kansainvälisillä markkinoilla. Painotukseltaan ratkaisuo-rientoituneet palvelut kehittävät sekä tuottavuutta että tuotteiden laatua ja turvallisuutta. Suomeen ABB on toimittanut yli 2000 robottia ja maailmanlaajuisesti on asennettuna yli 200 000 ABB-robottia. [1]

ABB:n robotit työskentelevät laajasti kaikilla teollisuuden aloilla. Niin valimoissa, metalli-, muovi- ja autoteollisuudessa kuin elintarviketeollisuudessaakin voi törmätä ABB-robottiin. Robottien määrä on kasvussa myös muualla kuin teollisuuden alalla. Teollisuusrobotit toimivat erilaisissa tehtävissä kuten hitsauksessa, kokoonpanossa, palletoinnissa, pakkauksessa, koneen palvelussa, maalauksessa ja monissa muissa tehtävissä. ABB:n robotit valmistetaan kahdella tehtaalla: Ruotsissa Västeråsissa lähinnä Euroopan tarpeisiin ja Kiinassa Shanghaissa pääasiassa Aasian tarpeisiin. [1]

### 3 Robotiikka

Teollisuusrobotti sellaisena, kuin se tällä hetkellä ymmärretään, on automaattinen, ohjelmitava, pääasiassa kappaleiden siirtoon ja käsittelyyn tarkoitettu kone. Toisin kuin tällaisen koneen perinteiset muodot, robotit voidaan suunnitella siten, että ne voivat käsitellä monenlaisia erilaisia kappaleita. Robotit voidaan ohjelmoida tekemään monimuotoisia liikkeitä ja toimimaan samalla nopeudella ja tehokkuudella kuin erikoisesti kyseistä työtä tekemään suunniteltu automaattinen kone. Kuviossa 1 on kuvattu ABB:n teollisuusrobotti IRB6640. [3]



Kuvio 1. ABB IRB6640-robotti on kuusiakselinen teollisuusrobotti. [2]

Robotteja käytetään monenlaisissa sovelluksissa. Suurimmat robottien asennuskannat löytyvät autotehtaista, joissa korin hitsaus suoritetaan usein lähes kokonaan robottien toimesta. Taulukossa 1 on esitelty, mihin sovelluksiin Suomessa vuonna 2011 käytöön otetut teollisuusnivelsrobotit ovat sijoittuneet. Yleisesti robotteja käytetään paljon kappaleenkäsittelyssä, kuten Suomessakin vuonna 2011, koska robotti soveltuu hyvin kappaleen siirtelyyn esimerkiksi konepalvelussa.

Taulukko 1. Vuonna 2011 Suomeen toimitettiin 296 nivelvarsirobottia. Taulukossa nämä robotit on jaettu toimialoittain. [4]

Toimiala	Robottien määrä, kpl
Kappaleenkäsittely	159
Hitsaus ja juottaminen	30
Maalaus ja liimaus	9
Työstö	10
Kokoonpano	15
Muut	7
Ei määritetty	39
Yhteensä	269

#### 4 Robottien kunnossapito

Robotteja käytetään usein lisäämään tuotantokapasiteettiä tai tekemään sellaista työtä sellaisissa olosuhteissa, joissa ihminen ei pysty työskentelemään tai työskentely on erittäin raskasta. Tämän vuoksi on tärkeää pitää robotit toiminnassa, koska lähes aina tuotannon pysähtyminen tarkoittaa yritykselle taloudellisia tappioita. Robottien kunnossapidolla pyritään välttämään robotin vikaantumisesta johtuvat tuotannon yllättävät pysähdykset.

Robotti koostuu mekaanisesta manipulaattorista, joka liikkuu servomoottoreilla, ja ohjauskaapista, jossa suoritetaan robotin laskenta ja manipulaattorin ohjaus. Robotin toimintakykyä pidetään yllä määräaikaishuolloilla, jotka suoritetaan kerran tai kaksi kertaa vuodessa riippuen robotin käytöstä. Huolloista sovitaan tapauskohtaisesti yhdessä asiakkaan kanssa. Huolto koostuu ABB-huoltoinsinöörin tekemistä useista tarkastuksista ja mittauksista sekä kulutusosien vaihdosta. Kuluneet ja vikaantuneet komponentit vaihdetaan huollon yhteydessä. Esimerkiksi säännöllisellä vaihteistojen öljyn-

vaihdolla ylläpidetään robotin suorituskykyä ja pidennetään vaihteiston ja moottorin käyttöikää. Yllättävässä vikatilanteessa etsitään ensin vian aiheuttaja, minkä jälkeen vikaantunut komponentti vaihdetaan ehjään osaan.

## 5 Remote Service

Remote Service on robottien toimintaa seuraamaan ja raportoimaan kehitetty ABB:n etäpalvelutuote, joka lähettää maakohtaisen robottiyksikön asiantuntijoille reaaliaikais- ta tietoa yksittäisten robottien toiminnasta asiakaskohteissa. Myös asiakkaiden on mahdollista seurata robottien toimintaa Remote Servicen avulla tähän tarkoitukseen suunnitellulla MyRobot-sivustolla. Roboteista pystytään tämän tuotteen avulla tunnis- tamaan ongelmia ja jopa havaitsemaan mahdollisia tulevia vikoja ennalta. Tieto välittyy eteenpäin asiantuntijayksikölle, jossa roboteilta saatu informaatio analysoidaan ja jossa päätetään tarvittavista huoltotoimenpiteistä yhteistyössä asiakkaan kanssa. Remote Servicen tietoa välittävien ominaisuuksien ansiosta vikatilanteeseen pystytään reagoi- maan nopeammin ja saadaan tarkempaa tietoa siitä, mikä robotissa on vialla, minkä ansiosta tuote laajentaa robottien käytettävyyttä ja vähentää seisokkeja. Palvelukon- septin tavoitteena on nopeuttaa kaikkea toimintaa, joka liittyy robotin korjaamiseen vikatilanteessa. Välittömien korjaustoimenpiteiden lisäksi tuote myös tehostaa robottien määräaikaishuoltoja, kun mahdollisesti kuluneista osista on mahdollista saada tietoa ennalta käsin. [5]

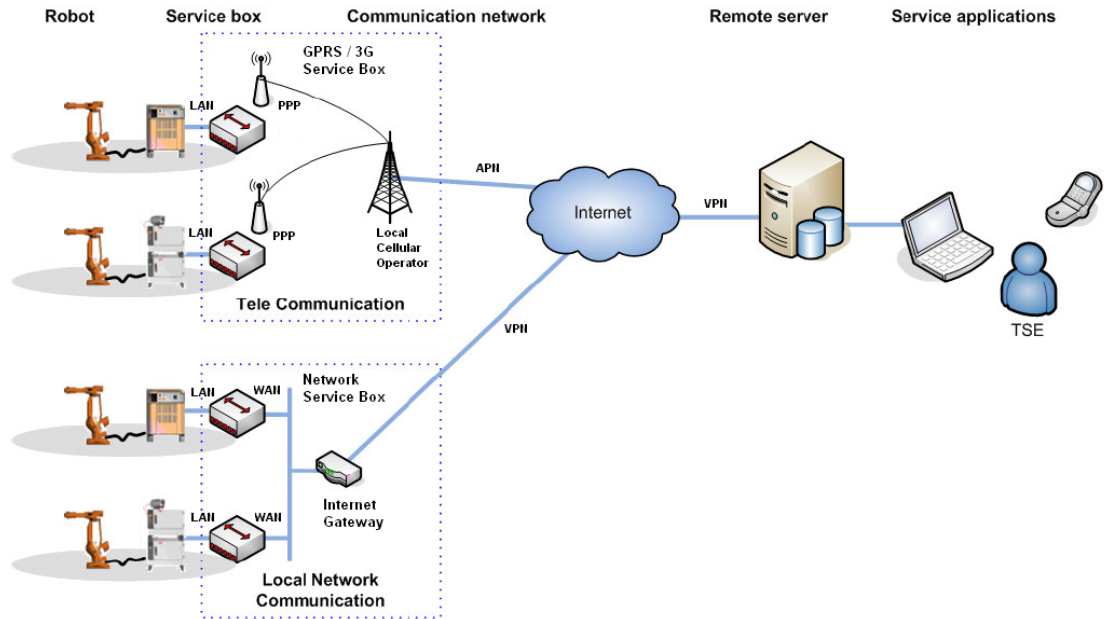
Remote Service kerää tärkeimmät suorituskykyä indikoivat tiedot suoraan robotilta ja lähettää tämän tiedon ABB-huoltokeskukseen käyttäen GPRS/3G-teknologiaa tai suo- raan internetin välityksellä. Tieto arkistoidaan ja sitä voidaan käyttää indikaattorina tuleville tapahtumille. Samalla saadaan kerättyä tietoa trendeistä robotin toiminnassa. Reaaliaikaiset hälytykset virheistä robotin toiminnassa välittyvät nopeasti huollosta vas- taavalle yksikölle sähköpostin ja puhelimen välityksellä. Tällä menetelmällä huoltoinsi- nöörillä on heti tarkkaa tietoa virhetoiminnasta käytettävissään, ja ensi hätään on mahdollista antaa täsmällisempää puhelin- ja muuta etäapua suoraan asiakkaalle. Pit- källä aikavälillä asiakaskäynnit vähenevät, koska asiakkaalle voidaan antaa täsmälli- sempää etäohjeistusta ja etenkin pienempiä virhetoimintoja saadaan korjattua ilman, että huoltoinsinööri on lähdettävä paikan päälle. Etäohjeistuksen avulla tapahtuva vikojen korjaus on nopeampaa ja kustannustehokkaampaa kuin huoltoinsinöörin suorit-

tama, sillä fyysisten etäisyyksien vuoksi asiakaskohteeseen matkustaminen voi olla hidasta ja asiakkaalle kallista. Toisaalta ilman huoltoinsinöörin läsnäoloa suoritettava vian korjaus vaatii asiakkaalta riittävän laajaa tietotaitoa. Myös vaativimmat korjaustoimenpiteet tehostuvat Remote Servicen ansiosta, koska huoltoinsinöörillä on tarkempaa tietoa käytettävissään jo ennen lähtöä asiakaskohteeseen, ja huoltotoimenpiteisiin on mahdollista varautua oikeilla varaosilla ja työvälineillä. [6]

Vikatilanteessa robotti hälyttää automaattisesti keskuksen tietokantaan ja sitä kautta tieto siirtyy hälytysvalmiudessa olevalle huoltoinsinöörille. Tästä hetkestä lähtien ABB:n yksikkö pystyy tarjoamaan tukea olematta fyysisesti asiakkaan luona. Tämä on erittäin tarpeellista, kun välimatka asiakkaan ja huoltoinsinöörin välillä on pitkä. [5]

## 5.1 Esittely

Remote Service on tarkoitettu sukupolvien S4C+ ja IRC5 ohjaimiin. Tätä vanhemmissa robottiohjauksissa Remote Service ei ole tuettu. Remote Service -tuotteen tärkein tehtävä on näyttää arvokasta huoltotietoa suoraan robotin ohjaimelta. Etäyksikkö (Service box), joka on nimensä mukaisesti robotin toimintaa koskevaa eli Remote Service -tietoa välittävä yksikkö, toimii linkkinä robottiohjaimen ja palvelimen välillä. Yhteys etäyksikön ja palvelimen välillä on toteutettu langattomalla GPRS/3G-tekniikalla tai perinteisellä langallisella internetillä. Nämä mallit on esitelty rinnakkain kuviossa 2. [5]



Kuvio 2. Remote Service -ratkaisu GPRS/3G-tekniikalla. [5]

Remote Service koostuu fyysisesti etäyksiköstä, joka asennetaan robotin ohjauskaapin sisälle. Kuviossa 3 on esitetty etäyksikkö. Etäyksikkö välittää tiedot ABB:n Remote Service -palvelimelle. [5]



Kuvio 3. Remote Service -laitteisto. Etäyksikkö, antenni ja sim-kortti. [6]

## 5.2 Remote Service -ominaisuudet

Remote Servicen perusominaisuudet ovat automaattinen varmuuskopiointi, robotin vikatilanteista johtuvien hälytysten välittäminen, vikaantumisen ennakointi ja raportointi. Näiden perusominaisuuksien lisäksi Remote Service -tuotteen ympärille on kehitetty lisäominaisuuksia, kuten MCC (Mechanical Condition Change) ja huoltoarvio (Service Assessment). Nämä ja kehitteillä olevat lisäominaisuudet tuovat yhä enemmän ennustettavuutta robotin vikaantumistilanteisiin. Lisäksi asiakkaalla on mahdollisuus tarkastella robottiaan MyRobot-sivustolla, jossa näkyvät kaikki hälytykset ja luodut raportit.

### 5.2.1 Remote Service -varmuuskopiointi

Varmuuskopiointi suoritetaan aikataulutetusti valitulla taajuudella joko päivittäin, viikoittain tai kuukausittain. Valinta tehdään yhdessä asiakkaan kanssa. Varmuuskopiointia ei suositella tehtävän samaan aikaan, kun robotti on tuotannossa. Tuotannottoman ajankohdan löytämiseksi onkin mahdollista määrittää tarkka päivä ja ajankohta, milloin varmuuskopio toteutetaan. Varmuuskopio tallentuu ABB:n Remote Service -palvelimelle, ja sieltä se on mahdollista ladata tarkasteltavaksi omalle tietokoneelle. Remote Servicellä on mahdollista lähettää varmuuskopio myös palvelimelta robotin kovalevyille, josta se on mahdollista palauttaa robotille. [7]

### 5.2.2 Hälytysten välitys

Etäyksikkö välittää robotin automaattiajon pysäyttävät hälytykset ABB:n Remote Service -palvelimelle ja sitä kautta vastuuhenkilöiden ja asiakkaan sähköpostiin. Kuviossa 4 näkyy huoltoinsinöörin näkymä yhden robotin hälytyksistä. Robottikohtaisesti voidaan valita, mitä hälytyksiä seurataan. Tietty lista on oletuksena, mutta siitä voi poistaa ja lisätä valittuja hälytyksiä. Se, mitä hälytyksiä robotti tekee, riippuu robotin sovelluksesta. Joillekin sovelluksille ovat yleisiä tietyntyyppiset virheet, kuten hitsauksen haussa törmäysvirheet. Näissä sovelluksissa kuormittavat virheet voidaan ottaa pois seurannasta. [7]

Drag a column header and drop it here to group by that column						
Id	Created	Status	Domain	Code	Title	Responsible
2262663	28.4.2013 22:56:34 +03:00	Closed	Hardware	38014	Sarja...	M, Ramachandra
2109754	25.2.2013 4:30:31 +02:00	Closed	Motion	50204	Liike valvonta	Raula, Ville
2066000	5.2.2013 1:33:48 +02:00	Closed	Hardware	38014	Sarja...	M, Ramachandra
2050935	29.1.2013 4:21:53 +02:00	Closed	Operational	10013	Hätäseis -tila	Koroth, Seeshan
2040847	23.1.2013 14:02:14 +02:00	Closed	RemoteSer	174100	External Manual...	Holkkola, Johannes

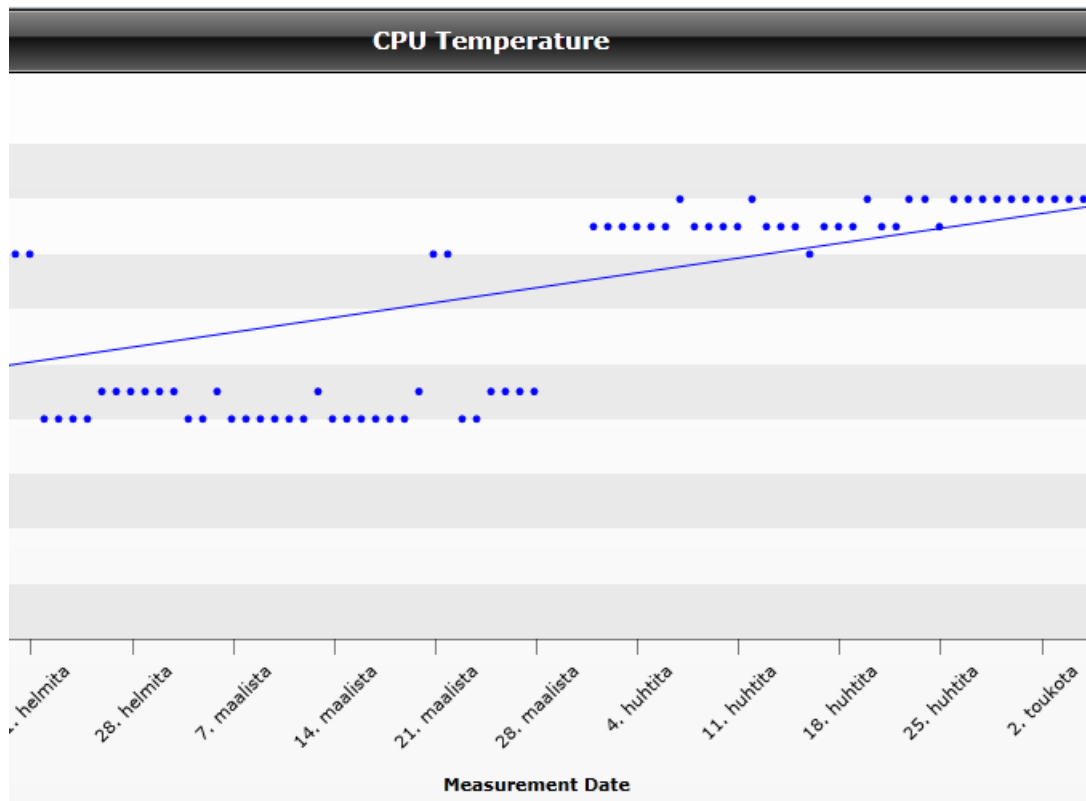
Kuvio 4. Remote Service listaa robotille tulleet hälytykset huoltoinsinööriin tarkasteltavaksi.

Kaikki hälytykset esikäsitellään päivittäin Intiassa sijaitsevan ABB:n tukipalvelun toimesta. Kaikki ei niin tärkeät ja virheelliset hälytykset, joiden vuoksi ei ole tarvetta ottaa yhteyttä asiakkaaseen, suljetaan heidän toimestaan. Jäljelle jäävät hälytykset osoitetaan vastuuhenkilöille, ja he tutkivat sekä analysoivat hälytykset. Analysoinnin jälkeen otetaan tarvittaessa yhteyttä asiakkaaseen. ABB:n Intian tukipalvelu välittää Suomeen yhteenvedon päivän suljetuista ja osoitetuista hälytyksistä.

### 5.2.3 Vikaantumisen ennakointi

Remote Servicellä vikaantumisen ennakointi (Prediction Analyzer) toteutetaan mittaus-tietoa keräämällä. Kerätystä tiedosta luodaan trendi, jonka täytyy pysyä kyseiselle mit-taukselle asetetuissa rajoissa. Jos trendikäyrän kulmakerroin on iso, muuttuu tilaa indi-koiva ympyrä keltaiseksi. Tämän jälkeen huoltoinsinööri tulkitsee tilanteen ja varautuu mahdolliseen vikatilanteeseen. Kuviossa 5 näkyy robotin päätietokoneen prosessorin lämpötila. Mittauksista on luotu trendikäyrä ja se on nouseva. Tästä voidaan päätellä että päätietokoneen puhaltimien teho on huonontumassa. Puhaltimet ovat ehkä tuk-keutuneet tai muuten epäkunnossa. [7]





Kuvio 5. Lämpötilatrendistä nähdään, että prosessorin lämpötila on nousussa. Tämä voi kertoa puhaltimien vajaatoiminnasta.

Vikaantumisen ennakkoinnissa seurataan useita mittaustietoja. Mittauskohteita ovat esimerkiksi lämpötilat, puhaltimien nopeudet ja jännitetasot.

#### 5.2.4 Remote Service -raportointi

Remote Service tuottaa kahdenlaisia perusraportteja. Lisäksi Remote Service toimii muiden kuin omien raporttien jakelukanavana. Huoltosopimusraportti (Service Agreement Report) kertoo yhteenvedon valitun sopimuksen sisällöstä. Raportista löytyvät yhteystiedot, sopimuksen voimassaoloaika sekä sopimukseen sisältyvät robotit ja yleisimmät Remote Servicen niistä välittämät hälytykset. [7]

Yleisempi raportti, jonka Remote Service tuottaa, on robotin kuntoraportti (Robot Condition Report). Kuntoraportti on yleiskatsaus valitusta robotista. Raportista löytyvät robotin yksilölliset tiedot, kontaktihenkilöiden yhteystiedot, robotin hälytykset, hälytysten jaottelu sekä huoltoinsinöörin mahdollisesti kirjaamat suositukset ja kommentit. Kaikki raportit ovat asiakkaan ladattavissa tämän omalla MyRobot-sivustolla. [7]

### 5.2.5 Auditointi

Remote Servicen asennusvaiheessa robotista kerätään tietoja, kuten tarkka malli, ikä, työkalun massa ja muita vastaavia robotin toimintaan liittyviä tietoja. Tätä tietojen keräämistä kutsutaan robotin auditoinniksi. Nämä tiedot syötetään robotin alle Remote Serviceen. Auditoinnista kerättyjä tietoja käytetään raportoinnissa ja huoltoarvion luomisessa. Kuviossa 6 on näkyvissä Remote Service -testeissä käytetyn ABB:n koulutusrobotin auditointitiedot.

ROB_1			
Information		Service	
<b>Robot system information</b>			
<b>Robot family</b>	IRB 140		
<b>Robot model</b>	IRB 140T -5/0.8	<b>Robot age (months)</b>	90
<b>Production criticality</b>	Average	<b>Environment</b>	Conditioned Plant Air
<b>Robot production time (hours)</b>	4655	<b>Maintenance history</b>	Poor PM
<b>Robot process information</b>			
<b>Application type</b>	Picking	<b>Operating time (hours/day)</b>	4
<b>Estimated work envelope</b>	5%	<b>Tool/payload weight (kg)</b>	1
<b>Program speed (mm/sek)</b>	8000	<b>Center of gravity (mm)</b>	80
<b>Cycle time/part (sec)</b>	8	<b>Workload stress</b>	Low

Kuvio 6. ABB:n koulutusrobotista on kerätty auditointitiedot ja ne on syötetty Remote Serviceen.

### 5.3 MyRobot-sivusto

Asiakas pääsee tarkastelemaan sopimukseensa kuuluvia robotteja, niiden yksityiskohtaisia tietoja sekä raportteja tätä varten tehdyiltä MyRobot-sivustolta. MyRobot-sivusto luodaan asiakkaalle, kun tämä ottaa Remote Servicen käyttöön. Kuviossa 7 on näkyvissä MyRobot-sivuston etusivu. [8]

**MyRobot** ABB Oy, Service

Home Agreements Controllers Alarms Backups Documents

### Get started

You can access your robots under service agreement with ABB. The ABB MyRobot web page provides all robot information in one place so that you enjoy the benefits of monitoring the status of your robots over the Internet. A comprehensive format allows instant access to information like status of the robots, progress of open issues, reports, program backup and other critical data. Contact the local ABB Robotics Service office to get immediate support for failure investigation, identify new improvements or other information and support Key usage scenarios: - Verify which robot is under service agreement - Check what has happen on the robot (alarm details & history) - Access robot reports - Access robot program backup - Access contact information and important links

[Watch introduction video](#)

---

<b>1 agreements</b>	<b>1 controllers</b>	<b>4 alarms</b>	<b>5 backups</b>	<b>0 documents</b>
0 agreements expire 0 agreements expire	0 error indicators 0 warning indicators 0 backups last week	0 new alarms 0 assigned alarms 0 alarms last week	0 backups last week	

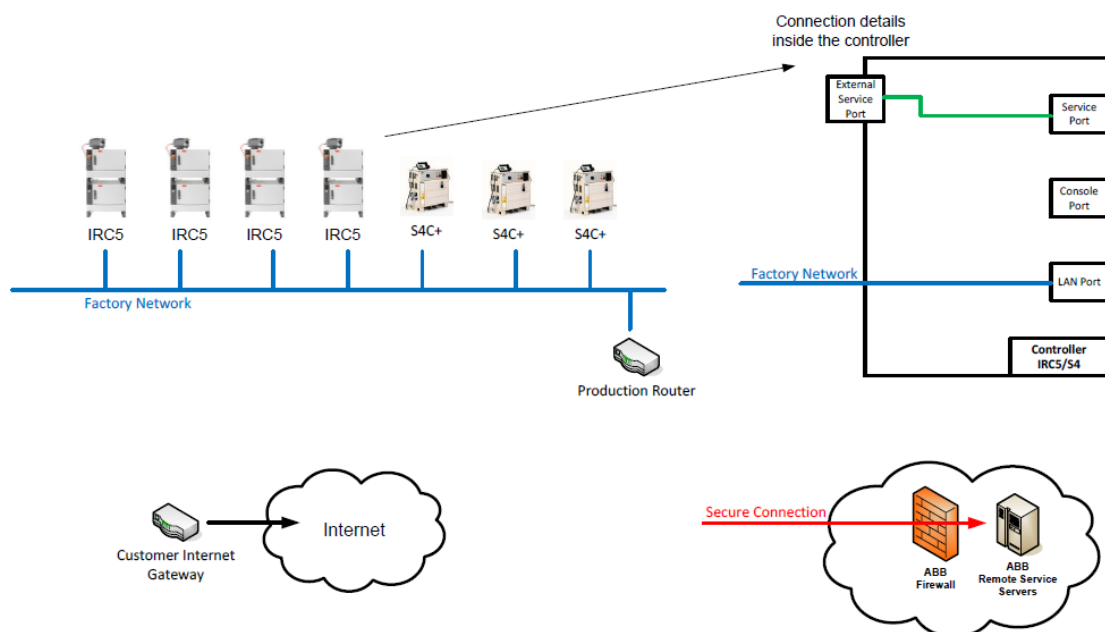
Kuvio 7. MyRobot-sivustolla asiakas pääsee tutkimaan omien robottiensa tietoja.

## 6 Remote Service suuressa robottiasennuskannassa

Tässä osiossa keskitytään Remote Servicen yhdistämiseen suureen asennuskantaan. Suuresta asennuskannasta puhutaan, kun asiakkaan yhden tehtaan sisällä on noin kymmenen tai enemmän robottia, joihin halutaan asentaa Remote Service. Tällaisissa tapauksissa suositellaan yleensä käytettävän Remote Serviceä suoraan internetin välityksellä ilman GPRS/3G-yhteyksiä. Todella monen robotin yhdistäminen GPRS/3G-yhteydellä ABB:n serveriin ei ole järkevää. Laajamittaisten asennuskantojen Remote Service -asennuksissa onkin monia eri toteutusvaihtoehtoja riippuen asiakkaan verkkorakenteesta tai IT-vaatimuksista. Perusperiaate on, että kaikkien robottien Remote Service-tieto kerätään oman verkkonsa kautta ABB:n palvelimelle. Jokaisessa tapauksessa luodaan turvallinen yhteys robotin ja ABB:n palvelimen välillä, käytetään sitten mitä tahansa toteutusvaihtoehtoa. [9]

## 6.1 Topologia (verkon fyysinen perusmalli)

Tehtaiden verkot ovat hyvin erilaisia, mutta periaate on kuitenkin melko samanlainen. Verkot ovat yhteyksissä reitittimien kautta ja muodostavat kokonaisuuksia. Kuviossa 8 on kuvattu yleisesti tarvittavat komponentit robottien Remote Servicen asentamiseen suureen asennuskantaan verkon kautta. Robotit yhdistetään tehtaan sisäverkkoon LAN-portin kautta, ja muodostunut verkko yhdistetään eteenpäin tuotantoreitittimen kautta. Asiakkaalta täytyy löytyä yhdyskäytävä (Gateway) internetiin, jonka kautta saadaan yhteys ABB:n Remote Service -palvelimelle. Näillä komponenteilla rakennetaan Remote Service -liikenne asiakkaan vaatimalla tavalla. [9]



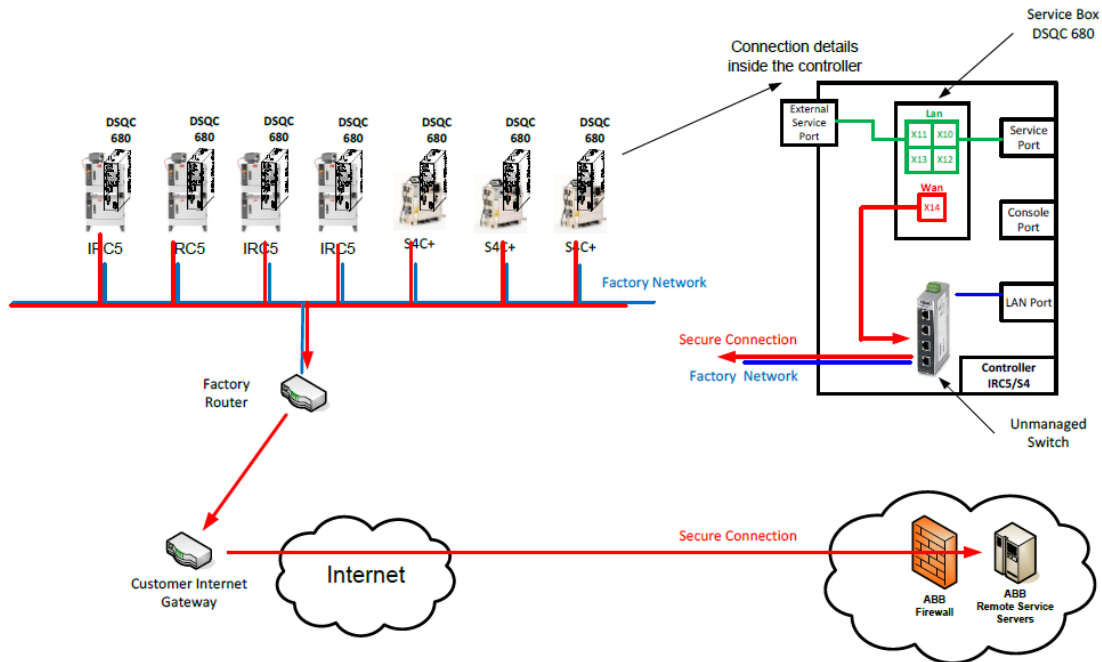
Kuvio 8. Komponentit, jotka ovat yhteisiä kaikille ratkaisuvaihtoehdoille. [9]

Jokaiseen robottiin tarvitaan lisäksi internetmallinen etäyhteysyksikkö. Etäyhteysyksiköstä muodostetaan yhteys WAN-portin kautta ja rakenteesta riippuen ainakin asiakkaan internetyhdyskäytävän kautta ABB:n Remote Service -palvelimelle. [9]

### 6.1.1 Tehdasverkon hyödyntäminen Remote Service -asennuksessa

Kun halutaan käyttää jo olemassa olevaa tehdasverkkoa hyödyksi, täytyy tehdasverkosta olla pääsy internetiin. Kuten kuviosta 9 näkee, tässä tapauksessa tarvitaan lisäksi yksinkertainen kytkin, jonka kautta etäyhteysyksikön WAN-portti ja robotin LAN-portti

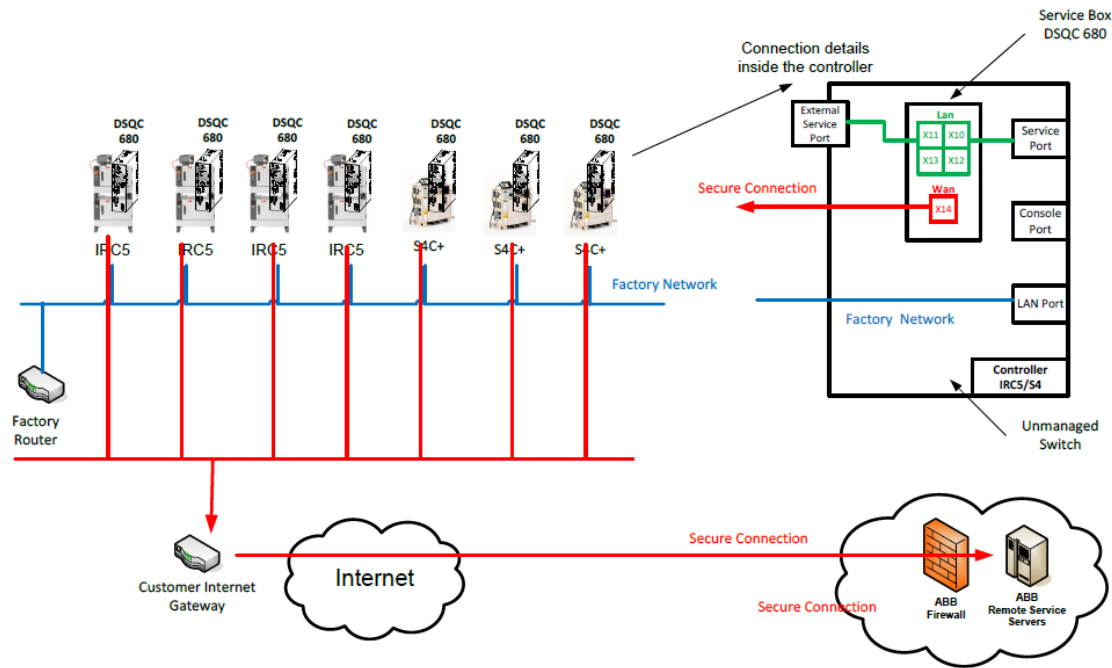
yhdistetään tehdasverkkoon. Myös jo olemassa olevaa kytkintä on mahdollista käyttää, sillä kytkentä ei vaadi ABB:n omaa tuotetta. Etuna tässä ratkaisussa on se, että ei tarvitse rakentaa uutta fyysistä verkkoa Remote Serviceä varten. [9]



Kuvio 9. Verkko mallinen Remote Service on asennettuna tehdasverkkoon. [9]

### 6.1.2 Remote Service omassa erillisessä verkossaan

Tätä ratkaisua käytetään, kun asiakkaan tahdosta halutaan pitää Remote Servicen suojattu yhteys erillään tehtaan sisäverkosta. Tässä tapauksessa yksinkertaista kytkintä ei tarvita, sillä Remote Service halutaan pitää ulkona LAN-verkosta. Kuvio 10 nähdään, millainen verkkorakenne tässä tapauksessa on. Tiedonsiirtotekniikka mahdollistaa useat samassa verkossa tapahtuvat kommunikoinnit (multiplex), mutta jotkut asiakkaat saattavat haluta pitää robottien tehdasverkon fyysisesti erillään internetistä. Tämä ratkaisu ei ole yhtä kustannustehokas kuin yllä oleva, mutta tietoturvallisuus on korkeammalla tasolla. [9]

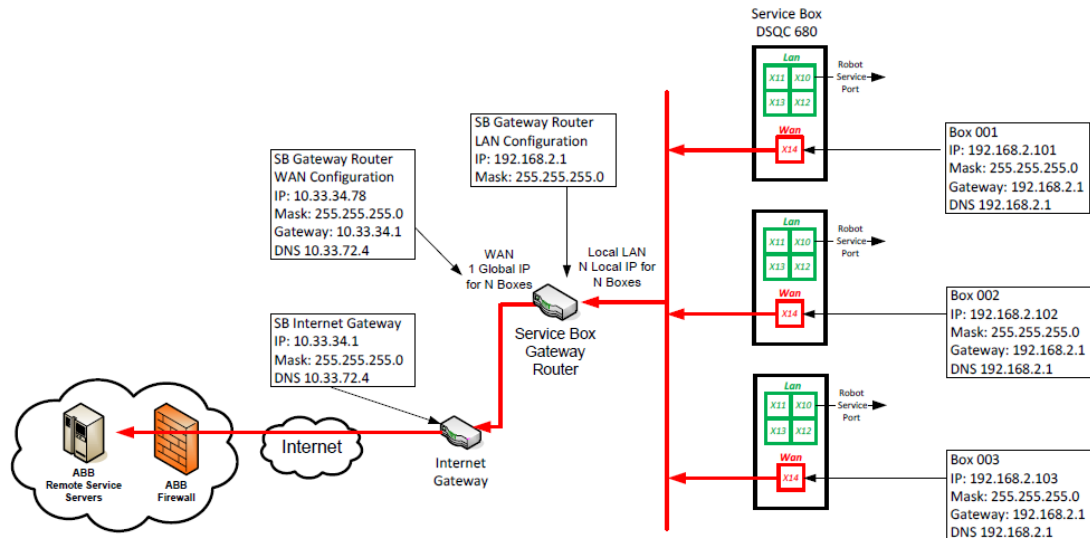


Kuvio 10. Verkkoon kytketty Remote Service on tässä vaihtoehdossa kytketty omaan sisäverkkoon. [9]

### 6.1.3 Kommunikoinnin keskittäminen

Jotkut todella suuret asiakkaat saattavat haluta yhdistää etäyksiköt internetiin käyttäen ylimääräistä lisäreititintä. Tällä reitittimellä estetään etäyksiköiden suora yhteys internetiin ja minimoidaan internetiin näkyvien IP-osoitteiden määrä. Tässä tapauksessa ainoastaan kyseisellä lisäreitittimellä on yhteys internetiin, ja tämä välittää yhteyden eteenpäin sisäverkon kautta roboteille asennettuihin etäyksiköihin. Lisäreititin kuuluu osaksi asiakkaan omaa sisäverkkoa eikä näin ollen kuulu ABB:n Remote Service -toimitukseen. Reititin voidaan kuitenkin ottaa suunnitteluvaiheessa huomioon, mikäli asiakkaan IT-säännöt sen edellyttävät. [9]

Kun edellä mainittua rakennetta käytetään, ei tarvitse määrittää omia globaaleja IP-osoitteita etäyksikön WAN-portteja varten. Ainoa globaali IP-osoite on reitittimellä ja tämä osoite asetetaan etäyksiköillä porttikäytäväksi (Gateway). [9]



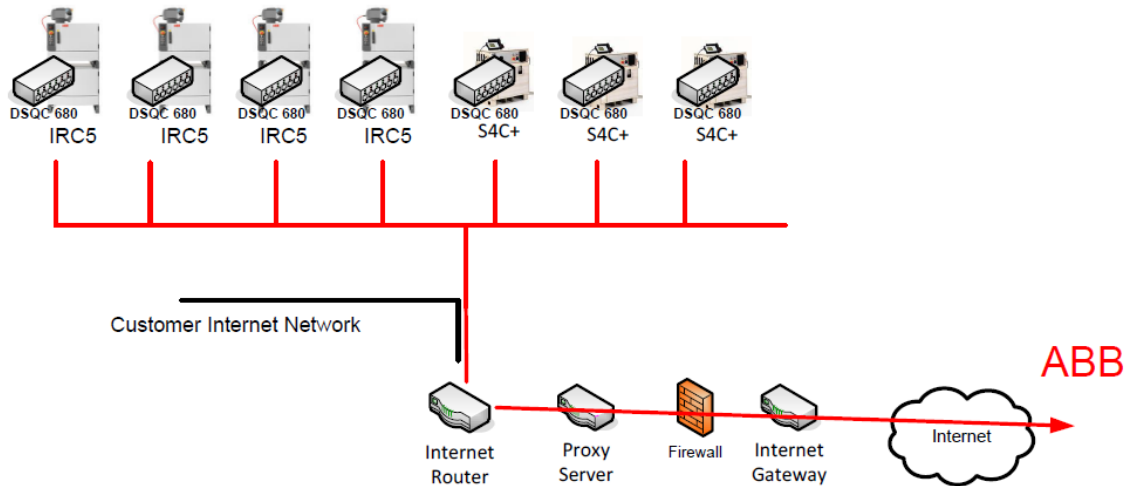
Kuvio 11. Esimerkissä etäyksiköt on yhdistetty internetiin välissä olevan sisäverkon kautta käyttäen etäyksikköreitittintä porttikäytävänä. [9]

Kuviossa 11 on kuvattu tilanne, jossa kaikki etäyksiköt on yhdistetty internetiin käyttäen ylimääräistä välissä olevaa sisäverkkoa. Etäyksiköiden WAN-portit on kytketty etäyksikköreitittimeen, joka toimii porttikäytävänä. Tämän reitittimen kautta kulkee kaikki liikenne etäyksiköiltä eteenpäin, ja näin ollen internetiin näkyy ainoastaan yksi globaali IP-osoite, joka on internetreitittimen osoite. [9]

## 6.2 Internetyhdistettävyys

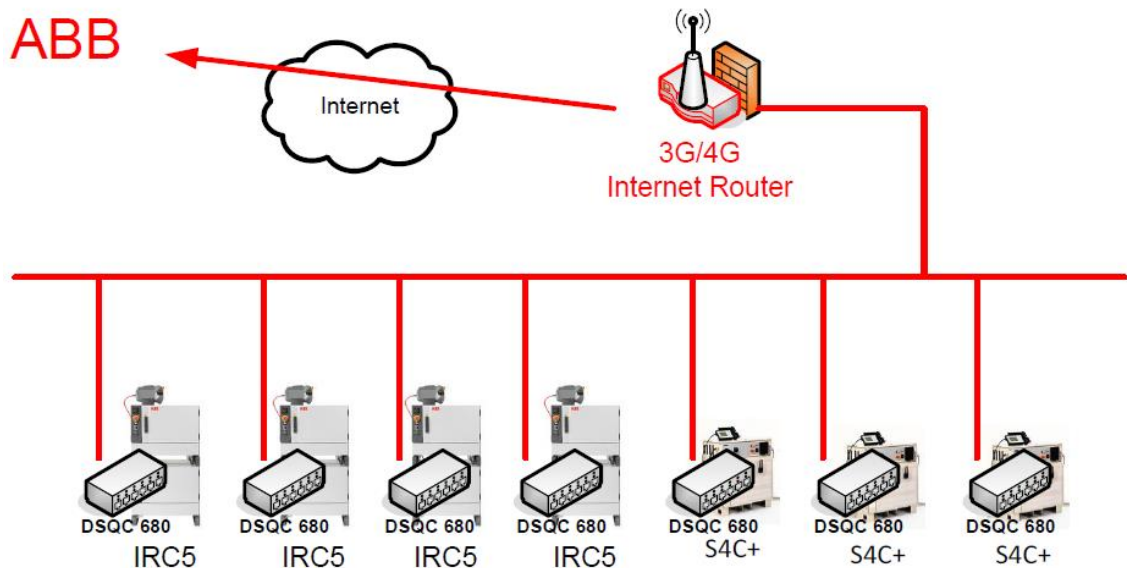
Etäyksikön yhdistämisen internetiin voi tehdä monella eri tavalla. Tekniikka valitaan asiakaskohtaisesti. Tapoja on monia, kuten kiinteä yhteys, ADSL, 3G, välityspalvelimella tai ilman ja monia muita. Yleisin tapa on käyttää olemassa olevaa kiinteää yhteyttä internetiin, mutta asiakkaan tahdosta riippuen voidaan käyttää esimerkiksi 3G-yhteyttä. [9]

Käyttämällä olemassa olevaa asiakkaan internetyhteyttä, kuten kuviossa 12 on esitetty, periaate on kytkeä etäyksiköt suoraan internetiin reitittimen kautta. Asiakkaan IT-osaston tulee luoda/noudattaa verkko- ja IP-osoitesääntöjä. [9]



Kuvio 12. Malli, jossa on näkyvillä etäyksiköiden yhdistäminen internetiin käyttäen asiakkaan internetyhteyttä. Yhteyden voi muodostaa käyttäen välityspalvelinta (proxy) tai ilman sitä. Usein liikenne suojataan myös palomuurilla. [9]

Joissain tapauksissa ei ole helppoa tai asiakkaan osalta suositeltavaa luoda yhteyttä internetiin yllä kuvatulla tavalla. Silloin on mahdollista yhdistää etäyksiköt paikallisesti 3G-reitittimeen ja sitä kautta eteenpäin internetiin ja ABB:n palvelimille. 3G-yhteyden muodostaminen ja reititin on asiakkaan vastuulla. Kuviossa 13 on esitelty tämä malli. [9]



Kuvio 13. Etäyksiköt on yhdistettynä 3G/4G-internetreitittimen kautta langattomasti eteenpäin. Välityspalvelimia ei tällaisessa kokoonpanossa yleensä käytetä. [9]



### 6.3 Tietoliikenne

Etäyksiköt tekevät vain lähtevää tiedonvälitystä yksiköltä ABB:n palvelimille luodakseen luotetun tunneliyhteyden. Tämä yhteys on pidettävä auki jatkuvalla "pysy pystyssä"-yhteydenpidolla ja turvallisuusavaimen uusimisella. Odotettu liikenne jokaisella etäyksiköllä on keskimäärin noin 120 Mb kuukaudessa. Määrä on erittäin pieni, jos käytetään normaalia internetyhteyttä, mutta se on syytä huomioida, jos asiakas maksaa 3G-liittymästä käyttöön perustuen. [9]

### 6.4 Vaatimukset

Jokainen etäyksikkö vaatii WAN-portilleen IP-osoitteen, porttikäytävän ja DNS-nimipalvelujärjestelmän, jolla yhdistetään internetiin. Asiakkaan täytyy määritellä nämä asiat siten, että ne täsmäävät globaaliin IP-osoitteistoon. Etäyksikön WAN-portin määrittelyt voi tehdä staattiseksi asettamalla yksikölle IP-osoitteen, porttikäytävän ja DNS-asetukset tai hoitaa asian DHCP-palvelimen kautta. [9]

Yhteyden muodostaminen helpottuu, jos ei ole tarvetta käyttää välityspalvelinta internetiin yhdistämisessä. Sen vuoksi onkin suositeltavaa pyytää, jos mahdollista, yhteyttä ilman välityspalvelinta. Jos välityspalvelin vaaditaan, on välityspalvelin IP-osoite, nimi, portti ja muut vaadittavat tiedot määriteltävä etäyksikköön. [9]

Tiedonvälitys etäyksikön ja ABB:n välillä on palomuuriystävällistä, koska tulevalle liikenteelle ei tarvitse avata yhteyttä. Palomuurin voi määritellä jopa estämään kaiken muun liikenteen etäyksiköltä internetiin lukuun ottamatta liikennettä, jota tarvitaan luotetun tunneliyhteyden luomiseen. Asiakkaan tarvitsee ainoastaan sallia lähtevä liikenne internetiin käyttäen yhtä porttia (HTTPS:443) ja kolmea IP-osoitetta [9]:

- talkto.abbservice.com, tunnistamiseen ja varmentamiseen
- talktosecure1.abbservice.com ja talktosecure2.abbservice.com, luotetun tunneliyhteyden luomiseen

Palomuuuri voi olla suljettu kaikelle ulkoa tulevalle liikenteelle [9].

## 6.5 Asiakkaan ja ABB:n vastualueet

ABB määrittelee yhdessä asiakkaan kanssa, kuinka etäyksiköt yhdistetään internetiin. Tämä vaatii asiakkaan olemassa olevaan tietoverkkoon tutustumista. ABB ehdottaa parasta rakenneratkaisua internetiin yhdistämiseen noudattaen asiakkaan sisäisiä IT-sääntöjä ja turvallisuusvaatimuksia. ABB asentaa ja tekee määrittelyt yhdessä asiakkaan kanssa etäyksiköihin. Kun etäyksikkömäärittelyt ovat valmiit, annetaan asiakkaalle raportti siitä, miten määrittelyt on tehty. Asiakas myös koulutetaan ABB:n toimesta, niin että se osaa muuttaa määrittelyä, jos internet tai tietoverkko muuttuu. Asiakkaalle koulutetaan myös yhteystarkistustoimenpiteet. [9]

Asiakas vastaa, että yhteys internetiin on olemassa. Jos yhteyden muodostamiseen käytetään 3G-reitintä, asiakas hankkii myös tarvittavan liittymän. Näin vältytään mahdollisilta internetyhteyden väärinkäyttöongelmilta. Asiakkaalta tulee löytyä henkilöt, joille koulutetaan yllä mainitut asiat. [9]

## 7 RS-tietoturvallisuus

ABB Remote Service hyödyntää M2M-tekniikkaa (Machine to Machine), langatonta tiedonsiirtoa sekä web-pohjaisia työkaluja toimittakseen asiakkaalle huoltopalveluita heikentämättä tieto- ja operointiturvallisuutta. Robotin käyttäjille täytyy tarjota korkeimman tason tietoturvallisuutta, koska heidän täytyy voida luottaa tarjottavaan palveluun ja jotta voidaan tehokkaasti ehkäistä tietovuotoja ja yritysvakoilua. Alla kerrotaan, miten Remote Service -tuotteella on toteutettu asiakkaan luottamuksen arvoinen tietoturva. [10]

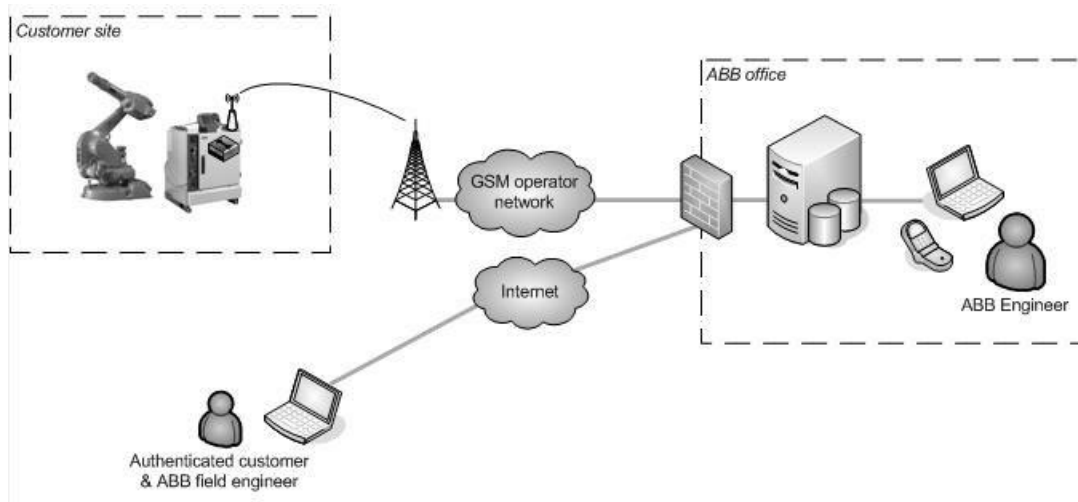
### 7.1 RS-tietoturvarakenne langattomassa ratkaisussa

ABB Remote Service -palvelulla varustetut robotit luovat suojatun yhteyden robotin ja Remote Service -keskuksen välille. Kommunikaatioväylä on tarkoitettu määräaikaiseen tiedonsiirtoon sekä ennalta arvaamattoman tapahtuman tietojen siirtämiseen sekunneissa. Sekä robotin käyttäjällä että valtuutetulla ABB-insinöörillä on pääsy Remote Servicen lähettämiin tietoihin. [10]

Remote Service tuotetta varten robotit on varustettu Service Agent -työkalulla. Tähän työkaluun sisältyy palveluun tarvittava ohjelmisto. Ohjelmisto on read only -tyyppinen, eli se ainoastaan lukee dataa ohjaimelta eikä kirjoita sinne mitään. Ohjelma käyttää patentoitua sisäistä protokollaa, jotta voidaan varmistua ohjelman kommunikoivan ainoastaan robotin ohjaimen kanssa. Mikään muu laite ei voi olla yhteydessä etäyksikköön. Etäyksikkö on varustettu GSM-modeemilla ja kommunikaatio on suojattu standardiverkkotodennuksella ja datasuojauksella. GSM-modeemia käyttävä SIM-kortti on lukittu APN-tekniikalla (Access Point Name), joka vaatii tunnistautumisen käyttäjänimellä ja salasanalla, jotta tietoliikenne on mahdollista. Tämä käyttäjätunnus ja salasana on koodattu etäyksikön sisälle yksikön valmistusvaiheessa. [10]

Etäyksikkö ei ole yhteydessä asiakkaan omiin sisäisiin verkkoihin tai internetiin, mikä vähentää väärinkäytön mahdollisuutta ja pitää yhteyden täysin irrallisena kokonaisuutena. Robotin antamat tiedot siirretään suoraan Remote Service -keskukseen GPRS-tekniikalla GSM-verkon yli. GPRS-liikenne on salattu etäyksiköstä lähtiessä A5-algoritmillä, joka on GSM-liikenteen salaukseen kehitetty menetelmä. GSM-operaattori siirtää datan IPSec-suojatulla VPN-yhteydellä ABB:n tiedonkeräysjärjestelmään, joka on suojattu palomuureilla. Proseduuri näkyy kuviossa 14. [10]

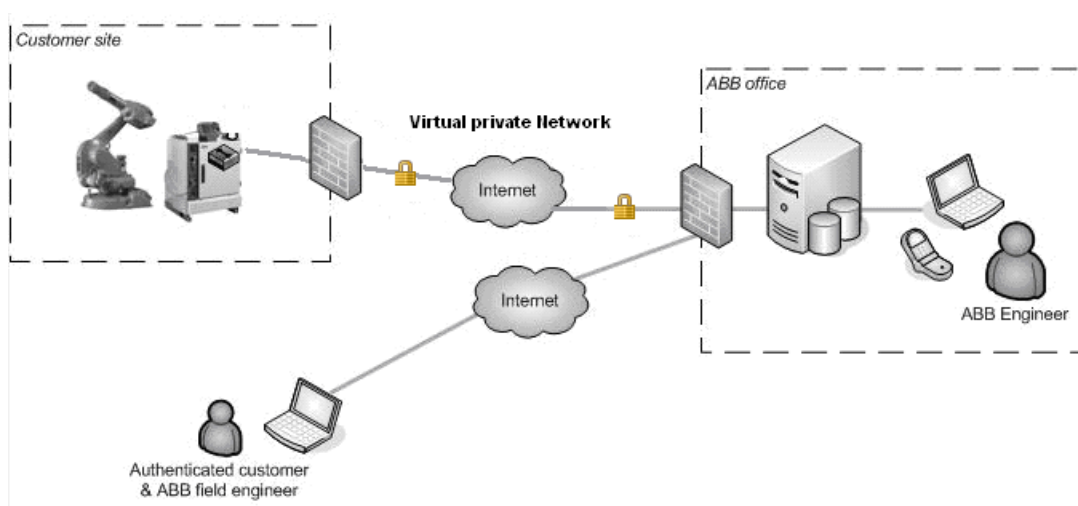
GPRS-osoite etäyksikössä on valmiina. Ohjelma on rakennettu niin, että vain tämä kohde voi ottaa yhteyden robotin Remote Serviceen. Yhteyden aikana molemmat osapuolet ovat tunnistettu. Lisäsuojan ladattu koodi etäyksikössä on digitaalisesti allekirjoitettu käyttäen 128-bittistä salaista avainta. Etäyksikköä on mahdollista operoida vain ABB:n koodia käyttämällä. Asiakkaalla on täydet valtuudet kontrolloida Remote Serviceä. Remote Service luo yhteyden ainoastaan asiakkaan luvalla ja asiakkaalla on mahdollisuus koska tahansa katkaista tämä yhteys. [10]



Kuvio 14. Langaton Remote Service [10]

## 7.2 Vaihtoehtoinen verkkoratkaisu

Niissä tapauksissa, joissa langaton verkko ei tule kysymykseen, kytketään etäyksikkö suoraan paikalliseen lähiverkkoon, jossa on internet-yhteys. Käytännössä tämä koskee tilannetta, jossa asennuskohteen sijainti on sellainen, että GSM-verkkoa ei ole tai se on erittäin heikko. Etäyksikkö tekee suoran yhteyden ABB-palvelimeen internetin välityksellä käyttäen Virtual Private Network -tekniikkaa (VPN). Kuviossa 15 on esitetty tällainen ratkaisu. Tätä mallia käytetään myös silloin, kun asennetaan Remote Service suureen määrään robotteja. [10]



Kuvio 15. Vaihtoehtoinen verkkoratkaisu [10]

Lähiverkolla toteutettu Remote Service on täysin samanlainen rakenteeltaan kuin langaton versio, mutta GPRS/3G-yhteys on korvattu yhdistämällä laatikko lähiverkkoon. Tällöin ei tarvita SIM-korttia, koska yhteys muodostetaan suoraan lähiverkon kautta internetiin. Yhteyden voi muodostaa minkä tahansa internetyhteyden välityksellä. Yhteys muodostetaan asiakkaan lähiverkon kautta internetiin reitittimen kautta. Langattomaan versioon verrattuna tässä mallissa on asiakkaan lähiverkon ja internetin välissä on palomuri. Remote Service käyttää ainoastaan luotettua porttia (HTTPS). Yhteys on joustava, sillä se hyväksyy niin kiinteän IP-osoitteen kuin DHCP-palvelimenkin. [10]

Turvallisuus on taattu, kun käytössä on erillinen VPN-yhteys ja ainoastaan ABB-palvelin voi olla yhteydessä Remote Serviceen. Liikenne tapahtuu HTTPS-portin kautta. Tietoliikenne etäyksikön ja asiakkaan lähiverkon välillä ei ole mahdollista. Asennusparametrit on suojattu salasanalla. [10]

### 7.3 ABB:n tietoturva

Koko tiedonsiirtoketjun tulee olla suojattu, ja tärkeänä osana tässä ovat ABB:n omat IT-työkalut. Kaikki kirjautumiset järjestelmiin vaativat kirjautujan tunnistamista. Ei ole olemassa ryhmätunnuksia tai vastaavia, joilla pääsisi kirjautumaan järjestelmään anonyyminä. Kaikilla ABB-huoltoinsinööreillä on omat henkilökohtaiset käyttäjätunnukset. ABB-etäpalvelukeskus on sijoitettu ABB:n IT-infrastruktuuriin, joten ainoastaan ABB:n valtuutetut työntekijät pääsevät kirjautumaan sisään järjestelmään ABB:n sisäisestä verkosta. Matkustavalla huoltoinsinöörillä on mahdollisuus kytkeytyä etäyhteydellä ABB:n sisäiseen verkkoon ja sen kautta käyttää järjestelmää. Robottiin asennettua Remote Serviceä pääsevät tarkastelemaan ainoastaan ne huoltoinsinöörit, joiden vastualueelle robotti on asennettuna. [10]

Kaikki ABB Servicen työntekijät käyttävät standardisoituja PC:itä ja ABB:n IT-osasto pitää huolen siitä, että koneet ovat koko ajan ajan tasalla virusturvan ja turvallisuusominaisuuksien osalta. Jokainen ABB huoltohenkilö käy koulutuksen tietoturvallisuuteen liittyen, millä varmistetaan kaikkien olevan tietoisia riskeistä ja tietävän oikeat toimintatavat. ABB:llä on oma IT-turvallisuustiimi, joka seuraa tilannetta ja kehittää tarpeen vaatiessa uusia suojaus- ja turvallisuusmenetelmiä. Ryhmä koostuu IT-turvallisuusasiantuntijoista, jotka pitävät järjestelmät ajan tasalla. Tämä varmistaa sen,

että kaikki Remote Service -systemiin osallistuvat järjestelmät ovat suojattuja aina robotilta huoltoinsinöörin käyttämään tietokoneeseen asti. [10]

## 8 MCC-analyysi

MCC (Mechanical Condition Change) analyysi on Remote Service -tuotteen työkalu, jolla voidaan ennakoida mahdollisia vikatilanteita manipulaattorissa. Tällaisia vikoja ovat esimerkiksi vaihteistojen ja moottoreiden hajoamiset. MCC vaatii testauskierron, josta kerätään tarvittavat tiedot analyysiä varten. Testauskierron voi suorittaa joko omana erillisenä rutiinina tai sisällytettynä tuotantoajoon. Testikierto täytyy ajoittaa tuotantovirtaan siten, että olosuhteet mittaustiedon keräämiseen olisi joka kerta samanlaiset. Systemi kerää liiketiedon jokaiselta liikkuvalla akselilta, joita yleisimmässä käsivarsiroboteissa on kuusi. Liiketieto välitetään etäyksikön kautta ABB-palvelimelle myöhemmin analysoitavaksi. [11]

Kaikki MCC:n analysoinnit ovat yksilöity robotille. Analyysitietoja ei voi verrata toisen robotin vastaaviin tietoihin, vaikka robotit olisivat samaa tyyppiä. Mittauksille on myös tärkeää ottaa huomioon robottia ympäröivät olosuhteet. Olosuhteiden tulee olla joka mittauksessa samanlaiset, jotta mittaustuloksiin voidaan luottaa. Huomioitavia asioita ovat esimerkiksi lämpötila, robotin asento ja robotin työkalu. Vaihteistoöljyn lämpötila vaikuttaa huomattavasti vaihteiston kitkaan. Tämän vuoksi mittaustulokset robotista, jossa on lämpimät vaihteistot, ovat täysin vertailukelvottomat saman robotin mittaustuloksiin, jossa vaihteistot ovat kylmät. [11]

### 8.1 MCC-testauskierto

MCC on toistuva analyysityökalu eli samanlainen testauskierto toistuu aina samanlaisissa olosuhteissa. Näitten kiertojen mittaustuloksista lasketaan poikkeamat ja saadaan muodostettua ns. sormenjälkidata eli jokaisen robotin yksilöity referenssimittaustulos. Sormenjälkidatan muodostamiseen riittää yleensä neljä testauskiertoa. Jos kuitenkin hajontaa on liikaa, täytyy kiertoja suorittaa lisää. Kun sormenjälkidata on muodostettu, MCC vertaa kaikkia jatkossa tehtäviä mittauksia tähän alkuarvoon. Analyysi esitetään kahtena eri käyränä. Käyrät osoittavat eron sormenjälkidatan ja mitatun datan välillä.

Jos arvo on 0 %, status ei muutu. MCC esittää mittaukset kahdella mittausparametrilla, jotka ovat vääntöenergia (Torque energy) ja vääntövärähtely (Torque noise). [11]

### 8.1.1 Vääntöenergia

Vääntöenergia havaitsee muutokset keskimääräisessä vääntömomentissa testikierron aikana. Vääntöenergia on herkkä indikoimaan muutokset vaihteiston ja moottorin kitkassa tai kevennysjärjestelmän toimintahäiriön. Vääntöenergian mittaus on myös herkkä ympäristön lämpötilanmuutoksille, jolloin vallitsevien olosuhteiden pysyminen samana korostuu. [11]







### 8.1.2 Vääntövärähtely

Vääntövärähtelyllä havaitaan jaksollista häiriövärähtelyä vääntö- ja nopeustiedossa. Tyypillisiä muutoksen aiheuttajia voi olla lisääntynyt vaihteiston välitys tai löysä ruuviliitos. [11]

## 8.2 MCC:n käyttö

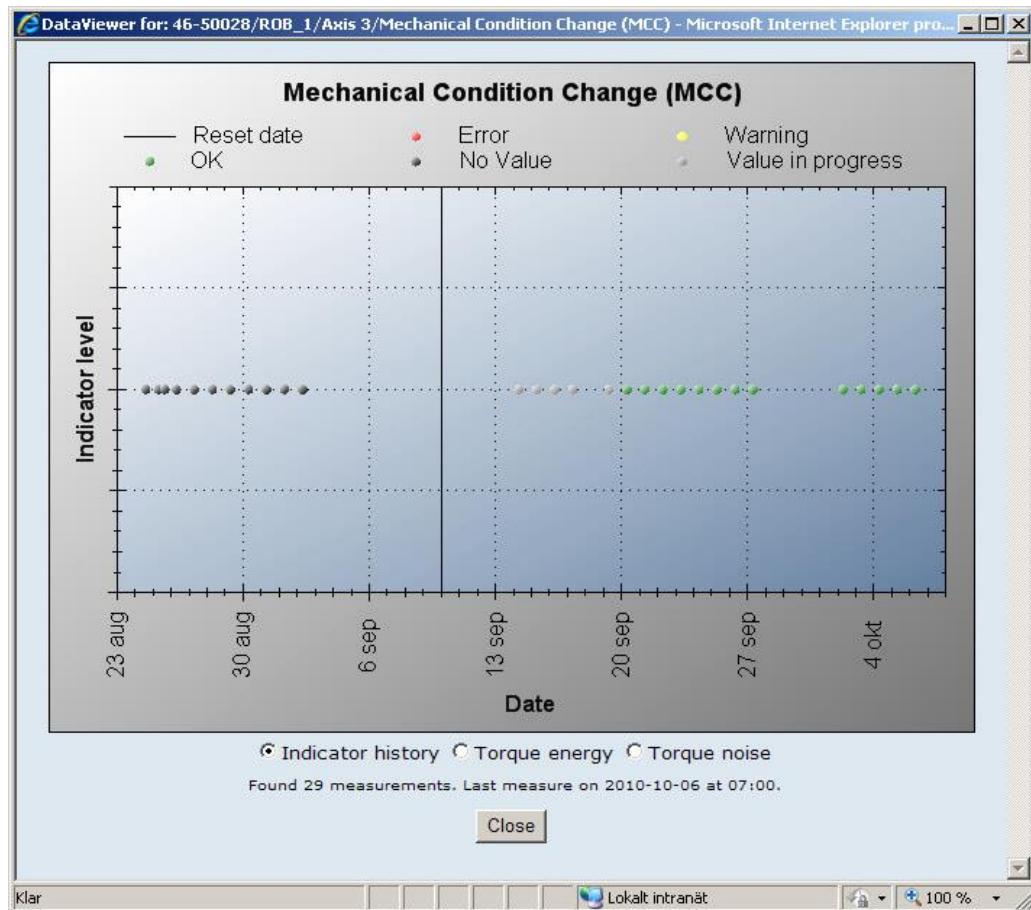
Kun mittaustulokset on laskettu, voidaan näistä indikaattoreista päätellä kunnon muutos. Laskenta perustuu trendien löytämiseen ja mittaustuloksien poikkeamiin. Molemmat alaspäin ja ylöspäin suuntautuvat trendimuutokset indikoidaan keltaisella värillä. MCC-tiedot ovat näkyvillä Remote Service -sivustolla. MCC-testin tila on indikoitu väreillä, jotta tulkinta olisi nopeaa ja vikatilanteet olisivat visuaalisesti helposti löydettävissä. Värien tulkinta selviää taulukosta 2. [11]

Taulukko 2. Indikaativärit.

<i>Väri</i>	<i>Selitys</i>
	Hälytys
	Varoitus
	Informaatio
	OK
	Arvo käsittelyssä
	Arvo ei saatavilla

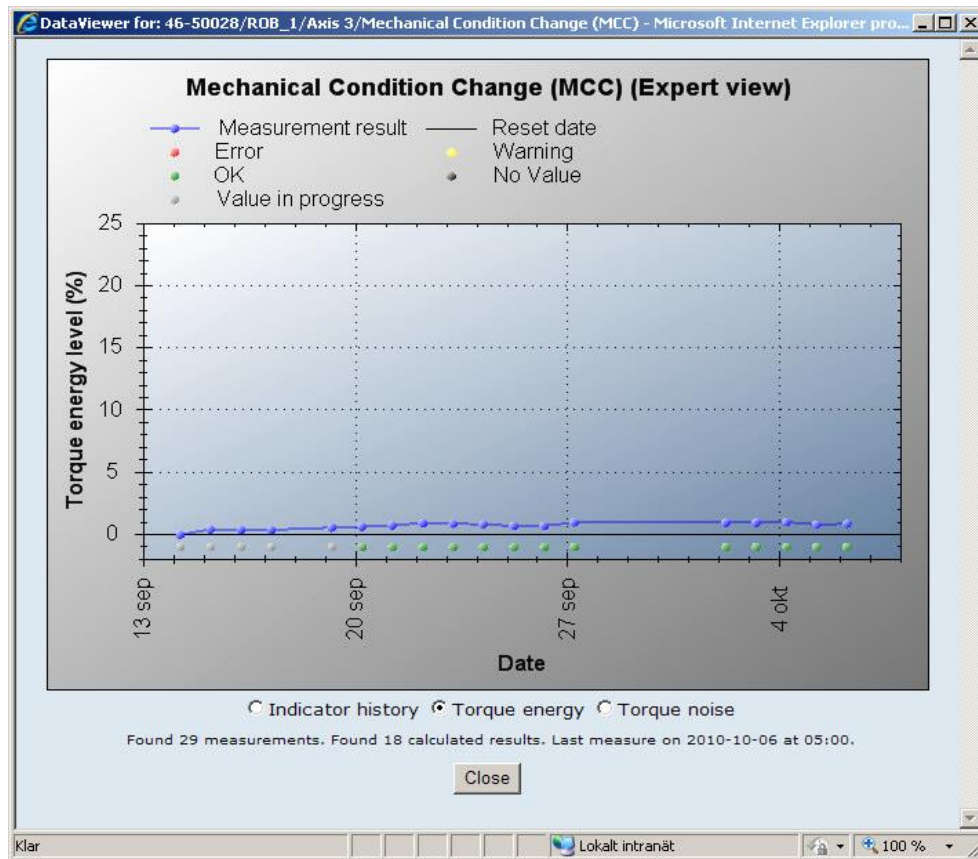
Harmaa väri tarkoittaa, että laskenta ei ole vielä valmis. Mittaustieto on olemassa, mutta sitä ei ole käsitelty. Musta väri kertoo, että tietoa ei voi käyttää. Mittaus poikkeaa liian paljon sormenjälkidatasta, joka määritetään alussa. Kuviossa 16 näkyy viisi harmaata palloa, jotka kertovat, että sormenjälkidataa muodostetaan. Näiden jälkeen tulee vihreitä palloja, jotka kertovat tilan olevan ok. Kuvasta 16 näkyy myös pystyviiva, joka kertoo, missä kohtaa mittaukset on asetettu päälle eli Reset-painiketta on painettu. Mittaukset on lähtenyt liikkeelle sormenjälkidatan muodostuksella. Muodostuksen jälkeen mittaus on suoritettu seitsemänä päivänä putkeen ja niiden tulos on ok. [11]





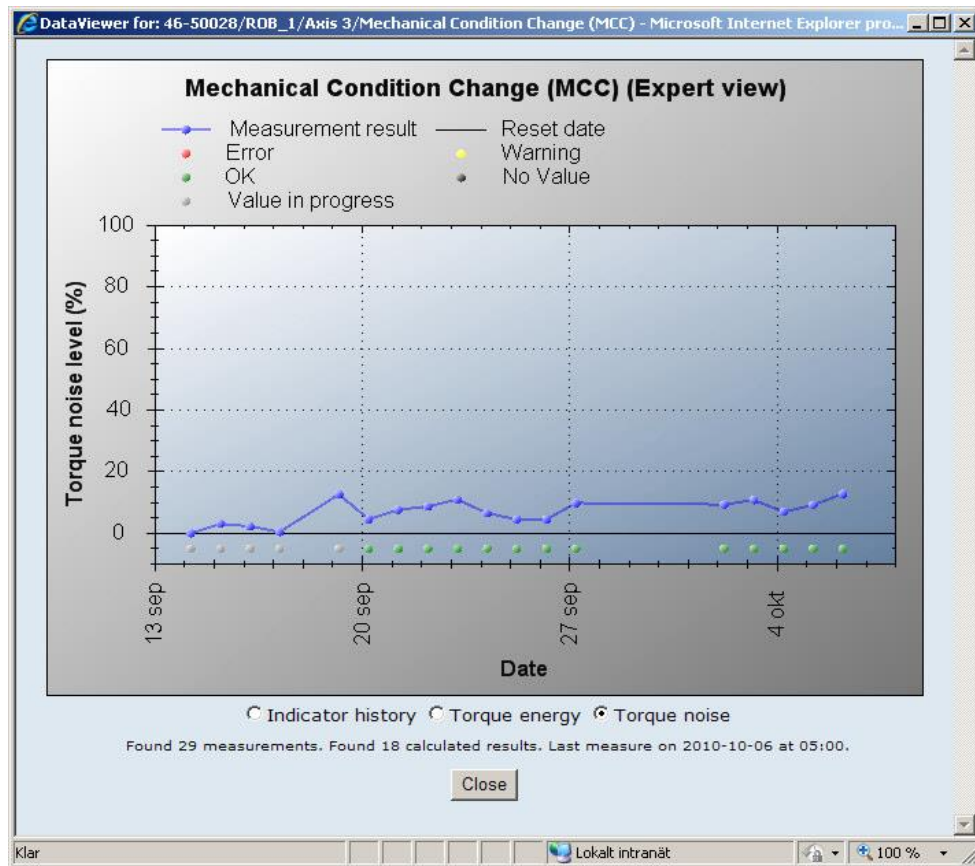
Kuvio 16. Sormenjälkidatan muodostus (harmaa) ja myöhemmin tilanne on ok (vihreä). [11]

Kuviossa 17 on esitettyä vääntöenergia käyränä. Alussa harmaalla merkityt kohdat ovat mittauksia, joissa muodostetaan robotin yksilöllinen sormenjälkidata. Jatkossa seuraavat mittaukset ovat varsinaisia kuntomittauksia ja ne pysyvät sormenjälkidatan hyväksytyllä vaihtelualueella. Näin ollen indikaatio on väriltään vihreä eli status on ok. [11]



Kuvio 17. Vääntöenergian mittaustulokset. Suoritustaajuus on yksi päivä. [11]

Sama tulkinta pätee kuvioon 18, jossa esitetään käyrässä vääntöväärähtely. Tässä vaihteluväli on suurempi mutta pysyy sormenjälkidatan muodostaneiden mittausten vaihteluvälillä ja saavat arvon ok. [11]



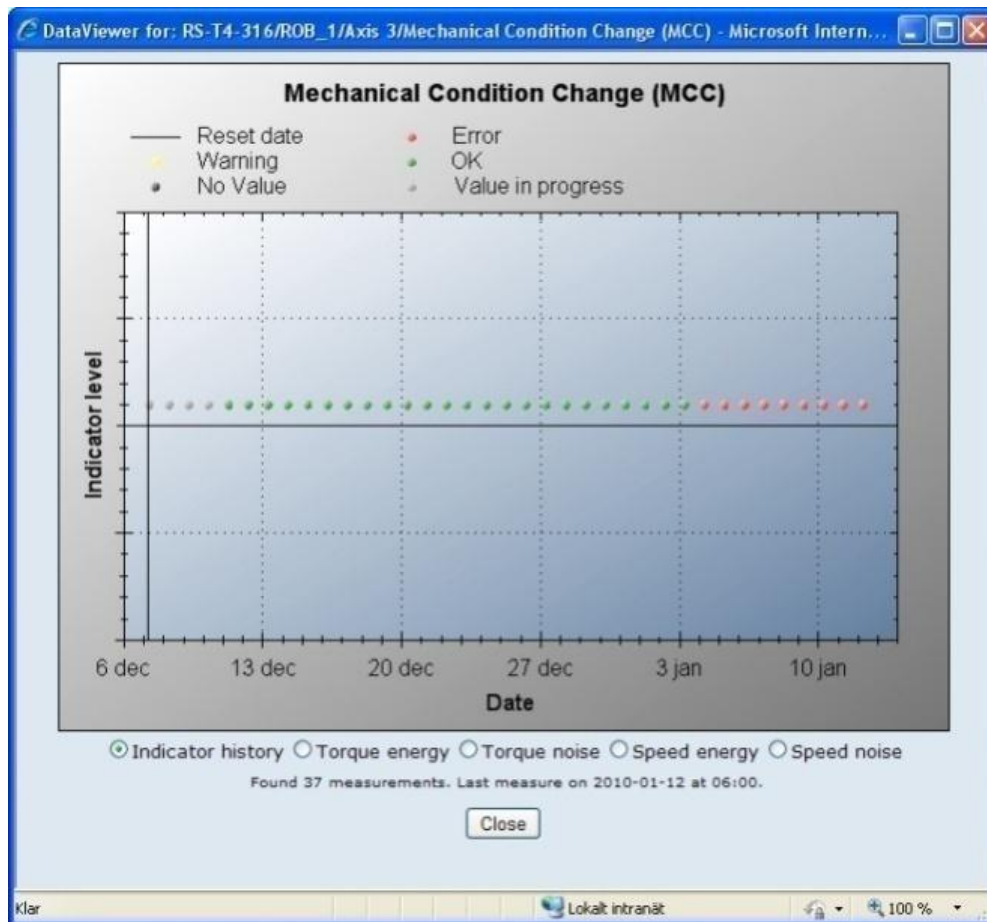
Kuvio 18. Vääntövärrätelyn mittaustulokset. Suoritustaajuus on yksi päivä. [11]

### 8.2.1 Mekaanisen vian havaitseminen

Mekaaniset komponenttien rikkoutumiset ovat harvinaisia. Useimmat tällaiset viat syntyvät vasta pitkän käytön jälkeen. Väärinkäyttö ja törmäykset voivat aiheuttaa ennenaikaisen hajoamisen. Yleisimpiä kohteita, joihin tulee mekaanisia vikoja, ovat moottorit, vaihteistot ja kaapelointi. MCC on erityisen hyvä havaitsemaan vaihteistovikoja. MCC-työkalun hyöty tulee esiin, koska moottoreiden ja vaihteistojen hajoamisen oireet alkavat keskimäärin 3-10 viikkoa ennen totaalista hajoamista. Nämä hajoamisen ensimerkit näkyvät MCC:n tuottamissa käyrissä ja niistä varoitetaan Remote Service -internetsivuilla. [11]

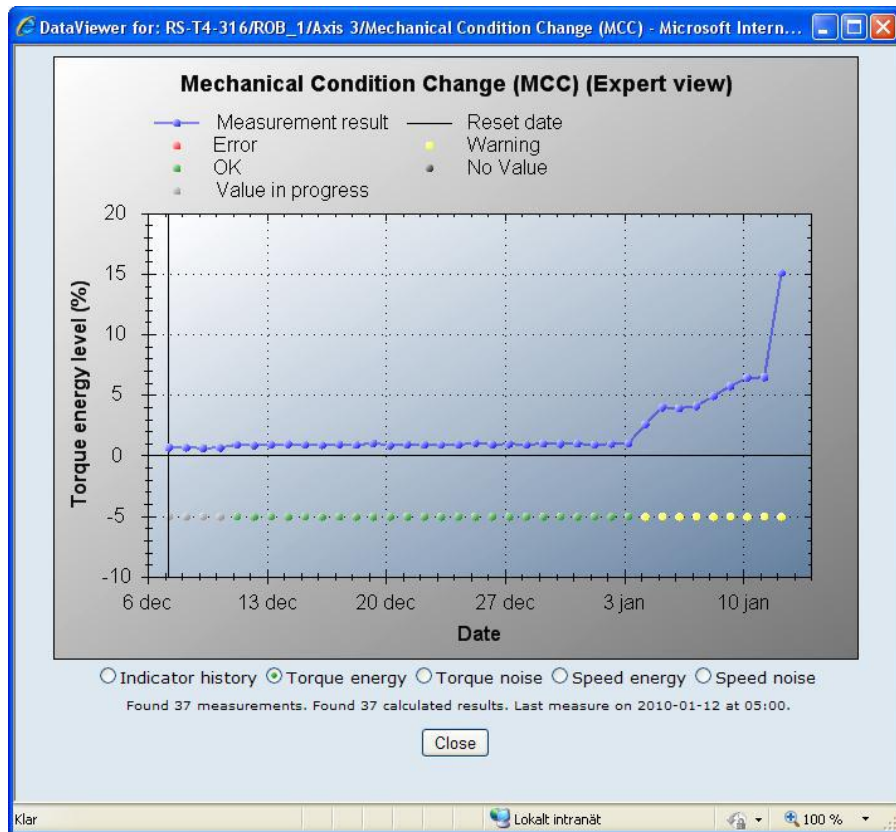
Kuvioissa 19, 20 ja 21 näkyy IRB6640 mallisen robotin 3. akselin vaihteiston hajoaminen. Testi on suoritettu ABB:n testilaboratoriossa, jossa on nopeutettu vaihteiston hajoamista, jotta päästään tutkimaan vaihteistojen ominaisuuksia, ja samalla on suoritet-

tu testejä koskien MCC-työkalua. Tämän vuoksi vaihteistojen elinikä on jopa 20 kertaa pidempi kuin testissä olleilla. [11]



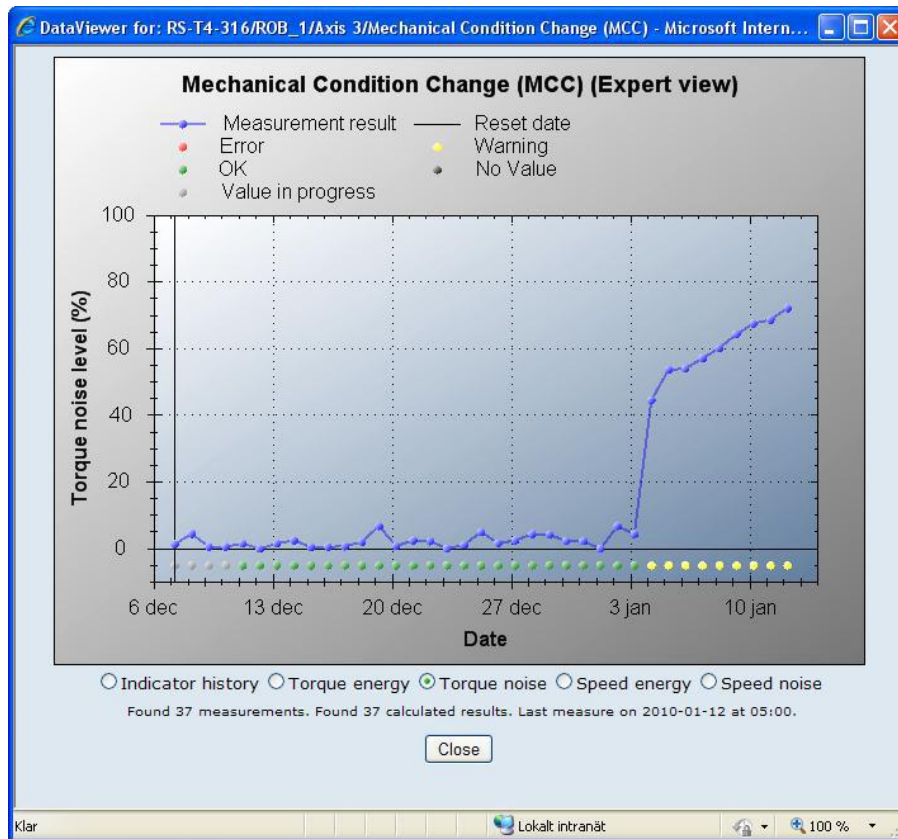
Kuvio 19. MCC-analyysillä on huomattu poikkeavuus ja se indikoidaan punaisella. Ongelma näkyy tässä tapauksessa yhdeksän päivää ennen varsinaista rikkoutumista. [11]

Sekä vääntöenergiassa että vääntövärähtelyssä näkyy selvästi vaihteiston rikkoutumisen alkaminen, kuvio 20 ja 21. Vääntövärähtelyssä, joka löytyy kuviosta 21, näkyy selvemmin, että jotain on vialla. Tämä tarkoittaa, että vaihteistoon on jostain syystä tullut välystä tai muuta vastaavaa, joka on lisääntynyt ja lopulta hajottanut vaihteiston toimimattomaan kuntoon. Myös vääntöenergiassa, kuvio 20, näkyy trendimuutos heti ongelman synnyttyä. Voiman käyttö on lisääntynyt yli viisi prosenttia ongelman alkamisesta seuranneina kahdeksana päivänä. Yhdeksäntenä päivänä vääntöenergia on jo lisääntynyt 15 % ja robotti on luultavasti pian tämän jälkeen pysähtynyt törmäysvirheeseen kokonaan, koska vaihteisto on jumittunut. [11]



Kuvio 20. Vääntöenergian nousu alkaa ensin maltillisesti. Kitkan lisääntyttä robotti pysähtyy usein kolmannen akselin törmäysvirheeseen. [11]

Vääntöväärähtelyn kasvu, joka näkyy kuviossa 21, osoittaa jonkin olevan vialla. Huoltoinsinööri pystyy jo tässä vaiheessa reagoimaan ja olemaan yhteydessä asiakkaaseen. Kun yhdeksän päivän kuluttua robotti pysähtyy virheeseen, tiedetään jo melko tarkasti mikä ja missä on vikaa. Ilman MCC-työkalua huoltoinsinööri joutuisi vasta robotin pysähtymistä aloittamaan vian haun. Näin selvässä tapauksessa voidaan varautua oikealla varaosalla ja työkaluilla jo valmiiksi. Esimerkiksi moottorin tai vaihteiston tilaamisessa keskusvarastolta menee parhaassakin tapauksessa yksi työpäivä. [11]



Kuvio 21. Vääntöväärätely nousee heti ongelman ilmettyä yli 40 %. Vika on alkanut värähtelytyyppisestä ongelmasta. [11]

MCC-työkalun rinnalla tarvitaan tietenkin aina myös perinteisiä vianhakukeinoja. MCC-työkalulla ei aina varmuudella voida tarkasti osoittaa, millä akselilla vika on, koska vieriset akselit vaikuttavat toisiinsa ja se näkyy myös MCC-työkalulla. Perinteisiä paikannuskeinoja ovat epänormaalien äänien etsiminen, joka kertoo usein laakeriviasta moottorissa, akselin välyksen mittaaminen ja vaihteistoöljyn tarkistaminen mahdollisten metallijäämien vuoksi. [11]

### 8.2.2 Väärät hälytykset

Tärkein tekijä siihen, että vältetään vääriä tulkinnoita ja hälytyksiltä, on olosuhteiden pysyminen samana jokaisessa MCC-testikierrrossa. Yleisimpiä vääriä hälytyksiä aiheuttavat tekijät ovat ympäristön lämpötilan muuttuminen, väärä massatieto, öljyn vaihdot, komponentin vaihdot, ulkoiset häiriötekijät ja luonnollinen kuluminen. Yleisin väärän hälytyksen aiheuttaja on lämpötilan muuttuminen tai se, kuinka paljon robottia on käytetty ennen mittauskiertoa. Hankalaksi asian tekee se, että jo  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  lämpötilan vaihtelu

voi aiheuttaa epäluotettavia tuloksia. Testikierron tekeminen aikataulutetusti vähentää riskiä huomattavasti. Hyvä keino tarkistaa tiedon luotettavuus on tarkastella muiden akseleiden vastaavia tuloksia. Jos muillakin akseleilla on samanlaisia poikkeamia, voi olettaa ympäröivien olosuhteiden muuttuneen. Kun MCC-tietoa kerätään tuotantokierron aikana pysäyttämättä tuotantoa, mittaustulokset voivat vääristyä riippuen robotin työkierrosta. Joissakin tapauksissa joidenkin akseleiden liike on ollut hyvin vähäinen ja näin ollen mittaus tieto on jäänyt puutteelliseksi. Tämä aiheuttaa tilanteita, jolloin on hankala luottaa MCC:n antamaan tulokseen. [11]

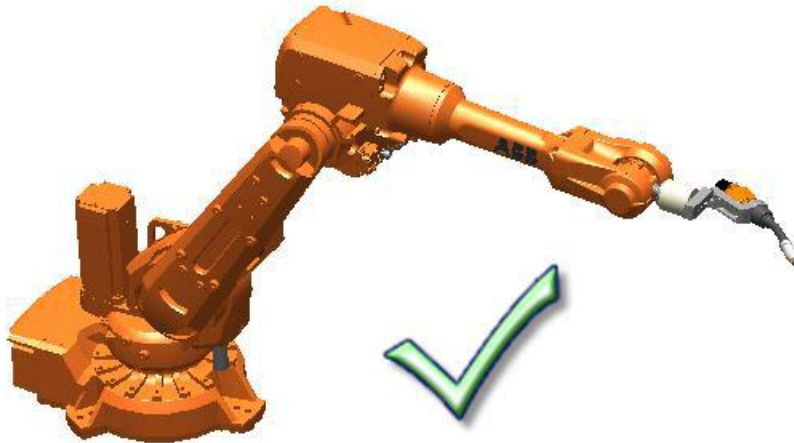
MCC tarkistaa, että valittu työkaludata on valittuna jokaisella testauskierrolla. Tilanteissa, jolloin muokataan tai vaihdetaan työkalua ja sen massa tai massakeskipiste muuttuu, ei MCC osaa ottaa tätä huomioon. Työkaludata täytyy muistaa päivittää aina, kun työkalu muuttuu. Tuotantokierron aikana tehty MCC-analyysi ei ota huomioon työkaludataa, ja silloin työkalun vaihdon huomaa tulkinnassa. Öljynvaihto, vaikka vaihdetaan vain vanha öljy uuteen samanlaiseen, muuttaa vaihteiston kitkaa. Kitka-arvo yleensä tasoittuu melko nopeasti lähelle vanhaa arvoa, mutta tämä muutos voi näkyä analyysissä varoituksena. Myös komponentin kuten moottorin tai vaihteiston vaihtaminen uuteen aiheuttaa varoituksen. Moottoreilla ja vaihteistoilla on erilaiset mekaaniset ja sähköiset ominaisuudet, vaikka kyse on samanlaisesta osasta. Tällöin uusi osa aiheuttaa väärän hälytyksen. [11]

Uuden ja vanhan komponentin välillä on suuri ero, sillä käytössä ne kuluvat. Moottorit tapaavat menettää suorituskykyään vanhetessaan. Käytetty vaihteisto on kulunut ja väljentyneet verrattuna uuteen vastaavaan vaihteistoon. Uutena vaihteisto vastustaa enemmän ja vanhassa taas on pienempi kitka, mutta enemmän välystä. Ulkoiset häiriötekijät aiheuttavat myös vääriä hälytyksiä. Tällaiset häiriötekijät voivat olla niin mekaanisia kuin sähköisiäkin. Mekaaniset voivat olla esimerkiksi lika tai roskat kriittisissä paikoissa. Sähköinen häiriö voi olla esimerkiksi läpilyönti kaapelissa. [11]

### 8.2.3 Käyttöönotto

MCC-kierron suorittamiseen on kaksi vaihtoehtoa, joko analyysikiertoon pohjautuva datakeräys, tai tuotantokierron aikana tehty datakeräys MCC2. Oma analyysikiertona tehty mittausdatan keräys on huomattavasti luotettavampi tapa, koska silloin voidaan

tarkemmin määrittää, missä asennossa kierto tehdään ja että kaikkia akseleita käytetään tarpeeksi mittauskierron aikana. Optimaalinen mittausasento näkyy kuviossa 22. Tässä asennossa moottoreilla on mahdollisimman suuri vääntömomentti, jolloin mittauksista saadaan selkeämpiä. Asentoja, joissa robotti osoittaa suoraan ylös- tai alaspäin, tulee välttää. Tällöin robotin oman massan aiheuttama vääntö vaihtelee suuresti ja se heikentää mittauksia. Tämän tavan ongelmana on se, että varsinainen työkierto joudutaan tämän toimenpiteen vuoksi keskeyttämään ja testiajo kestää noin kaksi minuuttia. Tuotantokierron aikana tehtyä datakeräystä suositellaan käytettäväksi ainoastaan silloin, kun varsinaista työkiertoa ei voida pysäyttää. Tällöin mittauksista kerätään tuotannon aikana määrittämällä ohjelman sisään mittauskierrat. Käytännössä ohjelmasta valitaan sopivat kohdat, joissa akseleita käytetään monipuolisesti, ja määritetään tältä kohdalta mittaus päälle. [11]



Kuvio 22. Robotti on optimaalisessa asennossa mittauskierron suorittamiseksi. [11]



## 9 Robotin huoltoarvion tekeminen ja raportointi

Robotin huoltoarviointi (Service Assessment) on ABB:n työkalu, jossa arvioidaan robotin käyttöä ja kuntoa ja näiden tietojen perusteella tehdään huoltoarviointi. Huoltoarviointiraportti luodaan Remote Servicessä, mutta sen teettäminen ei vaadi Remote Service -sopimusta. Huoltoarvioinnista saadaan raportti, joka toimitetaan asiakkaalle, joko Remote Servicen kautta tai suoraan esimerkiksi sähköpostilla. Huoltoarvioraportista ilmenee robotin tuotanto informaatioita, arvio tuotantoympäristöstä, elinkaariarvio, referenssityökierto, robotin akselikohtainen käyttö sekä käyttöä vastaava huoltosuunnitelma. Huoltoarvio ei ole tarkkaa tiedettä vaan työkalu, jolla voidaan arvioida robotin kuntoa ja käyttöä. [12]

Huoltoarvio on parhaimmillaan, kun halutaan tehostaa ja optimoida huoltoja. Raportista voi esimerkiksi selvittää, että akselia yksi käytetään hyvin vähän ja akselia neljä erittäin paljon ja suurilla voimilla. Tällä tiedolla voidaan päättää, että akselin yksi öljynvaihto tehdään vain joka kolmas vuosi ja akselin neljä joka vuosi. Näin huollosta tulee täsmällisempää ja asiakas saa suuremman hyödyn huollosta. [12]

Huoltoarvio tehdään robotille Remote Service -asennuksen yhteydessä. Huoltoarvio on tehtävä myös, jos robotin sovellus vaihtuu tai ohjelmaan tulee isoja muutoksia. Arvio kannattaa suorittaa aina myös isojen korjauksien jälkeen. [12]

### 9.1 Huoltoarvion tekeminen

Huoltoarviointi aloitetaan robotin auditoinnilla, eli tutkitaan robotti ja sen ympäristö sekä käytettävät tarttujat ja muut työkalut. PC-ohjelmalla kerätään robotin tuotannon aikana liikedataa. Ohjelma luo datasta MDA-tiedoston, joka myöhemmin lisätään robotin auditointitietoihin. Näistä tiedoista yhdessä luodaan Remote Servicellä huoltoarvioraportti, joka voidaan jakaa Remote Servicessä, mutta voidaan myös toimittaa muulla tavoin asiakkaalle. Malliesimerkki huoltoarvioraportista on esitetty liitteessä 1.

### 9.2 Rajoitukset

Huoltoarvioraportointi on mahdollista vain robottimalleilla S4C+ ja IRC5. Raportointi on mahdollista myös multimove-roboteille. Picker- ja maalausroboteille ei ole tällä hetkellä

mahdollista tehdä huoltoarvioraporttia, mutta kehitystyö näille roboteille on alkanut ja tulevaisuudessa nekin saadaan huoltoarvioraportoinnin piiriin. Huoltoarvioraportointi ei kata ulkoisia akseleita eikä ratoja. Arvio perustuu siihen, mitä kyseinen robotti malli yleisesti on, joten jokainen robotti on tulkittava erikseen. Yksilöillä mallisarjan sisällä on eroja ja ne erottuvat joukosta huoltoarvioita tehdessä. Työkalua ei pidä pitää absoluuttisena totuutena vaan ennemmin indikaattorina ja tulkinnan apuna. [11]

## **10 Esimerkitapaus Remote Servicen käyttöönnotosta**

Helsingin Pitäjänmäessä sijaitsevalle ABB Drivesin tehtaalle Galactica-linjan kolmeen robottiin asennettiin Remote Service. Robotit, joihin asennukset tehtiin, olivat kaikki mallia IRB 7600 ja varustettu S4C+ M2000 -ohjauksella. ABB Drivesin Galactica -linjan robotit edustavat hyvin tyypillistä kriittistä solua, jonka toimintavarmuutta halutaan Remote Servicellä lisätä. Robotit toimivat kahdessa vuorossa ja ovat erittäin kriittisessä asemassa tuotannossa, joten Remote Servicen ominaisuudet tulivat tarpeeseen.

### 10.1 Asennuksen valmistelu

Remote Servicen asennuspäätöksen jälkeen aloitettiin robottien kartoitus yhdessä asiakkaan yhteyshenkilön kanssa. Asennettavia robotteja oli kolme, joten Remote-liikenteen tekniikaksi valittiin langaton GPRS/3G. Tekniikka myös tuki tapausta helpolla asennettavuudella. Ainoana esteenä tälle ratkaisulle olisi ollut GPRS/3G-tekniikan kuuluvuus. Tekniikan kuitenkin todettiin toimivan yksinkertaisesti testaamalla, kuuluko matkapuhelin robottien luona. Matkapuhelin toimi, ja tästä voitiin todeta, että myös Remote Service on kantamalla. Langattomassa vaihtoehdossa ei tarvitse rakentaa erillistä sisäverkkoa roboteille. Jos sisäverkko olisi ollut valmiina, internet-tyyppinen Remote Service olisi ollut mahdollista ottaa harkintaan mukaan.

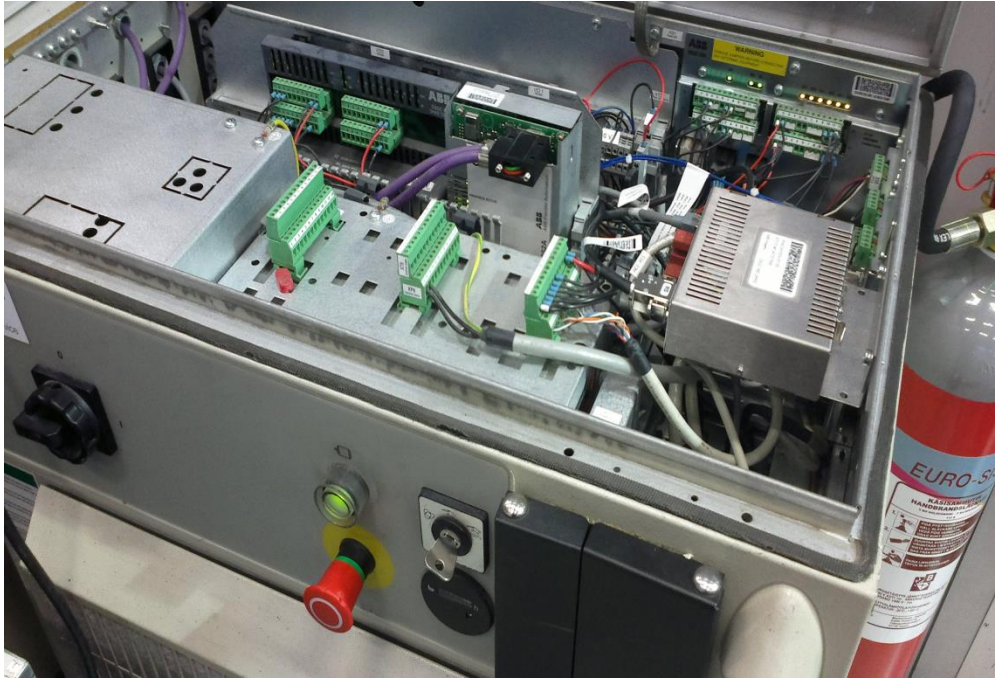
Alkukartoituksessa huomattiin, että Galactica-linjan robottien käyttöjärjestelmät eivät tue Remote Service -tuotetta. Robotit ovat alkupäästä S4C+ -sukupolven tuotantoa, joihin ei vielä ollut lisätty kaikkia tämän hetken Remote Service -toiminnallisuuksia. Ongelma vaati tarkempaa kartoittamista robottien toiminnallisuuksien osalta, sillä täytyi varmistaa, että kaikki solun toiminnot ovat tuettuja käyttöjärjestelmän päivityksen jälkeen. Tarkastelussa kuitenkin todettiin, että päivityksestä vaarantuvia toimintoja ei

solussa ole ja näin ollen päädyttiin päivittämään robotit uusimmalla olemassa olevalla S4C+ -käyttöjärjestelmällä. Varmuuden vuoksi kuitenkin päätettiin porrastaa päivitykset siten, että yksi robotti päivitetään ensin ja loput noin viikon kuluttua ensimmäisestä.

## 10.2 Remote Servicen asennus

Pelkän Remote Servicen asennukseen varataan yleensä noin 30 minuuttia aikaa. Tässä tapauksessa asennettiin samalla robottiin myös uusi käyttöjärjestelmä, joten aikaa asennukseen robottia kohden kului noin 1-1,5 tuntia kaikkine varmistuksineen.

Etäyksikön asennus ohjauskaappiin onnistui helposti, sillä kytkennät olivat helposti suoritettavissa. Remote-etäyksikkö on suunniteltu siten, että se sopii sekä IRC5- että S4C+ -sukupolvien ohjauskaappeihin. Etäyksikköön kytkettiin 24V jännite ja sarjaliikennekaapeli sekä linkitettiin huoltoportin ethernetkaapeli etäyksikön kautta ohjauskaapin etupaneeliin. Etäyksikköön asennettiin SIM-kortti ja sekä SIM-kortin että etäyksikön sarjanumerot otettiin ylös. Etäyksikkö asennettiin asennussarjan mukana tulleilla kiinnitysraudoilla tietokoneyksikön yläpuolelle. Kuviossa 23 näkyy etäyksikkö käyttövalmiina. Asennus viimeisteltiin liimaamalla Remote Service -yhteydestä kertova tarra ohjauskaapin etupaneeliin.



Kuvio 23. Etäyksikkö on asennettu S4C+ -ohjauskaapissa.

Asennuksen jälkeen roboteille suoritettiin auditointi, jossa kerättiin yksityiskohtaiset tiedot roboteista ja niiden sovelluksista. Roboteista myös nauhoitettiin tuotannon aikana liikedataa, josta saatiin MDA-tiedosto robotin huoltoarvion tekemistä varten.

### 10.3 Remote Service -palvelun käyttöönotto

Käyttöönotto aloitettiin avaamalla asiakkaalle sopimus. Sopimuksessa määritettiin asiakkaalle käyttöön tulevat ominaisuudet, kuten varmuuskopiointi ja vikaantumisen ennakointi. Sopimukseen syötettiin myös tiedot sekä ABB:n että asiakkaan yhteyshenkilöistä. Kun sopimus oli luotu, yhdistettiin etäyksikkö sen sarjanumerolla Remote Service -palveluun. Tämä tarkoittaa sitä, että robotti, johon Remote Service on asennettu, yhdistetään ABB:n palvelimelle, josta se näkyy huoltoinsinööreille Remote Service-portaalissa. Tässä vaiheessa asiakkaalle avattiin myös MyRobot-sivusto, josta asiakas pääsee seuraamaan sopimuksen alaisia robottejaan.

Seuraavaksi määritettiin roboteille seurattavat hälytykset sekä varmuuskopioinnin aika-  
taulutus. Hälytyksiä, joita seurattiin, valittiin ensiksi oletusasetusten mukaan. Oletusasetukset sisältävät kaikki yleisimmät robotin toimintaan vaikuttavat hälytykset. Kahden viikon seurannan jälkeen poistettiin joitakin toiminnasta johtuvia hälytyksiä seu-

rannasta ja myöhemmin vielä muutamia hälytyksiä, joita asiakas ei halunnut seurattavan. Varmuuskopioinnin aikataulutusta valittiin kuukausittaiseksi mikä todettiin riittäväksi, sillä ohjelmiin ei muutoksia juuri tehdä. Asennusvaiheessa kerätystä liikedatasta ja auditointitiedoista yhdessä muodostettiin Remote Servicen Service Assessment -työkalulla huoltoarvioraportti, joka julkaistiin Remote Servicessä ja asiakkaan MyRobot-sivustolla.

#### 10.4 Esimerkkikohteen robotin hälytyksen hoitaminen

Kolmen viikon kuluttua esimerkkitapauksen Remote Service -asennuksista meni yksi Galactica-solun roboteista vikatilaan. Remote Service välitti hälytyksen välittömästi vastuuhenkilön sähköpostiin. Viasta saatu hälytys on näkyvillä kuviossa 24. Kuviossa on näkyvillä Remote Servicessä käytössä olevat työkalut oikeassa reunassa. Näillä työkaluilla saatiin tietoa robotin tilasta, tapahtuma- ja ohjauslokeista sekä vikaantumisen ennakkoinnista vian ilmaantumishetkeltä. Asiakkaaseen oltiin yhteydessä, ja sitä kautta saatiin lisätietoa tilanteesta. Remote Servicen välittämällä tiedoilla ja aiemmalla kokemuksella robotista pystyttiin päättelemään, että vika on päätietokoneessa. Vika ei pysäyttänyt tuotantoa, koska robotti palautui virheestä. Päätietokoneen vika oli nyt tiedossa, ja se pystyttiin korjaamaan hallitusti siten, että tuotantopysähdys jäi pieneksi tai jopa olemattomaksi.

Kuvio 24. Esimerkkikohteen robotista tullut hälytys on osoitettu hoidettavaksi Remote Servicen tukipalvelun toimesta.

## 11 Etäyhteys RobotStudiolla

RobotStudio on ABB-roboteille tarkoitettu monipuolinen ohjelmointi- ja suunnittelutyökalu. Sitä voi käyttää joko oikealla robotilla tai luomalla virtuaaliohjauksen simuloidulle robotille. Ohjaus on sama kummassakin tapauksessa, joten esimerkiksi ohjelmien siirto virtuaalisesta oikeaan ja takaisin on mahdollista. RobotStudiolla usein määritetään uuden robotin asetukset käyttöönotossa sekä mallinnetaan solu jo ennen rakennusvaihetta. Yleistä on myös tehdä RobotStudiolla ohjelmarungot valmiiksi ennen siirtoa oikealle robotille. Näin minimoidaan tuotantoseisokki ohjelmoinnin ajalta. RobotStudiolla voi tehdä kaiken sen, mitä ohjelmointiyksikölläkin, lukuun ottamatta robotin käsiajtoa. [13]

Robottien ollessa yhdistettynä tehdastasolla LAN-porttiansa kautta tuotantoverkkoon voidaan RobotStudiolla olla tätä kautta yhteydessä robotteihin. Normaalisti RobotStudiolla ollaan yhteydessä robottiin ohjauskaapin service-portin kautta, jonka IP-osoite on aina sama. Samaan sisäverkkoon asennetuilla roboteilla on määritettyä omat IP-osoitteet. Kytkemällä RobotStudiolla varustettu PC tähän verkkoon voidaan kaikkiin robotteihin olla yhteydessä esimerkiksi toimistosta käsin. Jos robotit vielä ovat automaattitilassa, ei kirjoitusoikeuksia tarvitse kysyä erikseen, jolloin poistuu tarve käydä painamassa hyväksyntä ohjauspaneelilta. Kun toimistossa olevaan tietokoneeseen luodaan etäyhteys ABB:n toimistosta, on huoltoinsinöörillä yhteys robottiin ja apua ongelmatilanteissa voidaan antaa tehokkaasti. [14]

Mallia on testattu tuloksetta yhessä ABB-Robotit Suomen toimittamassa robottisovelluksessa robottien takuuajan. Kokemukset olivat positiivisia ja mallia voidaan käyttää jatkossakin. Malli tullaan tuotteistamaan ja myöhemmin sitä tullaan tarjoamaan sopiville asiakkaille. RobotStudio on yhteensopiva ainoastaan IRC5-robottisukupolven kanssa. [14]

## 12 Varmuuskopio taustaohjelmalla

Kun robottiasennuskanta on suuri, tulee varmuuskopioiden hallinnointi hankalaksi. Jalautuminen tehtaalle ja kaikkien robottien varmuuskopioiminen vie aikaa ja on vaivanloista. Remote Service-tuotteella toki voidaan tämä toteuttaa, mutta asiakas ei välttämättä ole kiinnostunut tai koe tarvitsevansa Remote Servicen muita ominaisuuksia. Tällöin Remote Servicen hinta koetaan korkeaksi, jos sen tarjoamana ominaisuutena ajatellaan pelkkää varmuuskopioinnin suorittamista. [15]

IRC5-sukupolven roboteille on kehitetty varmuuskopiointia varten taustaohjelma, jolla on mahdollista aikatauluttaa tarkasti robottien varmuuskopiointi. Taustaohjelma on liikekäskyjä sisältämätön ohjelma, joka nimensä mukaisesti toimii muiden ohjelmien taustalla. Taustaohjelmia voi yhdellä robotilla olla useita. Taustaohjelmilla toteutetaan usein robotin toimintaa tukevia asioita, tässä tapauksessa aikataulutettua varmuuskopiointia. Varmuuskopiointiohjelman ajatuksena on tehdä tiettyyn aikaan varmuuskopio FTP-palvelimelle. Robotit on asennettu LAN-portista tehdasverkkoon ja näin ne ovat yhteydessä palvelimeen. Ohjelma luo robottikohtaisen tiedoston palvelimelle ja tekee sinne aikataulutetun varmuuskopion. Tämä automaattinen varmuuskopiointi on sopiva kaikenkokoisiin robottiasennuskantoihin, vaikka se onkin suunniteltu laajoja asennuskantoja ajatellen. Vaatimuksina ovat vain FTP-palvelin ja se, että robotit on liitetty lähiverkkoon. Robotissa tulee olla asennettuna tällä hetkellä viimeisin käyttöjärjestelmä RW5.15.01. Tällä järjestelmällä ohjelma toimii halutulla tavalla. Robotissa täytyy olla myös FTP-liikenteen mahdollistava optio asennettuna, jotta varmuuskopio voidaan palvelimelle luoda. [16]

### 13 Yhteenveto

Asiakkaille tarjottavat etäpalvelut perustuvat jatkossakin päätuotteeseen eli Remote Serviceen. Tämän tuotteen ympärillä tapahtuu kokoajan tuotekehitystä, joka on viime aikoina ollut erittäin kiivasta. Pelkästään tämän opinnäytetyön kirjoitusaikana on Remote Servicestä tullut uusi julkaisu kaksi kertaa. Aloittaessani oli versionumerointi 1.14 ja tätä kirjoitettaessa versio on 1.16. Robottien etäpalvelujen nojaaminen Remote Serviceen on kaikin puolin järkevää, koska sen takana on suuri tuotekehitysorganisaatio ja kokemuksia saadaan ympäri maailmaa. ABB-robottien globaalina strategiana onkin käyttää huollon ja kunnossapidon tukena yhä enemmän Remote Serviceä.

Remote Servicen hyötyjä ovat sen helppo käyttöönotto, automaattiset toiminnot ja jatkuva informaation välitys. Remote Service ei kuitenkaan pysty yksinään pitämään robottia kunnossa vaan tarvitsee aina huoltoinsinöörin tulkintaa tapahtumista. Remote Service tuo tarkemman informaation huoltoinsinöörille, jolloin pystytään vastaamaan haasteisiin paremmin ja tehokkaammin. Remote Serviceä tulee tarjota asiakkaalle siten, että peruspakettiin kuuluvat automaattinen varmuuskopiointi, hälytyksien seuranta, vikaantumisen ennakointi, robotin auditointi sekä kunto- ja huoltoarvioraportointi. Näiden lisäksi Remote Service välittää huoltoinsinöörin tietoon informaatiota robotin tilasta esimerkiksi tapahtumalokien muodossa. Ennen kaikkea Remote Service on palvelu, jossa asiakas tehostaa robottiensa kunnossapitoa edellä mainituilla keinoilla. Kehittyneitä kunnoseurantavälineitä kehitetään Remote Servicen ympärille koko ajan. Viimeisin näistä on MCC. MCC tulee omana tuotteenaan erikseen myytäväksi Remote Servicen lisäominaisuutena. MCC2 ei vielä tätä kirjoitettaessa ole saatavilla, mutta sen testaus on jo käynnissä valituilla asiakkailla Euroopassa. Kun MCC ja MCC2 ovat täysin valmiita, on Remote Servicen ympärille tarjolla todella kehittynyt ja tarkka kunnonvalvontatyökalu.

Remote Servicen rinnalla on tarjolla myös muita etäpalveluvaihtoehtoja. Varmuuskopiointi taustaohjelmalla ja etäyhteys RobotStudiolla lisäävät tarjontaa ja vaihtoehtoja asiakkaalle. Näissä tuotteissa ei ole samoja edistyksellisiä toimintoja kuin Remote Servicessä, mutta ne laajentavat palveluntarjontaa laajemmalle asiakaskunnalle. Nämä tuotteet sopivat hyvin asiakkaille, joilla robotit eivät ole niin kriittisessä asemassa tuotannossa tai muuten tarvetta robottien jatkuvalle seurannalle ei ole. Taustaohjelmalla otettava varmuuskopiointi toimii hyvin tilanteessa, jossa robotit on kytketty LAN-



portista tuotantoverkkoon. Tällöin verkkoon kytkettyyn palvelimeen voidaan varmuuskopiot roboteilta kerätä keskitetysti ja helposti, vaikka robotteja olisi suurikin määrä. Tämä ratkaisu ajaa saman asian kuin Remote Servicen varmuuskopiointitoiminto, mutta muita Remote Servicen ominaisuuksia taustaohjelman avulla suoritettavalla varmuuskopioinnilla ei ole. Taustaohjelman hankinta on edullisempaa, sillä investointi on kertaluonteinen eikä ylläpitokustannuksia tule. RobotStudiolla muodostettavan etäyhteyden avulla robotilta saadaan välitettyä informaatiota huoltoinsinöörille vikatilanteessa ja nähdään samat asiat kuin robotin ohjauspaneelilta paikanpäällä edellyttäen, että yhteys on robotin tilan puolesta mahdollista luoda. Tällä palvelulla voidaan tarjota etätukea esimerkiksi asiakkaalle, jolla ei ole vielä paljoa kokemusta robottien käytöstä. RobotStudio-etäyhteys robotteihin toimistolta käsin on myös tehokas työväline ABB:n toimittaman projektin yhteydessä, jolloin työskentelyä toimistolla voidaan tehostaa. Nämä kaksi tuotetta ovat hyvä lisä etäpalvelutarjontaan, koska ne tavoittavat asiakkaat, jotka haluavat vain tiettyjä seurantatyökaluja robotteihinsa.

Suuriin robottiasennuskantoihin on Remote Service -ratkaisu, jossa GPRS/3G-yhteys on korvattu suoralla internetyhteydellä. Ratkaisussa etäyksiköt on kerätty samaan sisäverkkoon ja sitä kautta internetin yli ABB:n palvelimille. Ratkaisu järjeittää Remote Serviceä isoissa asennuskannoissa, koska ei ole mielekästä kytkeä GPRS/3G-yhteyttä esimerkiksi sataan robottiin. Kustannussäästöt jäävät kuitenkin ratkaisussa paljousalennuksiin, sillä palveluhinta on kutakuinkin sama sekä internet- että GPRS/3G-vaihtoehdossa. Lisäksi internetpohjaista vaihtoehtoa varten hankittavaa laitteistoa tarvitaan enemmän. Tosin reitittimet ja muut tarvittavat komponentit yleensä löytyvät tässä kokoluokassa asiakkaalta. Automaattisen varmuuskopioinnin tekeminen isossa asennuskannassa voidaan kustannustehokkaasti suorittaa taustaohjelmalla.

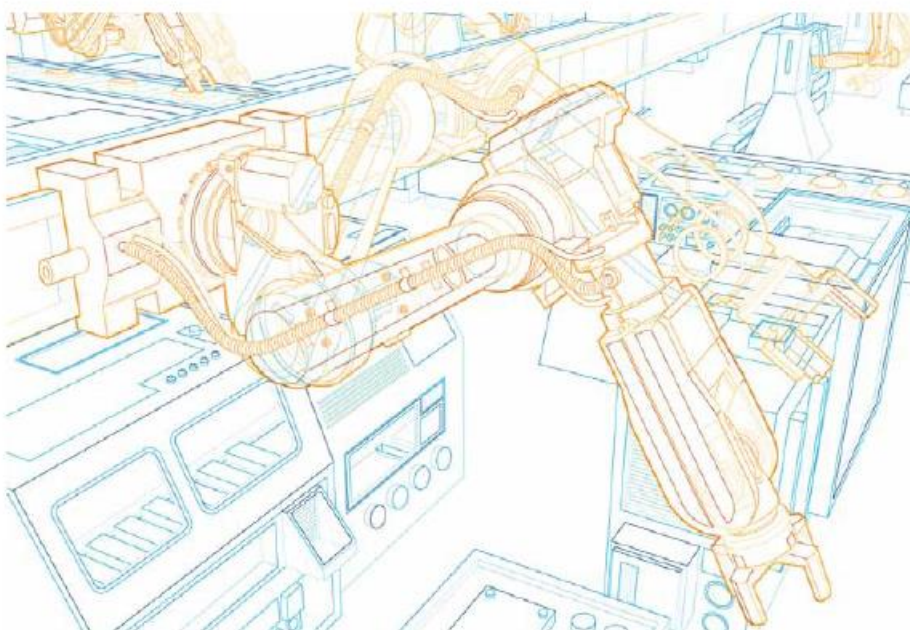
Opinnäytetyötä tehdessä ABB:n tarjoamat etäpalvelut ovat tulleet erittäin tutuiksi. ABB:n robottiyksikölle on luotu työohjeita etäpalvelujen toimintoihin liittyen esimerkiksi Remote Servicen käyttöönottoon ja etäpalvelusopimuksen tekemiseen liittyen. Remote Servicen toimintamalli on uudistunut ja selkeytynyt työn myötä. Remote Service-palvelulle on nimetty vastuuhenkilö, joka vastaa tuotteen toiminnallisuuksista. Myöhemmin MCC-tuotteen tullessa täysin valmiiksi tehdään ohje myös sen käyttöönottoa koskien. Jatkossakin etäpalvelujen kehitystä seurataan ja uusia mahdollisia toimintoja kartoitetaan. Remote Servicen kautta saatava raportointi on otettu käyttöön ja saatavil-

la on nyt niin robotin kuntoraportti, sopimusraportti kuin huoltoarvioraporttikin. Etäpalveluiden käyttö huollon ja kunnossapidon tukena on vasta alkutekijöissään, eikä sen kaikkia mahdollisuuksia vielä tunneta. Robottien seurattavuus reaaliajassa tulee koko ajan arvokkaammaksi, sillä robottien kriittisyys tuotannon kannalta kasvaa sovelluksissa jatkuvasti.

## Lähteet

- 1 ABB:n esittely, [www.abb.com](http://www.abb.com), luettu 1.5.2013
- 2 ABB:n sisäinen materiaali, Intranet 1.3.2013
- 3 Colestock, Harry. 2004. Industrial Robotics: selection, design and maintenance, RR Donnelley
- 4 Teollisuusrobottitilasto 2011, [www.robmynd.fi](http://www.robmynd.fi), luettu 1.5.2013
- 5 Product Manual - Remote Service. Pdf-dokumentti.
- 6 Remote Service general operation routines. Pdf-dokumentti.
- 7 Application Manual Remote Service. Pdf-dokumentti.
- 8 ABB:n sisäinen materiaali, Intranet, Remote Service Portal, luettu 2.4.2013
- 9 How to Use Service Box for Large Installation. Pdf-dokumentti.
- 10 White paper - Remote Service IT Security. Pdf-dokumentti.
- 11 MCC Reference Manual. Pdf-dokumentti.
- 12 Automatic Assessment User Guide. Pdf-dokumentti.
- 13 Operating manual – RobotStudio. Pdf-dokumentti.
- 14 Hakaluoto, Oskari. Projekti-insinööri ABB Oy. Suullinen tieto 15.2.2013
- 15 Raula, Ville. Asiakaspalvelupäällikkö ABB Oy. Suullinen tieto 10.8.2012
- 16 Hakaluoto, Oskari. Projekti-insinööri ABB Oy. Suullinen tieto 3.4.2013

## Huoltoarvioraportti



Date: 2011-09-27. Responsible: Bertil Emmertz.

The robot assessment report is an ABB method to evaluate robot usage. The robot usage is measured based on the assessment performed by the ABB technician. The assessment includes production information, evaluation of robot environment as well as recording real production cycles also called reference cycles. The report is designed to evaluate the robot usage, identify the main factor influencing life time of the equipment in order to define the adequate maintenance strategy.

## Customer, Controller and Robot Information

Customer information	
Company Name	Remote Service GBG
Address	Lab Cell
Location	--

### Recommendations

Please contact ABB with questions or to request further assistance.

### Comments

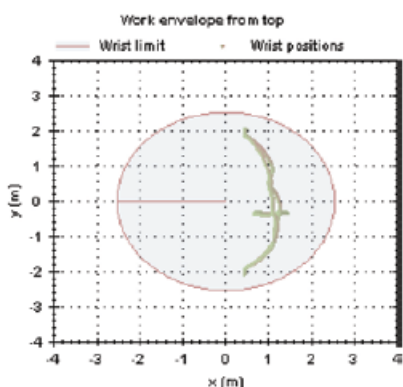
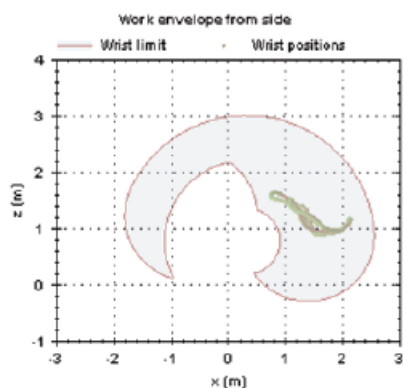
These are comments to specific details of the report.

Controller information	
Controllers S/N	RS-C5-312
Controller Time (hours)	2715

Robot information: IRB 6600-225/2.55 (ROB_1)	
Audit date	Remote Service GBG
Audit responsible	Lab Cell
Robot Type	IRB 6600-225/2.55
Robot Age	5
Production Time SIS	17193
Application Type	Pickning
Work Envelope	35
Program Speed (mm/s)	5000
Cycle Time (sec)	15
Production Criticality	High
Environment	Controlled Climate
Maintenance History	
Operating Time (hours/day)	24
Tool Weight (kg)	75
Center of Gravity	300
Work Load Stress	High

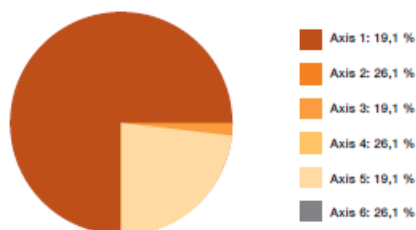
## Robot usage information

### Estimated work envelope



Work envelop plots present the motion trajectory of the robot within the working range of the robot model. The top and side envelope-views provide an accurate view of the main working areas for the robot and indicate if the robot is operating close to its working range limits. The graphs also indicate high-speed sequences with red color plots.

### Relative axis usage



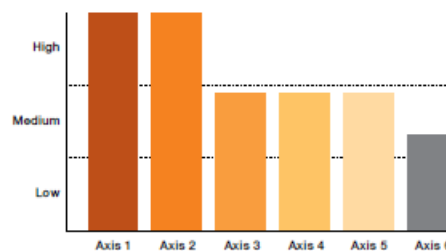
Relative usage plot presents percentage of usage of each axis in comparison with the total robot usage. Large pie slice show a large usage and small pie slice show a small usage.

### Angular speed and inversions

	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
Inversions per minute	13					
Avg. angular speed (degrees/sec)	21					
Angular movement per min (degrees)	1260					

This table presents key parameters to estimate cable life expectancy. Analysis of the reference cycles provides the number of inversions, the average angular speed, and total angular movement for each axis. These parameters are key characteristics for axis usage. High figures emphasize which parameter is the most critical for the axis.

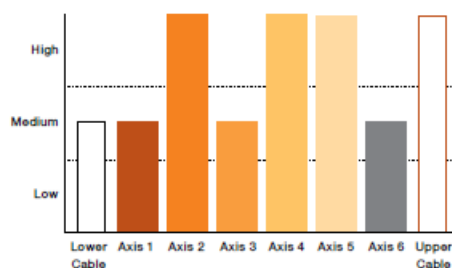
### Torque usage



The torque usage plot presents an evaluation of the torque of each axis during the robot reference cycles. The scale is "Low", "Medium" and "High" where "Medium" stands for normal robot usage regarding torque usage. "Low" is below normal usage and "High" above. High level of torque is often the result or combination of high axis constraints like high speed, fast inversion, heavy load and extreme reach. A high level of torque indicates high mechanical constraints and should be mitigated with reduced maintenance intervals (inspection, and replacement) to maintain the optimal condition of the robot.

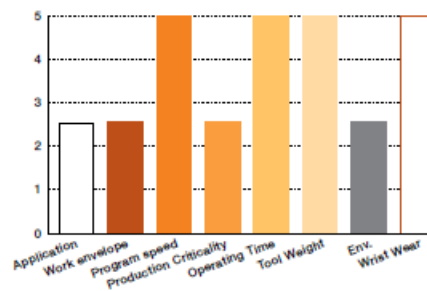
## Conclusions

### Axis and cable wear rates



Axis wear rate provides a summary evaluation of the wear rate of each axis (mechanical parts) during the robot cycle. A higher value indicates a harder usage for each axis. The scale is "Low", "Medium" and "High". ("Medium" refers to normal robot usage regarding axis wear rate. "Low" is below normal usage and "High" above.). The axis wear rate graph provides a rapid overview to identify which axis requires most attention for maintenance activities. A high wear rate indicates high mechanical constraints and should be mitigated with reduced maintenance intervals (inspection and replacement) to maintain the optimal condition of the robot.

### Critical factors influencing life of robot



### Remaining Lifetime Estimation



**Wrist Wear Factor:** The wrist wear factor is similar to the main wear factor but it only considers tooling factors and the program speed. It is used to provide a numerical value for wear of the wrist.

**Remaining Lifetime:** The remaining lifetime is the ratio between the adjusted lifetime and the expected lifetime given by the manufacturer. The result is given in percent of the expected lifetime.

**All Key Parameters:** A higher value indicates a harder usage, the scale is from 0 to 5.

## Maintenance plan

The maintenance plan lists the main components of the robot with maintenance frequency for inspection (I), lubrication (L) or replacement (R). Maintenance frequencies are calculated based on the robot assessment and evaluation of the robot usage.

The data provided for the replacement of main components is based on normal usage of the robot, excluding collisions, excessive wear or other external environmental factors affecting robot performance.

ABB recommends the following maintenance activities:

Component	Inspect	Lubricate	Replace
Cable axis 1-4	Yearly		30000
Cable axis 1-6	Yearly		20000
Cable axis 5	Yearly		35000
Cable axis 5-6	Yearly		35000
Gear box axis 1	Yearly	12000	25000
Gear box axis 2	Yearly	8000	
Gear box axis 3	Yearly	12000	30000
Gear box axis 4	Yearly	4000	
Gear box axis 5	Yearly	4000	
Gear box axis 6	Yearly	12000	25000
Motor axis 1	Yearly		30000
Motor axis 2	Yearly		35000
Motor axis 3	Yearly		30000
Motor axis 4	Yearly		35000
Wrist unit	Yearly		25000