

Ville Koskela

Selvitys työkalujen hallintaohjelmistojen soveltuvuudesta LPG Servicelle

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinöörityö

17.4.2017

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Ville Koskela Selvitys työkalujen hallintaohjelmistojen soveltuvuudesta LPG Servicelle 38 sivua + 4 liitettä 17.4.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Automaatiotekniikka
Ohjaajat	Lehtori Heikki Paavilainen Kenttähuoltopäällikkö Antti Heiskanen
<p>Tässä insinöörityössä on selvitetty mahdollisuuksia työkalujen hallinnan tehostamiseksi hallintaohjelmiston avulla ABB:n Moottorit ja Generaattorit -kenttähuolto-organisaatiolle. Kenttähuolto on työtä, joka suoritetaan asiakaskohteessa eli kentällä, ja työn suorittamiseksi soveltuvat työkalut ovat välttämättömiä.</p> <p>Työssä on ensin tutustuttu automaattisen tunnistuksen tekniikoihin, minkä jälkeen on suoritettu vaatimusmäärittely ja sen pohjalta työkalujen hallintaohjelmistojen vertailu. Vaatimusmäärittelyä laadittaessa on selvitetty työkalujen hallinnan nykytila, sen suurimmat ongelmat, sekä vaatimukset työkalujen hallintaohjelmistolle. Ohjelmistovertailussa on selvitetty vaihtoehtoja soveltuville hallintaohjelmistoille vertailemalla niiden kykyjä vastata vaatimusmäärittelyn tarpeisiin.</p> <p>Tuloksista voidaan havaita, että tällä hetkellä työkalujen hallinta on puutteellista kaikilla kenttähuollon toimipisteillä. Keskeisimmät keinot työkalujen hallinnan kehittämiseksi ovat kyky etsiä soveltuvia työkaluja koko Suomen kattavasta työkalukannasta, sekä seurata työkaluja varastojen ja asentajien välillä. Markkinoilla on kuitenkin saatavilla sopivia ohjelmistoja, jotka vastaavat täysin ABB:n tarpeita.</p> <p>Ohjelmistoa valittaessa tulee kiinnittää huomiota etenkin siihen, kuinka tarkasti ohjelma vastaa sille asetettuja vaatimuksia ja sopiiko organisaation tarpeisiin paremmin asiakkaan vaatimusten perusteella luotava asiakaskohtainen ohjelmisto vai ominaisuuksiltaan vähemmän muokattava valmisohjelmisto.</p>	
Avainsanat	Viivakoodi, RFID, työkaluhallinta, kalustonhallinta

Author Title	Ville Koskela Investigation of Tool Management Software for LPG Service
Number of Pages Date	38 pages + 4 appendices 17 April 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Machine Automation
Instructors	Heikki Paavilainen, Senior Lecturer, Metropolia UAS Antti Heiskanen, Field Service Manager, ABB Oy
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to investigate possibilities to improve tool management by using asset management software in ABB Motors and Generators Field Service business. Field service refers to work which is carried out at a customer's premises and for performing the work correct and functional tools are required.</p> <p>This thesis focuses first on technologies of automatic identification and after that other requirements for asset management software are examined. When specifying the requirements for the software, the current stage and problems of tool management, as well as requirements for the software are analyzed. Finally, a comparison of available software options is made based on the requirement specifications.</p> <p>As a result of requirement specifications, it was discovered that the current tool management is inadequate in every field service workshop in Finland. Key functions for improving tool management are the possibility to search tools in a database covering the whole Finland and the possibility to track tools between warehouses and mechanics. However, these problems can be solved by using asset management software, and in the market there are sufficient programs available for ABB's requirements.</p> <p>When choosing the proper software, the most important factor is to determine how well the desired program meets the requirements. Another important point is to evaluate which type of software meets the organizational needs better. Is it software made to meet customer' specifications, called as a custom software, or commercial software, which is typically less modifiable?</p>	
Keywords	Barcode, RFID, tool management, asset management

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Insinööriyön tarkoitus	1
1.2	ABB Oy ja LPG Service	2
2	Automaattiset tunnistustekniikat	3
2.1	Automaattinen tunnistus	3
2.2	Viivakoodi	3
2.2.1	1D-viivakoodit	4
2.2.2	2D-viivakoodit	6
2.3	RFID	7
2.3.1	RFID-järjestelmä	7
2.3.2	Tiedonvaihto lukijan ja tunnisteen välillä	8
2.3.3	Taajuusalueet ja niiden ominaisuudet	10
2.3.4	Erilaisia tunnisteita	11
2.3.5	RFID-lukijat	12
2.3.6	NFC-teknologia	12
3	Lähtökohdat ja vaatimusmäärittely	13
3.1	Työkalujen hallinta hallintaohjelmistolla	13
3.2	Tavoitteiden määrittely	13
3.3	Tarpeiden tunnistus	14
3.3.1	Työkalujen hallinnan nykytila	14
3.3.2	Käyttötapaukset	16
3.3.3	Käyttäjien toiveet ja vaatimukset hallintaohjelmistolle	17
3.3.4	Organisaation vaatimukset ja tietoturvallisuus	18
3.4	Vaatimusten jalostus	18

4	Hallintaohjelmistojen vertailu	20
4.1	Vertailun tarkoitus ja toimittajien valinta	20
4.2	Vertailun toteutus	20
4.2.1	Toimittajien organisaatio ja tilannekäsitys	21
4.2.2	Ohjelmisto	22
4.2.3	Ominaisuudet	23
4.2.4	Selainkäyttöliittymä	24
4.2.5	Lukutapahtuma ja tunnisteet	25
4.2.6	Yleisarvio ja hinnoittelu	27
5	Pohdinta	29
5.1	Kaluston hallintaohjelmistot	29
5.2	Ohjelmistovertilu	30
5.3	M&G LPG -kenttähuolto-organisaatio	32
5.3.1	Työkalujen hallintaohjelmiston tuomat hyödyt	32
5.3.2	Työkalujen hallintaohjelmistoon liittyvät haasteet	33
6	Yhteenveto	35
	Lähteet	37
	Liitteet	
	Liite 1. Toimipisteiden haastattelulomake	
	Liite 2. Työkalujen lainauslomake	
	Liite 3. Toimittajien haastattelulomake	
	Liite 4. Ohjelmistovertilu	

Lyhenteet

1D	1-dimensioinen viivakoodi
2D	2-dimensioinen, matriisimallinen viivakoodi
ABB	Asea Brown Boveri, sähkövoimayritys
BU	Business Unit, liiketoimintayksikkö
EAN	European Article Numbering System, viivakoodimerkistö
GTSC	Global Technical Support Center, globaali tekninen tukikeskus
HF	High Frequency, radiotaajuusalue välillä 3–30 MHz
ID	Identifier, yksilöllinen tunniste
IFF	identity-friend-or-foe, tunnistuslaite, toisiotutka
LPG	Local Product Group, paikallinen tuoteryhmä
LSC	Local Support Center, paikallinen tekninen tukikeskus
MG	Motors and Generators, moottoreita ja generaattoreita valmistava liiketoimintayksikkö
NFC	Near Field Communication, RFID:tä hyödyntävä lähitunnistustekniikka
QR	Quick Response Code, matriisimallinen viivakoodimerkistö
RFID	Radio-Frequency Identification, radiotaajuustunnistus
UHF	Ultra High Frequency, radiotaajuusalue välillä 0,3–3 GHz
UPC	Universal Product Code, etenkin USA:ssa käytetty viivakoodimerkistö

1 Johdanto

1.1 Insinööriyön tarkoitus

Työkalut ovat välttämättömyys asiakaskohteissa eli kentällä tapahtuvia huoltotöitä suoritettaessa. Ilman tarpeellista tietoa työkaluista, kuten niiden olemassaolosta, sijainnista ja kunnosta on työkalujen hallinta haastavaa tai jopa mahdotonta. Kun tähän otetaan huomioon myös työkalujen sijoittuminen eri varastotiloihin ympäri Suomea ja asentajien haltuun ympäri maailmaa vaikeutuu työkalujen hallinta entisestään. Yksinkertaisimmillaan työkalujen hallintaan tarvittava tieto on työntekijän muistin varassa, mutta ihmisen muistilla on rajansa. Tarvitaan siis muita menetelmiä työkalujen hallintaan.

Tämän insinööriyön tavoitteena on selvittää työn tilaajan, eli Suomen ABB:n Motors & Generators, Local Product Group Servicen kenttähuolto-organisaation työkalujen hallinnan nykytila ja selvittää mahdollisuuksia sen kehittämiseksi tietokoneohjelmiston avulla. Yllä kuvatun mukaisesti olennaista työkalujen hallinnassa on ajantasainen tieto, joka on helposti saatavilla kaikkien kenttähuolto-organisaation jäsenten kesken. Käytännössä työkalujen, jotka ovat kalustoa, hallintaan tarvitaan siis toimiva sähköinen järjestelmä, jota tässä työssä kuvataan työkalujen tai kaluston hallintaohjelmistona.

Tässä työssä työkalujen hallinnan tehostamisen lähtökohtana voidaan pitää soveltuvaa hallintaohjelmistoa. Tämän vuoksi selvitystä lähdetään tekemään sellaisen tietojärjestelmän hankinnan näkökulmasta, joka mahdollistaa ohjelmiston tuomien vaatimusten huomioimisen jo projektin alkuvaiheissa. Selvitystyö aloitetaan tutustumalla automaattisen tunnistuksen menetelmiin, joiden avulla työkalun identiteetti voidaan tunnistaa ohjelmistossa. Tekniikan tuntemuksen jälkeen selvitetään työkalujen hallinnan nykytila, ottaen huomioon sen ongelmat ja sen kautta luodaan vaatimusmäärittely tarvittavalle ohjelmistolle. Vaatimusmäärittelyn pohjalta vertaillaan markkinoilla olevia ohjelmistoja ja saadaan näin yleiskäsitys, kuinka työkalujen hallintaa voidaan kehittää tarpeiden mukaisella hallintaohjelmistolla. Projektin voidaan ajatella olevan tietojärjestelmän hankinnan esiselvitys, jossa käyvät ilmi tarpeet ja niiden pohjalta saatavilla olevat ratkaisut.

1.2 ABB Oy ja LPG Service

ABB Oy (Asea Brown Boveri Inc.) on kansainvälinen johtava teknologiayhtymä. Yhtiöllä on toimintaa yli 100 maassa ja työntekijöitä on noin 132 000. Suomessa ABB työllistää noin 5 100 henkeä ollen maamme yksi suurimmista teollisista työnantajista. Liiketoiminta on jakautunut vuoden 2016 alusta alkaen neljään divisioonaan, jotka ovat Electrification Products, Robotics and Motion, Industrial Automation ja Power Grids. Divisioonat jakautuvat edelleen liiketoimintayksiköihin eli Business Uniteihin (BU). (ABB Suomessa 2017.)

Robotics and Motion pitää sisällään Motors and Generators (MG) -liiketoimintayksikön, joka työllistää 14 000 henkeä 11 maassa. Suomessa liiketoimintayksikön tehtaita sijaitsee Helsingissä ja Vaasassa. Helsingin Pitäjänmäen konetehtaalla on jo yli sadan vuoden kokemus keskikokoisten ja suurten sähkömoottoreiden ja -generaattoreiden kehityksessä ja valmistuksessa eri teollisuudenalojen ja sovellusten tarpeisiin. (ABB Oy, Motors and Generators 2017.)

Helsingin tehtaalla valmistettujen moottoreiden ja generaattoreiden myynnin jälkeisistä palveluista ja varaosista vastaa Local Product Group Service (LPG Service). Se on jaettu globaalisti palveluita ja varaosia tarjoavaan Global Technical Support Centeriin (GTSC) Helsingissä ja lokaalisti palveluita ja varaosia tarjoaviin Local Support Centereihin (LSC). LSC:eiden toimipaikat sijaitsevat Helsingissä, Turussa, Kouvossa, Lappeenrannassa ja Oulussa. Yksi GTSC:in ja LSC:in tuottamista palveluista on Site Service - eli kenttähuoltopalvelut. Kenttähuoltopalvelut ovat asiakkaiden luona eli kentällä tapahtuvia työsuorituksia, joilla pyritään mahdollistamaan moottoreiden ja generaattoreiden luotettava toimintakyky niiden elinkaaren aikana.

2 Automaattiset tunnistustekniikat

2.1 Automaattinen tunnistus

Esineiden tunnistaminen on yksinkertaisimmillaan niiden ominaisuuksien hahmottamista, joiden perusteella esineet saavat identiteetin. Tämä identiteetti määrittää esineiden soveltuvuuden tiettyyn tarkoitukseen. Yksinkertaisimmillaan jokaiselle esineelle voidaan määrittää yksilöllinen identiteetti määrittämällä sille ID (identifier) -koodi. Hallintaohjelmiston kannalta ID-koodin tulee olla sellaisessa muodossa, että se voidaan lukea automaattisesti ilman ihmisen suoraa osallistumista, eli esimerkiksi ID-koodin kirjoittamista. (Rida ym. 2010: 13.)

Menetelmiä automaattiseen tunnistukseen ovat esimerkiksi fyysisen kosketuksen vaativat magneettiraidat ja sirulliset sovellukset, kuten maksu- ja SIM-kortit. Myös biometriisiä tunnistuksia (sormenjälki jne.), GPS-sijaintiin perustuvia laitteita (ajoneuvojen seuranta jne.) ja konenäköä (rekisterikilpien tunnistuslaite, kasvojen tunnistus) voidaan käyttää tunnistukseen. Työkalujen hallinnan vaatiman tunnistukseen on kuitenkin olemassa vain kaksi yleisesti kaupallisessa käytössä olevaa teknologiaa: viivakoodi ja RFID. (Rida ym. 2010: 13.)

2.2 Viivakoodi

Viivakoodit esittävät tietoa optisesti perustuen eripituisten ja -kokoisten raitojen tai pisteiden yhdistelmiin, joita voidaan lukea optisesti heijastuvan valon tai konenäön avulla. Viivakoodien historian ajatellaan ulottuvan vuoteen 1948, jolloin Bernard Silver kuuli satumalta kauppiaan haaveilevan laitteesta, jolla voisi lukea tuotteiden tietoja. Näin syntyi viivakoodi, jolle Silver sai patentin Norman Woodlandin kanssa vuonna 1952. Viivakoodin idea perustui venytettyihin morseaakkosten pisteisiin, jotka olivat ohuita ja paksuja viivoja, ja näiden lukemiseen valon heijastumiseen perustuvalla lukijalla. Viivakoodien kehitys jatkui läpi vuosikymmenten ja, 60-luvulla ensimmäinen teollinen viivakoodisovellus, pääosin rautatiekuljetusten seurantaan, otettiin käyttöön USA:ssa. Seuraava merkittävä askel viivakoodien kehityksessä ajoittuu vuoteen 1973, jolloin UPC (Universal Product Code) -järjestelmä julkaistiin ja jo seuraavana vuonna se otettiin käyttöön päivittäis-

tavarakaupassa. Kehitys jatkui hitaasti läpi 70-luvun, mutta teknologia kasvatti suosio-
taan räjähdysmäisesti 80-luvulla lukijalaiteteknologian ja viivakoodikannan kehittyessä.
Ensimmäinen 2D-viivakoodi keksittiin vuonna 1987, ja tämä mahdollisti aikaisempaa laa-
jemman tietomäärän varastoinnin. Nykyään viivakoodit ovat osa päivittäistä elä-
määmme, ja etenkin sovellukset, joilla kameran kuvasta voidaan tunnistaa viivakoodeja,
avaavat lukuisia uusia mahdollisuuksia viivakoodien käytölle. (Hunt ym. 2007: 18; Rida
ym. 2010: 15; Brown 2001.)

2.2.1 1D-viivakoodit

1D-viivakoodissa tummat ja vaaleat alueet ovat jonona yhdessä ulottuvuudessa. Erilaisia
jonoja eli 1D-viivakoodimerkistöjä on käytössä maailmalla lukuisia, mutta tyypillisesti
kaikki niistä perustuvat kuvan 1 rakenteeseen, joka sisältää tietyt perusosat. (Data ID
Systems 2017.)

Viivakoodin rakenne

Marginaali (Margin)

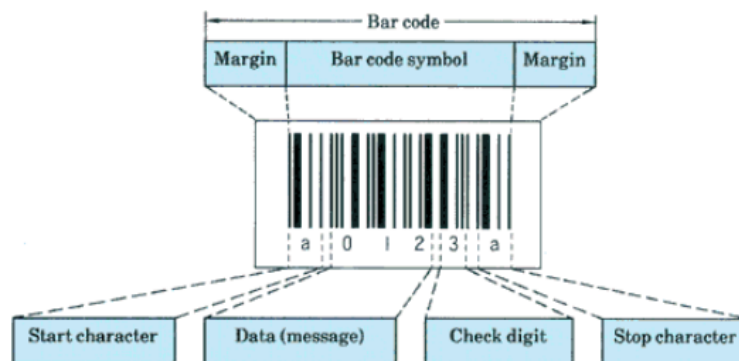
Kirjoittamaton alue, joka on normaalisti valkoinen tarvitaan koodin kumpaankin päättyyn. Alueen tulee olla vähintään 10 kertaa ohuimman viivan levyinen.

Viivakoodialue (Bar code symbol)

Alue joka sisältää viivoja ja välejä tunnetaan "viivakoodialueena"

Viivakoodi (Bar code)

Alue joka sisältää molemmat marginaalit tunnetaan itse viivakoodina.



Aloituserkki (Start character)

Tämä koodialue aloittaa viivakoodin ja koodijärjestelmästä riippuen ensimmäinen merkki vaihtelee.

Viesti (Data)

Alue, johon yksilöivä tunnistetieto on kirjattu.

Tarkistuserkki (Check digit)

Tämä tarkistusnumero varmistaa, ettei koodin lukemisessa ole tapahtunut virheitä.

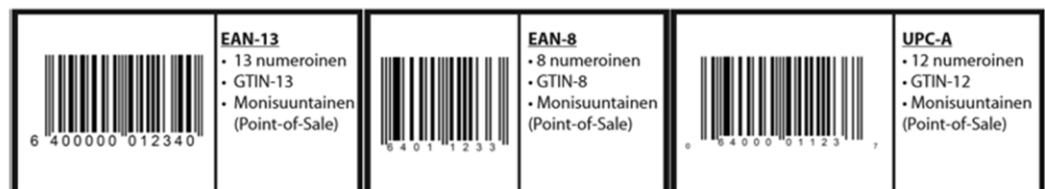
Lopetuserkki (Stop character)

Ilmaisee viivakoodin tietoalueen loppumista.

Kuva 1. Viivakoodin rakenne koostuu eri alueista (muokattu kuva, Data ID Systems 2017).

1D-viivakoodin sisältämä tieto voidaan lukea lähetetyn valon heijastumiseen (yleensä laservalo) tai kameraan perustuvilla lukijoilla, jotka analysoivat käytetyn viivakoodimerkistön mukaisesti viivojen ja välien suhteet. Tulokseksi saadaan merkkijono, joka sisältää numeroita tai numeroita ja kirjaimia. Viivakoodimerkistöjä on olemassa kymmeniä, joista yleisimpiä ovat seuraavat:

- **UPC** (Universal Product Code) ja **EAN** (European Article Numbering System) (kuva 2) ovat luettavuudeltaan keskenään samanlaisia merkistöjä, jotka ovat pääasiassa vähittäiskaupan käytössä. Merkistöt ovat tiukasti kontrolloituja ja koodin rakenne koostuu valmistajan tai pakkaajan tunnusosasta ja tuotteen tunnusosasta. Merkistö sisältää vain numeroita. (Max 2011: 80.)



Kuva 2. EAN- ja UPC-viivakoodit (GS1 Finland. 2017).

- **Code 39** (kuva 3) on eniten käytetty merkistö muissa kuin vähittäiskaupan sovelluksissa. Merkkijonon pituus saattaa vaihdella tarpeen mukaan, ja yksittäinen merkki voi olla numero, kirjain tai erikoismerkki 43 merkin joukosta. (Max 2011: 82.)
- **Code 128** (kuva 3) on muuten samankaltainen kuin Code 39, mutta yksittäinen merkki voi sisältää kaikki ASCII 0-127 -merkit, eli yhteensä 128 merkkiä. Tätä merkistöä käytetään esimerkiksi pankkiviivakoodissa. (Max 2011: 83.)



Kuva 3. Code 39 ja Code 128 (Code 39 2017; Code 128 2017).

2.2.2 2D-viivakoodit

2D-viivakoodit mahdollistavat huomattavasti laajemman tietomäärän matriisi-mallisen rakenteensa vuoksi, jossa merkkejä on 2:ssa ulottuvuudessa. Tämä tarkoittaa sitä, että myös lukijalaitteiden tulee olla kehittyneempiä ja yhä useammin lukijana on käytössä kameraan perustuva lukija. 2D-viivakoodien yksi suuri etu on se, että useimpia merkistötyyppejä voidaan lukea, vaikka osa koodista olisi peittynyt. (Specifications For Popular 2D Bar Codes 2014.) Myös 2D-viivakoodimerkistöjä on olemassa kymmeniä, joista seuraavassa yleisimmät:

- **Aztec**-koodin (kuva 4) symbolit ovat neliöitä, ja pienimmillään kuvion koko on 15x15 neliötä, mikä mahdollistaa 13 numeron tai 12 kirjaimen datamäärän. Suurimmillaan symbolisto voi sisältää 151x151 neliötä, mikä mahdollistaa 3832 numeron tai 3067 numerokirjainmerkin (ASCII 0-127) datamäärän. Aztec-koodia käytetään etenkin matkustajaliikenteen matkalippujen tunnisteenä. (Specifications For Popular 2D Bar Codes 2014.)
- **Data Matrix** (kuva 4) on suunniteltu suuren tietomäärän pakkaamiseksi mahdollisimman pieneen kuvioon, ja sen vuoksi se on erittäin suosittu esimerkiksi prosessorien ja muiden elektronisten komponenttien tunnisteenä. Data Matrix -merkistö voi sisältää jopa 3116 numeroa tai 2335 numerokirjainmerkkiä (ASCII 0-127) riippuen symbolin koosta. (Specifications For Popular 2D Bar Codes 2014.)
- **QR** (Quick Response Code) (kuva 4) on yksi moderneimmista 2D-koodeista, joka on kehitelty nopeaa lukemista silmällä pitäen ja se on tunnettu etenkin matkapuhelinsovelluksista. Tämä koodi voi sisältää jopa 7366 numeron tai 4464 numerokirjainmerkin (ASCII 0-127) datamäärän. (Specifications For Popular 2D Bar Codes 2014.)



Kuva 4. Aztec-, Data Matrix - ja QR-koodi (Aztec Code 2017; Data Matrix 2017; QR Code 2017).

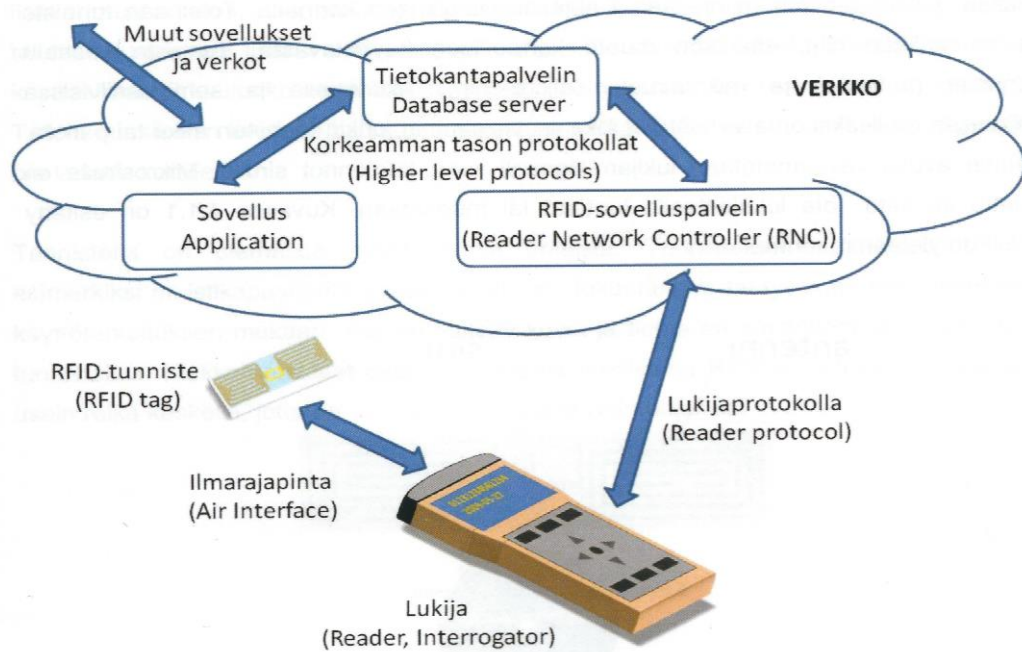
2.3 RFID

Radiotaajuustunnistus eli RFID (Radio-Frequency Identification) on menetelmä tiedon etälukemiseen ja toisinaan myös kirjoittamiseen elektroniselle tunnisteelle. RFID:n historia voidaan jäljittää toisen maailmansodan aikakaudelle, jolloin kehitettiin ensimmäinen IFF (identity-friend-or-foe) -järjestelmä. Järjestelmässä asennettiin lähettimet lentokoneisiin, mikä mahdollisti saapuvien lentokoneiden erottamisen tutkan avulla vihollisten koneista. RFID-tekniikan tutkimustyö jatkui läpi 50- ja 60-lukujen, ongelmana olivat kuitenkin perustavanlaatuiset puutteet perustekniikassa, kuten elektroniikan komponenteissa ja viestintäverkoissa. Tutkimukset etenkin varkauksienestosovellusten parissa kiihdyttivät RFID-tekniikan tutkimusta 70-luvulla, ja niiden seurauksena syntyivät 1-bitin sovellukset, joilla voitiin seurata, mikäli tuote on maksettu. Tämä sovellus on vielä nykyäänkin yleisimmin käytetty RFID sovellus.

80-luvulla RFID-tekniikkaa oli jo käytössä useissa kaupallisissa sekä teollisissa seuranta- ja tunnistussovelluksissa, kuten tietulleissa, ID-korteissa ja karjanseurannassa. Yhä suurempien taajuusalueiden käyttö (High Frequency ja Ultra High Frequency) ja materiaalitekniikan kehitys etenkin puolijohdemikrosirujen kohdalla 90-luvulla mahdollisti entistä halvemmat ja pienemmät RFID-tunnisteet. Vuonna 1998 avattiin Auto-ID Center, joka loi standardeja vastaamaan tarvetta yhteiselle tunnisteiden numerointijärjestelmälle. Halvemmat tunnisteet ja standardisointi ovat mahdollistaneet RFID-tekniikan käytön osana lähes kaikkia seurantasovelluksia. (Hunt ym. 2007: 25–30; Rida ym. 2010: 19–23; SFS-KÄSIKIRJA 301-1 2010: 11–15.)

2.3.1 RFID-järjestelmä

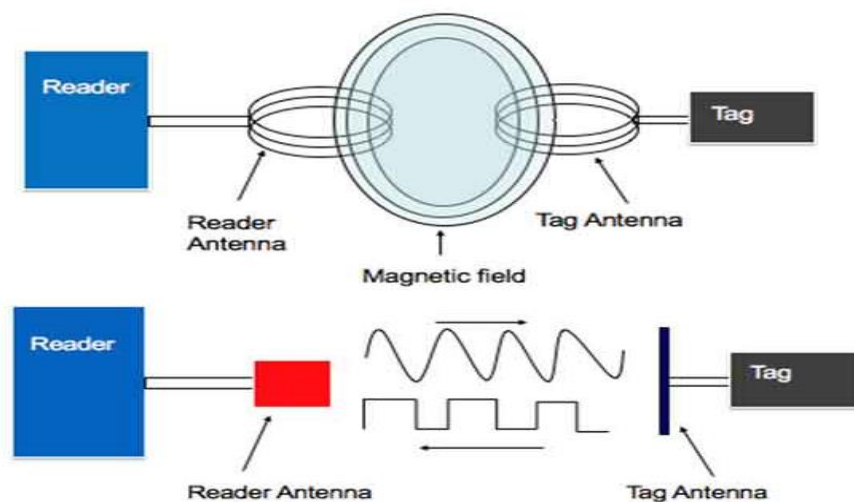
RFID-järjestelmä käsittää tunnisteiden, lukijan ja lukijaan yhteydessä olevan verkon taustajärjestelmineen (kuva 5). RFID-tunnisteessa on mikrosiru, jonka sisältämä tieto luetaan lukijalla tämän ollessa edelleen yhteydessä taustajärjestelmiin. Lukijan ja verkkosovelluksen välissä saattaa olla väliohjelmistoja (middleware), kuten RFID-sovelluspalvelin, jonka tehtävänä on tiedon käsittely ja lajittelu sopivampaan muotoon. Toisinaan on mahdollista, että RFID-järjestelmä koostuu vain tunnisteesta ja lukijasta. Merkittävä ero esimerkiksi viivakoodeihin verrattuna muodostuu siitä, että lukemiseen ei tarvita näköyhteyttä ja pelkästään luettavien tunnisteiden lisäksi on olemassa myös RFID-tunnisteita, joihin voidaan kirjoittaa tietoa. (SFS-KÄSIKIRJA 301-1 2010: 25.)



Kuva 5. RFID-järjestelmän yleinen rakenne (SFS-KÄSIKIRJA 301-1. 2010: 25).

2.3.2 Tiedonvaihto lukijan ja tunnisteiden välillä

Tietojen vaihto eli kytkeytyminen tunnisteiden (tag) ja lukijan (reader) välillä tapahtuu radioaaltojen välityksellä magneettisesti tai sähkömagneettisesti (kuva 6). Magneettisesti tapahtuvassa tiedonsiirrossa lukijan luoma magneettikenttä indusoi sähkövirran tunnisteeseen, joka palauttaa käsitellyn signaalin lukijalle. Sähkömagneettisessa tiedonvälityksessä lukijan lähettämä sähkömagneettinen säteily absorboituu tunnisteeseen ja tunniste kommunikoi takaisin vastaavalla tavalla. (SFS-KÄSIKIRJA 301-1 2010: 31.)



Kuva 6. Yllä magneettinen kytkentä ja alla sähkömagneettinen kytkentä (RFID4UI 2016).

Tunniste voi käyttää kommunikointiin ja toimintoihinsa lukijan lähettämää energiaa riippuen tunnisteiden tyypistä. RFID-tunniste voidaan jakaa sen käyttämän virtalähteen mukaan kolmeen eri tyyppiin (SFS-KÄSIKIRJA 301-1 2010: 31):

- **Passiiviseksi tunnisteeksi** (passive tag) kutsutaan tunnisteita, joilla ei ole omaa virtalähdettä. Tunnisteiden rakenne koostuu antennista ja mikrosirusta. Virta tunnisteeseen muodostuu lukijan lähettämistä radioaalloista, jotka induktion vaikutuksesta muodostavat virran tunnisteeseen. Virran vaikutuksella tunniste pystyy lähettämään lukijalle tietoa ja suorittamaan muut lukijan sille asettamat käskyt. Oman virtalähteen puutteen vuoksi passiiviselle tunnisteelle on tyypillistä verrattain lyhyet lukuetaisuudet (10 mm - 5 m), pitkä elinikä, pieni koko, pienehkö muistimäärä ja halpa hinta. (SFS-KÄSIKIRJA 301-1 2010: 38.)
- **Semipassiivinen tunniste** (semi-passive tag) sisältää virtalähteen, mutta sillä ei ole omaa lähetintä ja kommunikointi lukijan kanssa toimii kuten passiivisella tunnisteella. Tunnisteiden rakenteeseen sisältyvä oma virtalähde kuitenkin mahdollistaa lähetettävän signaalin vahvistamisen, ja täten lukuetaisuus on suurempi kuin passiivisella tunnisteella. Semipassiiviset tunnisteet voivat siirtää suurempia tietomääriä varmemmalla siirtovarmuudella, mutta vastaavasti akun käyttö lisää tunnisteiden hintaa ja kokoa. (SFS-KÄSIKIRJA 301-1 2010: 38.)
- **Aktiivinen tunniste** (active tag) sisältää oman virtalähteen, joka tuottaa tarvittavan energian lähetettävälle signaalille. Tämä mahdollistaa suurimman lukuetaisuuden, suuremman muistikapasiteetin ja mahdollisuuden kytkeä antureita tunnisteeseen. Anturitiedon jakaminen osana tunnisteiden tiedonsiirtoa mahdollistaa tunnisteiden monipuolisen käytön eri sovelluksissa. Haittoina nähdään iso koko, kallis hinta ja virtalähteen vaihdon aiheuttamat kustannukset. (SFS-KÄSIKIRJA 301-1 2010: 39.)

2.3.3 Taajuusalueet ja niiden ominaisuudet

Edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi RFID-tekniikan kannalta olennaista on käytettävä radiotaajuusalue. Käytössä olevia taajuuskaistoja on neljä, ja niille tyypillisiä ominaisuuksia on lueteltu taulukossa 1.

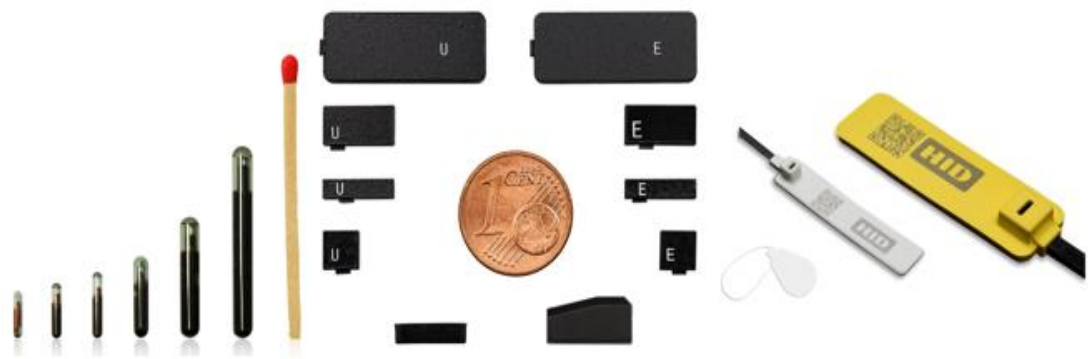
Taulukko 1. RFID-tunnistuksessa käytettyjä taajuusalueita (SFS-KÄSIKIRJA 301-1 2010: 41).

Taajuuskaista	LF (Low Frequency)	HF (High Frequency)	UHF (Ultra High Frequency)	Mikroaallot
Taajuudet	30–300 kHz	3–30 MHz	300 MHz – 3 GHz	2–30 GHz
Kytkeytyminen	Magneettinen	Magneettinen	Sähkömagneettinen	Sähkömagneettinen
Tyypilliset RFID-taajuudet	125–134 kHz	13,56 MHz	433 MHz tai 865–956 MHz	2,45 GHz
Arvioitu lukuetaisyys	< 0,5 m	< 1,5 m	433 MHz: < 100 m 865–956 MHz: 0,5-5 m	< 10m
Tyypillinen tiedonsiirtonopeus	n. 1 kbit/s	n. 100 kbit/s	433–956 MHz: 640 kbit/s	n. 100 kbit/s
Ominaispiirteet	Lyhyet etäisyydet, pieni tiedonsiirtonopeus, läpäisee veden, muttei metallia.	Suuremmat etäisyydet, melko hyvä tiedonsiirtonopeus, läpäisee veden, muttei metallia.	Pitkät etäisyydet, suuri tiedonsiirtonopeus, alle sadan objektin yhtäaikainen luku, ei läpäise vettä eikä metallia.	Pitkät etäisyydet, suuri tiedonsiirtonopeus, ei läpäise vettä eikä metallia.
Tyypillinen käyttökohde	Älykortit, eläinten tunnistus	Kulunvalvonta ja turvallisuus	Logistiikka	Liikkuvien autojen tietullit

Käytettävä taajuusalue valitaan sovelluskohteen mukaan. Korkeammat taajuudet soveltuvat lukuetaisytyensä puolesta hyvin esimerkiksi logistisiin sovelluksiin, kuten lavojen ja ajoneuvojen tunnistukseen. Matalimpia taajuuksia puolestaan käytetään enemmän esimerkiksi sovelluksiin, joissa tietoturvalla on suuri merkitys, olosuhteet ovat haastavat veden ja metallien vuoksi tai lukuetaisytyden tulee olla pieni esimerkiksi turhien tunnistusten välttämiseksi. Hyviä esimerkkejä näistä sovelluksista ovat tunnistekortit ja eläinten tunnistus. (SFS-KÄSIKIRJA 301-1 2010: 40.)

2.3.4 Erilaisia tunnisteita

RFID-tekniologian lukuisten eri ominaisuuksien johdosta, on myös olemassa laaja valikoima erilaisia tunnisteita. Tunnisteiden koko saattaa vaihdella paperimassaan sijoitettavista 0,05 x 0,05 x 0,005 mm:in tunnisteista aina suurikokoisiin 140 x 25 x 8 mm:in tunnisteisiin, joita käytetään esimerkiksi autoteollisuudessa. Kuvassa 7 on esitetty erityyppisiä pieniä tunnisteita sijoitettavaksi suoraan materiaaliin, tunnisteita erityisesti metalliesineiden seurantaan, sekä säkkien tai laatikoiden sulkemiseen soveltuvia tunnisteita. (SFS-KÄSIKIRJA 301-1 2010: 25–29.)



Kuva 7. RFID tunnisteita löytyy markkinoilta lukuisia eri malleja. (HID Global Corporation 2017.)

2.3.5 RFID-lukijat

RFID-lukijat voivat lukea ja kirjoittaa tietoa tunnisteesta riippuen. RFID-tunnisteiden tiedot on voitu koodata usean eri standardin mukaisesti ja eräillä lukijoilla voidaan lukea useiden eri standardien mukaista tietoa. Lukuetaisyteen vaikuttavat lukijan teho ja antennien koot. Kannettavissa lukijoissa antenni on integroitu lukijaan, mutta muissa logistisissa sovelluksissa saattaa yhden lukijan vaikutuspiiriin sitoutua useita antennia, joita lukija monitoroi samanaikaisesti. Kuvassa 8 on esitettyä nykyaikainen monitoimikäsilukija ja RFID-aluelukija. (SFS-KÄSIKIRJA 301-1 2010: 30.)



Kuva 8. Suomalaisen Nordic ID:n kannettava ja kiinteä RFID-lukija (Nordic ID 2017).

2.3.6 NFC-teknologia

RFID-tekniikkaan perustuva NFC (Near Field Communication) -teknologia on kehitetty alun perin matkapuhelinten langattomaksi tiedonsiirtoprotokollaksi. Erona perinteisiin RFID-järjestelmiin on tiedonvaihdon kaksisuuntaisuus, eli NFC:tä käyttävät elektroniset laitteet voivat toimia myös tunnisteina. Tämä tarkoittaa sitä, että lukijan ja tunnisteen tekniset määritteet ovat hyvin samankaltaiset. Kaksisuuntainen tiedonsiirto mahdollistaa esimerkiksi langattomat maksutapahtumat ja laitteiden yksinkertaiset pariliitokset. NFC-järjestelmät sijoittuvat HF-taajuusalueelle, eli ominaisuuksiltaan NFC-teknologin tunnistet ovat lyhyen kantaman tunnisteita ja lukuetaisyys on maksimissaan noin 10 cm. NFC-tekniikalla on myös mahdollista lukea ja kirjoittaa useita muita HF-taajuusalueen tunnisteita, kuten älykortteja niille määritellyn ISO/IEC 14443 -x -standardin mukaisesti. Suurin osa nykypäivän älypuhelimista sisältää NFC:n lukuominaisuuden. (SFS-KÄSIKIRJA 301-1 2010: 45; About the Technology 2007; NFC-tekniikka 2017; RFID Lab 2017.)

3 Lähtökohdat ja vaatimusmäärittely

3.1 Työkalujen hallinta hallintaohjelmistolla

Työkalujen hallinnalla tarkoitetaan työkalun haltijan, joka voi olla henkilö tai varasto, työkaluun kohdistamia toimia eli hallinnointia, kuten käyttöä tai säilytystä. Työkalujen hallintaohjelma on yksinkertaisimmillaan tietokanta, johon on tallennettu tietoja työkaluista. Nämä tiedot voivat olla esimerkiksi tietoja työkalujen nimestä, kunnosta ja sijainnista. Toisin sanoen hallintaohjelmistoon on koottu tietoa, jota käyttäjä voi käyttää hyväkseen tehdessään työkaluun vaikuttavia päätöksiä eli työkalua hallinnoidessaan. Tässä työssä hallintaohjelmistolla tarkoitetaan ohjelmistoa, jolla voidaan myös seurata työkalun liikkeitä. Liikkeiden seuranta perustuu työkalujen rekisteröimiseen niiden vaihtaessa haltijaa tai varastosijaintia. Rekisteröiminen tapahtuu automaattisen tunnistusjärjestelmän tai käyttöliittymän välityksellä.

Soveltuvan hallintaohjelman hankinnalle ja tässä työssä vertailulle luodaan perusta laatimalla vaatimusmäärittely, jonka yhteydessä selvitetään työkalujen hallinnan nykytila. Vaatimusmäärittely voidaan jakaa kolmeen osioon, jotka ovat **tavoitteiden määrittely**, **tarpeiden tunnistus** ja viimeinen **jalostava vaihe**, jossa laaditaan yhteenveto kokonaisuudelle. (Kaskela 2005.)

3.2 Tavoitteiden määrittely

Kenttähuolto on asiakkaille tarjottava palvelu, jossa työ suoritetaan asiakkaan luona. Tyypillinen M&G-kenttähuoltopalvelun suorittama työ on moottoreiden ja generaattoreiden asennukseen, käyttöönottoon, tarkastukseen, huoltoon tai korjaukseen liittyvä suorite. Työn suorittamiseksi tarvittavat työkalut ovat alan erikoisuuden vuoksi usein kalliita ja harvinaisia. Tieto työkalujen olemassaolosta, sijainnista, kunnosta, huolloista ja tulevista kalibroinneista tai katsastuksista on ehdottoman tärkeää kenttähuolto liiketoiminnan kannalta, ja tiedon tulee olla helposti saatavilla niin projektipäälliköillä kuin asentajillakin. Projektipäälliköt huolehtivat kenttätyön suunnittelusta, johon olennaisena osana kuuluu soveltuvien työkalujen saatavuuden varmistaminen. Asentajat puolestaan suorittavat työn siihen soveltuvien työkalujen avulla. Työkalujen reaaliaikaisen hallinnan tavoite hal-

lintaohjelmiston avulla on siis lisätä työkalukannan läpinäkyvyyttä ja näin helpottaa työkaluihin liittyvän tiedon saatavuutta. Tämän toivotaan vähentävän työkuormaa ja kalustokustannuksia.

3.3 Tarpeiden tunnistus

Tarpeiden tunnistusvaiheessa perehdytään työkalujen hallinnan nykytilaan, käyttötapauksiin, toiveisiin ja vaatimuksiin tulevaa ohjelmistoa ajatellen. Saatavilla olevan tekniikan ja vastaavien ohjelmistojen tuntemus on suureksi eduksi. Tämän vuoksi ennen vierailuja on perehdytty automaattisen tunnistuksen tekniikoihin ja suurimman hyödyn saavuttamiseksi osaan toimittajien tarjoamista ratkaisuksista on tutustuttu jo ennen vierailuja. Tämä toimintamalli on mahdollistanut hallintaohjelmistojen ammattilaisten tuomien näkemysten huomioimisen jo tarpeiden tunnistuksen alkuvaiheissa.

Työkalujen reaaliaikaisen hallinnan tarpeiden tunnistamiseksi on tutustuttu kaikkiin kenttähuollon toimipisteisiin. Tutustuminen on suoritettu vierailemalla Helsingin, Helsingin GTSC:in, Turun, Kouvolan ja Lappeenrannan toimipisteissä; Ouluun on oltu yhteydessä puhelimitse. Vierailujen ja puhelinkeskustelun yhteydessä on käyty läpi nykyiset toimintatavat työkalujen hallinnan suhteen, otettu huomioon yleisiä ohjelmistoon vaikuttavia tekijöitä, sekä tyypillisiä tunnistustekniikoiden vaatimuksia. Näiden lisäksi on otettu huomioon asentajien ja toimihenkilöiden toivomuksia ja näkemyksiä työkalujen dokumentointiin ja seurantaan ohjelmiston kannalta. Vierailujen ja puhelinkeskustelun pohjana on käytetty liitteenä 1 olevaa haastattelulomaketta, johon olennaiset tarpeiden tunnistuksessa esitellyt lähtökohdat ja vaatimukset pohjautuvat.

3.3.1 Työkalujen hallinnan nykytila

Työkalujen hallinnan nykytilan ymmärtämiseksi on selvitetty, miten työkalukannan ja yksittäisten työkalujen kirjanpito toimii kenttähuollon eri toimipisteissä ja kuinka työkaluja seurataan.

Tällä hetkellä työkalukannan kirjanpito on puutteellista tai olematonta jokaisella toimipisteellä. Ainoastaan kalibroitavia ja katsastettavia työkaluja, kuten mittalaitteita ja nostoapuvälineitä on kirjattu ylös kohtalaisella tarkkuudella. Kalibrointien ja katsastusten

osalta toimintatavat vaihtelevat suuresti. Osalla toimipisteistä on käytössä pian poistuvaan Lotus Notesiin (työryhmäohjelmisto) perustuva kalibrointikanta, joka ilmoittaa sähköpostilla työkalujen kalibrointien tai katsastusten ajankohdat. Helsingissä kalibroinnit ja katsastukset hoidetaan pääosin tehtaalla ja useilla muilla toimipaikoilla kalibroinnit tai katsastukset hoitaa tyypillisesti ulkopuolinen yritys.

Pääosin työkalujen seuranta perustuu kaikilla toimipaikoilla ihmismuistiin. Työkaluja seurataan lainaus- ja palautustapahtuman kirjauksella paperilomakkeille Helsingin GTSC:in (liite 2), Oulun ja Lappeenrannan toimipisteissä. Tämä menetelmä koskee kuitenkin yleensä vain mittalaitteita. Käytännössä nykyinen malli ei toimi tehokkaasti. Tähän on syynä muun muassa lainauslomakkeiden sijainti erillään varastoista, kirjaamisen monimutkaisuus, inhimilliset unohdukset ja haluttomuus. Lisäksi tehokasta seuranta ajattelun paperilappujen läpikäynti on vähintäänkin hankala prosessi (kuva 9).



Kuva 9. Helsingin GTSC:in työkalujen lainauksia ja palautuksia seurataan paperilomakkeilla.

Työkalujen kirjanpidon ja seurannan puutteet aiheuttavat lukuisia ongelmia niin projekti-päälliköille kuin asentajillekin. Näitä ovat muun muassa seuraavat:

- Turha ajankäyttö työkalua etsittäessä, kun työkalujen olemassa oloa tai sijaintia ei tunneta. Tämä ongelma on sekä työtä suunniteltaessa, että työkaluja lainattaessa. Ongelma korostuu etenkin, kun työsuoritteelle soveltuvia työkaluja joudutaan etsimään muilta paikkakunnilta. Käytännössä työkalujen etsiminen muilta paikkakunnilta perustuu omaan muistiin muiden toimipisteiden työkalukannasta ja sen perusteella yhteydenottoihin näihin toimipisteisiin.

- Epävarmuus työkalujen olemassaolon, kunnan ja sijainnin suhteen luo ylimääräisiä henkisiä paineita alentaen työntekijän suorituskykyä.
- Kalibrointi-, katsastus- ja huoltotietojen puutteellisen kirjanpidon johdosta varmuus työkalujen kunnosta ja tarkastusraporttien saatavuudesta voi olla haastavaa. Kirjanpidon hallinta on lisäksi nykyisin hankalaa, koska sitä ei ole keskitetty yhteiseen järjestelmään.
- Työkalujen reaaliaikainen sijaintitietojen ja arvioidun palautusajan puute aiheuttaa turhia kustannuksia logistiikan suhteen; riittävä tieto voisi esimerkiksi mahdollistaa työkalujen suoran siirron työmaalta toiselle.
- Kadonneiden työkalujen vuoksi joudutaan joskus investoimaan uusiin työkaluihin, mikä vie aikaa ja luo kustannuksia.

3.3.2 Käyttötapaukset

Jotta voidaan ymmärtää tarkemmin mihin hallintaohjelmistoa tullaan käyttämään, on syytä perehtyä tyypillisimpiin käyttötapauksiin. Käyttötapaukset tarkoittavat tilanteita, joissa tyypillinen ohjelmiston käyttäjä käyttää ohjelmistoa. Seuraavassa on lueteltuna tyypillisimmät käyttötapaukset, joihin ohjelmaa tullaan havaintojen perusteella käyttämään:

- Projektinhoitaja tai asentaja etsii työsuoritukselle sopivia työkaluja hallintaohjelmistosta ja selvittää, missä ne sijaitsevat ja ovatko ne käytettävissä.
- Asentaja lainaa työkaluja varastolta ja lukee työkalut lukijalla. Hallintaohjelmistosta voidaan havaita, että työkalut siirtyvät asentajan haltuun.
- Asentaja palauttaa lainaamansa työkalut varastolle ja lukee työkalut lukijalla. Hallintaohjelmistosta voidaan havaita, että työkalut siirtyvät varaston haltuun ja ovat taas käytettävissä.
- Hallintaohjelmisto ilmoittaa työkalun kalibroinnin olevan ajankohtainen ja asentaja toimittaa työkalun kalibrointiin.

- Projektinhoitaja suunnittelee projektia ja varaa haluamansa työkalut hallintaohjelmistosta projektin suoritusajalle.
- Asentaja tai projektinhoitaja haluaa tarkastella työkaluun liitettyä liitettä, kuten kalibrointiraporttia tai manuaalia.

3.3.3 Käyttäjien toiveet ja vaatimukset hallintaohjelmistolle

Tässä kappaleessa on tiivistettynä tärkeimmät vaatimukset ja toiveet hallintaohjelmistolle, jotka tulivat esille vierailujen yhteydessä.

Saadun näkemyksen perusteella hallintaohjelmiston toivottiin olevan **pilvipalvelupohjainen** ilman asennettavia ohjelmia (poikkeuksena lukijalaitteet), ja tärkeimmäksi ominaisuudeksi seurantaohjelmistolle määriteltiin **helppokäyttöisyys**. Vierailujen aikana todettiin toistamiseen, että järjestelmä ei tule toimimaan, mikäli sen käyttö on liian hankalaa.

Helppokäyttöisyyden osalta kiinnitettiin etenkin huomiota tunnistuksessa käytettävään lukijalaitteeseen ja sen käytettävyyteen. Lukijalaitteeksi järjestelmälle nähtiin useimmilla toimipaikoilla parhaana vaihtoehtona henkilökohtaiset **älypuhelimet**, niiden ollessa saatavilla lainaajan taskussa jatkuvasti. Toisena vaihtoehtona esitettiin varastokohtainen kannettava lukijalaite, joka ei kuitenkaan saanut kannatusta sen rajoitetun sijoitettavuuden ja osin huonojen kokemusten perusteella. Käytettävyydeltään lukijalaitteen käyttöliittymän tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen ilman hankalia ja aikaa vieviä **kirjautumisia** ja työkaluja tulisi pystyä lukemaan samalla kerralla **tarvittava määrä**. Tunnistusmenetelmänä viivakoodit ja älypuhelimien käyttämä NFC nähtiin yleisesti lähes yhtä hyvänä vaihtoehtona. NFC-tekniikan lukutapahtuman vaatima lukijan ja tunnisteen pieni etäisyys koettiin ongelmana samoin kuin viivakoodin likaantuminen. Parhaassa tapauksessa tunnisteenä toimisi siis **viivakoodin ja NFC:n yhdistelmä**.

Helppokäyttöisyys ja selkeys nähtiin myös selainkäyttöliittymän osalta olennaisena. Työkalujen seurantajärjestelmän hyötyjen koettiin olevan suurimmillaan erikoistyökalujen paikantamisessa muilta toimipaikoilta. Tämän johdosta käyttöliittymän **hakuominaisuuksien** tulee olla tehokkaita.

Toimintojen suhteen erittäin tarpeelliseksi ominaisuudeksi nähtiin mahdollisuus **varata työkaluja**, mikä helpottaisi huomattavasti työn suunnittelua. Lisäksi varausjärjestelmän nähtiin soveltuvan hyvin esimerkiksi ajoneuvokaluston ja konttien varaukseen.

Työkalujen tietojen osalta tärkeänä pidettiin tietokenttien avoimuutta, eli mahdollisuutta tarvittavien tietokenttien ja **liitetiedostojen** lisäykselle. Liitetiedostot koettiin tärkeänä, koska ne mahdollistavat esimerkiksi **kalibrointiraporttien** ja **manuaalien** saatavuuden suoraan ohjelmistosta. Kalibrointi- ja katsastustietojen toivottiin kommunikoivan ohjelmiston kanssa mahdollistaen ilmoituksen lähestyvistä kalibroinnista tai katsastuksesta. **Sähköpostiviestit** nähtiin olevan yksi keino ilmoituksille.

3.3.4 Organisaation vaatimukset ja tietoturvallisuus

Hallintaohjelmiston pääominaisuus on toimia tietokantana työkaluille. Tämä ei ole liiketoiminnan kannalta tietoa, jota kannattaisi ainakaan tässä vaiheessa olla saatavilla ABB:n toiminnanohjausjärjestelmissä. Tulevien tarpeiden varalle kuitenkin kannattaa ottaa huomioon hallintaohjelmiston yhteensopivuus toiminnanohjausjärjestelmien kanssa ja se tulee ottaa puheeksi hankintaprosessin seuraavissa vaiheissa. Seurantaohjelmiston työkalujen tietokenttiin kannattaa kuitenkin jättää mahdollisuus mahdollisille toiminnanohjausjärjestelmän nimikekoodeille.

Tietoturvan suhteen tärkeitä tekijöitä ovat tietokannan omistajuus, tietoturvan toteutuminen ohjelmisto- ja palvelintasolla sekä rajapinnoilla ja lähdekoodin turvaaminen poikkeustapauksissa, joissa toimittaja ei voi enää tarjota järjestelmälle ylläpitoa. Tietoturvaan liittyvien yksityiskohtien käsittely on ajankohtaista hankinnan myöhemmissä vaiheissa.

3.4 Vaatimusten jalostus

Tarpeiden tunnistusvaiheen vaatimuksista ja toiveista jalostettiin vaatimusmäärittely. Pääpiirteiltään vaatimusmäärittely kokoaa tarpeiden tunnistusvaiheen vaatimukset ja toivomukset yhtenäiseksi ohjelmiston toimittajaa hyödyttäväksi dokumentiksi, jossa on myös kuvailtuna esimerkkihakemotelmia toivottavasta ohjelmistosta. Vaatimusmäärittelyä käytetään lähinnä ABB:n ja toimittajan välisessä kommunikoinnissa, ja se sisältää yksityiskohtaisemman määrittelyn toivottavalle ohjelmistolle, joten sitä ei sisällytetty julkiseen insinööriyöhön.

Vaatimusmäärittely noudattaa kuvan 10 mukaista rakennetta. ”Toiminnalliset vaatimukset kuvaavat millaisia toimintoja järjestelmältä halutaan ja mitä vaatimuksia sen olisi täytettävä. Ei-toiminnalliset vaatimukset taas liittyvät suorituskykyyn, kuten vaste- ja käyttö-aikaan.” (Kaskela 2005.)

SISÄLTÖ

1	YLEISKUVAUS
1.1	Asiakas
1.2	Käyttötarkoitus
1.3	Käyttäjät ja toimintaympäristö
2	TOIMINNALLISET VAATIMUKSET
2.1	Yleiskuvaus järjestelmän toiminnasta
2.2	Tietokannan ominaisuudet
2.3	Lukija
2.4	Tunnisteet
2.5	Käyttäjien kertomat ongelmat
2.6	Käyttötapaukset
2.7	Mahdolliset lisätoiminnot
3	EI-TOIMINNALLISET VAATIMUKSET
3.1	Käytettävyys
3.2	Tietoturva
3.3	Toimintavarmuus
3.4	Ylläpidettävyys ja huollettavuus
3.5	Siirrettävyys, laajennettavuus ja uudelleenkäytettävyys
4	MUUT VAATIMUKSET
4.1	Suorituskyky
4.2	Ohjelmiston arkkitehtuurikuvaus ja rajapinnat
4.3	Käyttöliittymät
4.3.1	Käyttöliittymäkarta lukija
4.3.2	Käyttöliittymäkarta selainsivut
5	ALUSTAVA AIKATAULU
6	LIITTEET

Kuva 10. Tarpeiden tunnistuksen pohjalta laadittiin vaatimusmäärittely, joka noudattaa oheista rakennetta.

4 Hallintaohjelmistojen vertailu

4.1 Vertailun tarkoitus ja toimittajien valinta

Vertailu on suoritettu, jotta saataisiin kattava yleiskäsitys ABB:lle soveltuvista hallintaohjelmistoista. Potentiaalisia työkalujen hallintaohjelmistoja on haettu vertailuun organisaation sisältä sekä ulkopuolisilta toimittajilta. ABB:ltä työkalujen hallintaan soveltuvia ohjelmistoja löytyi yksi kappale, joka ei sellaisenaan sovi suunniteltuun tarkoitukseen vaan tarvitsee kehitystyötä. Vertailtavat toimittajat on valittu Suomen markkinoilta etenkin mahdollisen toteutuksen ja ylläpidon todennäköisemmän toimivuuden vuoksi. Lisäksi, koska kyseessä on soveltuvien ohjelmistojen alustava vertailu, voidaan kattavaa ulkomaalaisten toimittajien ohjelmistoihin tutustumista pitää vaikeana tämän projektin puitteissa.

Valitessa toimittajia vertailuun tärkeänä pidettiin etenkin ohjelman pääkäyttöä kaluston hallintaohjelmistona (työkalut luokitellaan kalustoksi), kokemus RFID- ja viivakooditeknikasta ja aikaisemmat referenssit. Vertailuun valittiin yhteensä 10 toimittajaa, joista 8 on mukana tässä lopullisessa vertailussa 2:n ohjelman karsiuduttua riittämättömien ominaisuuksiensa vuoksi projektin edetessä. Vertailuun haluttiin useita toimittajia ja ohjelmia sen mahdollistaessa mahdollisimman laajan käsityksen markkinoilla olevista ohjelmista ja niiden eroista. Lisäksi asiointi alan ammattilaisten kanssa toi ilmi uusia arvokkaita ideoita ja näkemyksiä.

4.2 Vertailun toteutus

Alkuvaiheessa kaikkien tämän vertailun toimittajien kanssa sovittiin henkilökohtainen tapaaminen, verkkoesittely tai puhelinkeskustelu. Tapaamisten, verkkoesittelyiden ja puheluiden pohjalta täydennettiin liitteen 3 mukainen haastattelulomake. Haastattelulomake perustui osin vaatimusmäärittelyyn. Koska kenttähuollon vierailuja suoritettiin samanaikaisesti toimittajakontaktien kanssa, myös vaatimusmäärittely päivittyi ilmenevien seikkojen mukaisesti. Ilmenneet asiat olivat kuitenkin pääsääntöisesti ideoita uusista toiminnallisuuksista ja yksityiskohdista, kuten kirjautumisen toteutuksesta. Vertailun loppuvaiheessa uudet ilmenneet seikat otettiin huomioon toimittajien kanssa ja selvitettiin heidän toteutuksensa niiden osalta.

Vertailun tulokset on esitetty yhtenäisesti taulukkona (liite 4), joka mahdollistaa selkeän visuaalisen kuvan ohjelmistojen eroista. Taulukko sopii vertailumenetelmäksi etenkin sen vuoksi, että vertailun kannalta olennaista on tietyt kvantitatiiviset eli määrälliset ominaisuudet ja arvot. Määrällisillä ominaisuuksilla tarkoitetaan toimintoja tai toiveita, joita ohjelmistolta vaaditaan tai toivotaan. Määrällisillä arvoilla tarkoitetaan omia pisteytyksiä ohjelmistosta, sekä numeerisesti arvioitavia tekijöitä, kuten kustannuksia. (Vilpas 2017; 1.)

Vertailussa on merkitty harmaalla kohdat, joissa vertailu perustuu omiin näkemyksiin ja mielipiteisiin. Vertailun pääasiallinen tarkoitus on luoda kattava yleisnäkemyksellinen ABB:lle soveltuvista kaluston hallintaohjelmistoista ja tämän vuoksi omiin näkemyksiin perustuvien kenttien määrä on pyritty pitämään mahdollisimman pienenä. Ohjelmistojen tyypit vaikuttavat merkittävästi mahdollisuuksiin verrata ohjelmistoja keskenään. Koska asiakaskohtaiset ohjelmat voidaan muokata käytännössä täysin asiakkaan vaatimusten mukaisiksi, ei niille annettavia pisteitä voida verrata suoraan valmiiden ohjelmien pisteisiin. Pisteytys on suoritettu asteikolla 1–5, jossa 1 on huonoin ja vastaavasti 5 on paras arvosana.

Vertailun kriteerit käydään läpi eri osa-alueiden suhteen läpi seuraavissa kappaleissa ja tuloksia analysoidaan Pohdintaa-kappaleessa. Vertailutaulukon julkisesta versiosta on poistettu toimittajien organisaatio- ja hinnoittelutiedot toimittajien yksityisyyden suojaamiseksi, mutta näiden osa-alueiden yleisiä piirteitä on kuvattu **sanallisesti**.

4.2.1 Toimittajien organisaatio ja tilannekäsitys

Vertailuun valitut toimittajat ovat olleet alalla yhdestä vuodesta aina kymmeneen vuosiin ja yritysten koot vaihtelevat muutaman henkilön yrityksistä aina kansainvälisiin suuryrityksiin. Tämä näkyy vastaavasti referenssien määrässä ja toimittajien vakavaraisuudessa. Pääsääntöisesti niin ylläpitovarmuuden kuin tietoturvan suhteen isoimmat toimittajat pystyvät tarjoamaan luotettavampia palveluita ja laajemman kokemuksen, joten projektien läpiviennin voidaan olettaa sujuvan paremmin. Etenkin pienemmät valmisohjelmien toimittajat ovat puolestaan huomattavasti joustavimpia ohjelmiensa kehityksen suhteen, joten vaikuttaminen kehityksen suuntaan on helpompaa (taulukko 2). (Toimittajien organisaatiotiedot poistettu julkisesta taulukosta.)

Toimittajien kanssa asioidessa ja tarjouksia vertaillessa tärkeässä roolissa on toimittajan tilannekäsitys. Toimittajan oikea tilannekäsitys kertoo tämän ammattilaisuudesta, ja mitä paremmin käsitykset kohtaavat, sitä parempia lopputuloksia voidaan ohjelmiston toteutuksen suhteen odottaa. Tilannekäsityksen arvio perustuu omaan mielikuvaan siitä, miten toimittaja on ymmärtänyt esitetyn tilanteen työkalujen hallinnan osalta ja kuinka toimittaja osaa vastata tilanteeseen edustamansa ohjelmiston puitteissa. Hyvän tilannekäsityksen omaavat toimittajat osaavat esimerkiksi myöntää suoraan tietyn ominaisuuden puuttumisen (taulukko 2).

Taulukko 2. Toimittajien organisaatio ja tilannekäsitys.

	Toimittaja 1	Toimittaja 2	Toimittaja 3	Toimittaja 4	Toimittaja 5	Toimittaja 6	Toimittaja 7	Toimittaja 8
Toimittajan organisaatio ja tilannekäsitys								
Yrityksen koko (henkilömäärä)								
Ohjelm. lanseer.v. / yrityk.per.v								
Asiakasmäärä								
Referenssit								
Tilannekäsitys (1-5)	3	2	3	4	5	4	4	3

4.2.2 Ohjelmisto

Tietokoneohjelmat voidaan jakaa niiden ominaisuuksien ja valmistustavan mukaan valmisohjelmiin, konfiguroituihin eli räätälöityihin ohjelmiin ja täysin asiakkaan vaatimusten mukaan tuotettuihin asiakaskohtaisiin ohjelmiin (Forselius 2013; 56). Vertailun ohjelmat on luokiteltu tätä soveltaen valmisohjelmiin, räätälöityihin valmisohjelmiin ja asiakaskohtaisiin ohjelmiin. Ohjelmiston tyyppi kertoo, kuinka joustava ohjelma on sen muokattavuuden suhteen, mutta se ei mahdollista välttämättä tietyn toiminnallisuuden lisäämistä ohjelmaan. Valmisohjelma on vähiten muokattava ohjelmistotyyppi ja asiakaskohtainen ohjelma on tuotettu täysin asiakkaan vaatimusten mukaiseksi (taulukko 3).

On kuitenkin ymmärrettävä, että kaikkia ohjelmia kehitetään asiakaskunnan vaatimusten mukaan uusilla päivityksillä, joten myös valmisohjelmat kokevat elinkaarensa aikana huomattavia muutoksia.

Kaikki vertailtavat ohjelmistot olivat pilvipalvelupohjaisia, eli ohjelmia suoritetaan selaimella ilman asennettavia ohjelmia. Osa toimittajista tarjosi ladattavia mobiilisovelluksia Android- ja iOS-alustoille. Mobiilisovellukset ovat pelkistettyjä versioita pääohjelmasta

tarjoten paremmat ominaisuudet tunnisteiden tunnistamiseen älylaitteella. Tunnistaminen on kuitenkin myös mahdollista useimmilla ohjelmistoilla selainpohjaisesti ilman mobiilisovellusta (taulukko 3).

Taulukko 3. Ohjelmisto.

	Toimittaja 1	Toimittaja 2	Toimittaja 3	Toimittaja 4	Toimittaja 5	Toimittaja 6	Toimittaja 7	Toimittaja 8
Arvosanat harmaissa ruuduissa henkilökohtaisia mielipiteitä, 1 = huonoin ja 5 = paras								
Valmisohj. = Valmisohjelmisto Räät.valm.ohj. = Räätälöitävä valmisohjelmisto	Ohjelmisto							
Ohjelmistotyyppi	Valmisohj.	Valmisohj.	Räät.valm.ohj.	Räät.valm.ohj.	Asiakas.k.ohj.	Asiakas.k.ohj.	Asiakas.k.ohj.	Asiakas.k.ohj.
Ohjelmistopohja	Pilvipalvelu	Pilvipalvelu	Pilvipalvelu	Pilvipalvelu	Pilvipalvelu	Pilvipalvelu	Pilvipalvelu	Pilvipalvelu
Mobiilisovelluspohja	Android,iOS		Android,iOS	Android,iOS				Android, ?

4.2.3 Ominaisuudet

Ominaisuudet tarkoittavat ohjelmistojen toimintoja ja ominaisuuksia. Ohjelmistojen ominaisuudet ovat tärkein osa-alue, joka erottaa toimittajien tarjoamat ohjelmistot toisistaan. Taulukossa 4 on määritelty ABB:n kannalta merkittävimpiä ominaisuuksia, joilla eri toimittajien tarjoamat ohjelmistot erottuvat toisistaan.

Ehdottomasti tärkeimmät ominaisuudet ABB:n kannalta ovat kalibrointitietojen syöttö ja seuranta, kaluston varausominaisuus ja liitetiedoston liittämisen mahdollisuus kaluston tietokenttään. Osa ohjelmistoista erottui edukseen mahdollisuuksilla: palautuspäivän lisäämiseen työkalua lainattaessa, sähköposti-ilmoituksilla (kalibrointi vanhenee, työkalun palautuspäivä lähenee) ja työkalujen tietokentän vapaalla muokattavuudella, jolla tarkoitetaan mahdollisuutta lisätä tietoja omien kategorioiden mukaisesti kaluston tietokenttiin (taulukko 4).

Taulukko 4. Ominaisuudet.

	Toimittaja 1	Toimittaja 2	Toimittaja 3	Toimittaja 4	Toimittaja 5	Toimittaja 6	Toimittaja 7	Toimittaja 8
Arvosanat harmaissa ruuduissa henkilökohtaisia mielipiteitä, 1 = huonoin ja 5 = paras								
Ominaisuudet								
Työkalujen kalibrointitiedot	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Työkalujen varausominaisuus			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Liitetiedostojen lisäys	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Palautuspäivämäärän lisäys	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sähköposti-ilmoitukset	✓	?	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Työkalun tietokenttien vap. muok.			✓	?	✓	✓	✓	✓

4.2.4 Selainkäyttöliittymä

Käyttöliittymä mahdollistaa ihmisen ja ohjelmiston välisen kommunikoinnin (kuva 11). Hallintaohjelmistoissa ohjelman hallinta suoritetaan graafisen käyttöliittymän välityksellä, komennot graafiselle käyttöliittymälle annetaan tietokonetta käytettäessä hiiren näppäimistön ja mahdollisen tietokoneeseen liitettävän lukijan välityksellä. Lukijalaitteen graafiseen käyttöliittymään komennot annetaan mahdollisen näppäimistön, kosketusnäytön ja lukutavan palauttaman tiedon välityksellä. (Business Dictionary 2017.)

Name	ID	Next calibration	Category	Current user ▲	Current location
Fluke 87V	ABB 340318	02.11.2015	Yleismittarit		
Fluke 87V	ABB 340521	17.11.2014	Yleismittarit		
Fluke 87V	ABB 340810	29.11.2017	Yleismittarit		
Fluke 87V	ABB 340811	23.11.2017	Yleismittarit		
Fluke 87V	ABB 340845	09.02.2017	Yleismittarit		Elektronikkalaboratorio 2krs.
Fluke 87V	ABB 340849	13.12.2016	Yleismittarit		
Fluke 87V	ABB 340882	20.03.2014	Yleismittarit		
Fluke 87 V	ABB 341533	08.02.2017	Yleismittarit		
Fluke 87V	ABB 340826	10.07.2017	Yleismittarit		
Fluke 87V	ABB 340319	17.01.2017	Yleismittarit		1. R & D alueet:E toimisto 4. krs

Kuva 11. ABB:llä käytössä olevan Equipment Management ohjelman käyttöliittymä.

Käyttöliittymiä arvioitaessa on otettu pääasiassa huomioon kunkin ohjelmiston selainkäyttöliittymät, mutta arvioit kuvastavat hyvin myös lukijalaitteiden käyttöliittymiä, niiden ollessa pääsääntöisesti vain kevennettyjä versioita selainkäyttöliittymistä. Käyttöliittymien arviot tässä vertailussa perustuvat toimittajien esittämiin malleihin ja omiin kokemuksiin esimerkiksi kokeilun johdosta. Ohjelmistojen esittäjillä, esityshetken parametreilla ja ohjelmistotyypillä on suuri vaikutus saatuun käyttökokemukseen. Esityshetken parametreilla tarkoitetaan niitä "asetuksia", joiden mukaan esitetyt ohjelmat on muokattu esityshetkellä. Varsinkin räätälöityjä valmisohjelmia on usein mahdollista muokata parametrein hyvin paljon käyttäjien näköisiksi. Käyttöliittymien vertailuiden hankaluuden vuoksi on käytetty vain kahta kriteeriä, jotka ovat yleisilme ja toiminnallisuus.

Yleisvaikutelma kuvastaa sitä, kuinka käyttöliittymän voidaan ajatella palvelevan sen käyttäjiä. Yleisvaikutelman on tarkoitus kuvastaa etenkin sitä, kuinka helposti käyttäjä ymmärtää ja oppii käyttöliittymän käytön. Tähän vaikuttavat merkittävästi visuaaliset elementit ja niiden määrä, laatu ja ryhmittely. Yleisvaikutelma ei ota kantaa toiminnallisuuden ABB:n kannalta (taulukko 5).

Toiminnallisuus keskittyy käyttöliittymässä niihin asioihin, joita vaatimusmäärittelyssä on tullut esille ja ottaa kantaa käyttöliittymän soveltuvuuteen ABB:lle (taulukko 5). Eniten vaikuttavia asioita ABB:n kannalta voidaan katsoa olevan seuraavat:

- Hakuominaisuuksien helppous, tarkoittaen esimerkiksi: monipuolista parametrien syöttömahdollisuutta hakutapahtumassa, hakukenttien hyvää sijoittelua ja hakutapahtuman helppoutta.
- Kalustolistauksen selkeys, joka kuvastaa kuinka kalustolistaus on esitetty ja kuinka kalustolistaukseen saadaan näkymään kaikki olennaiset tiedot työkaluista ilman turhaa informaatiota.
- Toimintojen käytettävyys, joka kuvastaa kuinka yksinkertaista eri toimintojen käyttö ohjelmistossa on. Yksinkertainen käyttö perustuu toimintojen löydettävyyteen ja niiden kykyyn palvella toimintojen ydinajatusta. Esimerkiksi turhien kenttien pakollinen täyttö hankaloittaa toimintojen käyttöä.

Taulukko 5. Selainkäyttöliittymät.

	Toimittaja 1	Toimittaja 2	Toimittaja 3	Toimittaja 4	Toimittaja 5	Toimittaja 6	Toimittaja 7	Toimittaja 8
Selainkäyttöliittymä								
Yleisilme (1-5)	3	4	5	3	5	5	4	4
Toiminnallisuus ABB:n kannalt. (1-5)	3	2	5	4	5	5	4	3

4.2.5 Lukutapahtuma ja tunnisteet

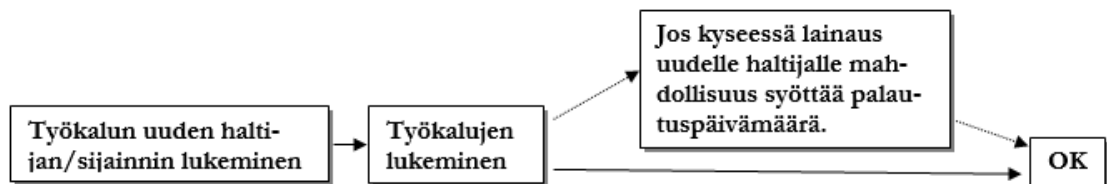
Toimittajien tarjoamissa ratkaisuissa tunnisteiden lukulaitteena toimivat älylaitteet (älypuhelin tai tabletti) selain- tai sovelluskäyttöliittymäpohjaisesti, sekä erilliset lukijalaitteet.

Osa toimittajista tarjoaa myös mahdollisuuden käyttää molempia tunnistuslaitteita. Tunnistustavan osalta toimittajat luottavat useimmiten viivakodeihin ja NFC-tekniikkaan. Myös itse tunnistheet sisältävät useimpien toimittajien ratkaisussa viivakoodin ja NFC:n, viivakoodin ja HF RFID:n tai viivakoodin ja UHF RFID:n yhdistelmän (kuva 12). Kaikkien toimittajien esimerkkitunnisteet on suunniteltu kestämään työmaaolosuhteita ja soveltuva tunniste on mahdollista valita kaikkien toimittajien ratkaisussa tapauskohtaisesti markkinoiden tarjonnan mukaan. Yleisesti viivakoodiratkaisuista on eniten kokemusta tämän tyyppisissä ratkaisussa, ja ne ovat saavuttaneet vahvimman luottamuksen. Kuitenkin NFC-tekniikan tuomien mahdollisuuksien vuoksi se nähdään jo merkittävä haastajana viivakodeille etenkin älylaitteita (älypuhelimet ja tabletit) käytettäessä. Parhaaksi ratkaisuksi voidaankin nähdä etenkin älylaitteiden käytössä viivakoodin ja NFC:n sisältävä yhdistelmätunniste. (Taulukko 6.)



Kuva 12. Työkalujen tunnistuksessa suositetaan RFID:n ja viivakoodin sisältäviä yhdistelmätunnisteita. Kuvassa Confidex Silverline Micro™ -tunniste. (Confidex. 2017.)

Lukutapahtuman helppoutta arvioitaessa erityisen tärkeää on lukutapahtuman vaatimien vaiheiden vähyyden. Vaiheet ovat kuvattu yksinkertaisimmillaan tämän tyyppisissä järjestelmissä kuvassa 13. Työkalujen lukutapahtuman oletetaan alkavan käyttötapahtumissa käyttäjän ottaessa laitteen käsiinsä.



Kuva 13. Lukutapahtuman vaiheiden vähyyden on avainroolissa lukutapahtuman helppoutta arvioitaessa.

Näiden lisäksi kaikki tarjotut lukijaohjelmat vaativat itse sovelluksen tai verkkosivun avaamisen ja osa ohjelmistoista pyytää tämän lisäksi kirjautumistietoja. Kuitenkin usein henkilökohtaista laitetta käytettäessä etenkin selainohjelmistot ja mobiilisovellukset muistavat käyttäjänimen ja salasanan. Yksi merkittävä tekijä helppokäyttöisyyden kannalta on kyky tunnistaa useampia työkaluja samalla kerralla ilman lukuprosessin suorittamista uudestaan. Lukutapahtuman yleiskäsitys kuvastaa sitä, kuinka helposti tunnistetaan tai tunnisteen lukeminen luonnistuu vertailtavilla ohjelmilla ja siihen vaikuttavat olennaisesti yllä mainitut seikat. Näiden lisäksi esimerkiksi lukijalaitteen käyttöliittymän visuaalinen ja tekninen toteutus vaikuttaa lukutapahtumasta muodostuneeseen yleiskäsitykseen. (Taulukko 6.)

Taulukko 6. Lukutapahtuma ja tunnisteet.

	Toimittaja 1	Toimittaja 2	Toimittaja 3	Toimittaja 4	Toimittaja 5	Toimittaja 6	Toimittaja 7	Toimittaja 8
Arvosanat harmaissa ruuduissa henkilökohtaisia mieltäpitäviä, 1 = huonoin ja 5 = paras								
Lukutapahtuma								
1D, 2D = 1D- ja 2D-viivakoodi HF, UHF = RFID taajuualue NFC = RFID tunnistustapa								
Mobiilioptimoitu selainohjelmisto		✓	✓		✓	✓		
Tunnistustapa		2D	2D, NFC		2D, NFC	1D, 2D		
Kirjautumistietojen muisti		✓	✓		✓	✓		
Usean työk. tun.kerralla		✓			✓	✓		
Yleiskäsitys lukutapahtumasta (1-5)		3	2		5	5		
Mobiiliaplikaatio	Android, iOS		Android, iOS	Android, iOS				Android
Tunnistustapa	1D		2D, NFC	1D, 2D				1D, 2D
Kirjautumistietojen muisti	Ei tallennu.		✓	✓				✓
Usean työk. tun.kerralla	✓		✓	✓				✓
Yleiskäsitys lukutapahtumasta (1-5)	3		5	4				?
Erillinen lukijalaite	✓		✓	✓		✓	✓	
Tunnistustapa	1D, UHF		2D, NFC	1D, 2D, HF		1D, 2D	1D, 2D	
Kirjautumistietojen muisti	Ei tallennu.		✓	✓		✓	✓	
Usean työk. tun.kerralla	✓		✓	✓		✓	✓	
Yleiskäsitys lukutapahtumasta (1-5)	3		5	?		5	5	
Tunnisteet								
1D, 2D = 1D- ja 2D-viivakoodi HF, UHF = RFID taajuualue NFC = RFID tunnistustapa								
Tunnisteiden tyyppi	1D ja UHF	2D ja UHF	2D ja NFC	1D, 2D, HF	NFC ja 2D	1D, 2D	1D, 2D	1D tai 2D
Metallin sietokyky	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

4.2.6 Yleisarvio ja hinnoittelu

Yleisarvio muodostaa nimensä mukaisesti kokonaisvaltaisen arvosanan koko ohjelmiston soveltuvuudesta ABB:n käyttöön saatujen näkemysten pohjalta (taulukko 7). Yleisarvosanassa ei ole otettu huomioon ohjelmistojen hinnoittelua.

5 Pohdinta

5.1 Kaluston hallintaohjelmistot

Pilvipohjaiset kaluston hallintaohjelmistot ovat melko tuore ilmiö, joka johtunee niin kehityksestä tekniikan suhteen (pilvipalvelut, NFC, matkapuhelimet) kuin lisääntyneestä kiinnostuksesta kalustonhallintaan. Esimerkiksi ABB:llä tarve helppokäyttöisille pilvipalvelupohjaisille kaluston hallintaohjelmistoille on huomattu myös muissa ABB:n liiketoimintayksiköissä. Myös valmiiden hallintaohjelmistojen lisääntyminen markkinoilla ja sitä myötä lisääntynyt tietoisuus toimii varmasti katalyyttinä sille, että moni organisaatio osaa tiedostaa paremmin helppokäyttöisten pilvipalvelupohjaisten ohjelmistojen tuomat edut.

Lukuisat markkinoilla olevat valmiit kaluston hallintaohjelmistot ovat peruseriaateiltaan samankaltaisia, mutta niiden kohderyhmien eroavaisuudet ovat kehittäneet ohjelmistoja eri suuntiin ja tämän vuoksi omat tarpeet tulee tuntee mahdollisimman hyvin, jotta osataan valita oikeanlainen ohjelmisto. Kirjassa Onnistunut tietojärjestelmän hankinta (Forselius 2013: 23) asia mainitaan näin: ”Pahimmat valmisohjelmistojen hankintaan liittyvät sudenkuopat ovat olleet nimenomaan hankitun tuotteen sopimattomuus käyttäjien todellisiin tarpeisiin ja siitä noussut muutosvastarinta” Eli pienetkin yksityiskohdat ohjelmistoja vertaillessa saattavat tuntua aluksi mitättömiltä, mutta pahimmillaan ne johtavat myöhemmässä vaiheessa siihen, että koko ohjelmisto jää käyttämättä.

Toisaalta vaikka markkinoilta löytyisi nimenomaan oman organisaation tarpeisiin sopivalta vaikuttava valmis hallintaohjelmisto, ei kannata tyytyä suoraan sen tarjoamiin ominaisuuksiin. Esimerkiksi, kuten vertailusta kävi ilmi, suurin osa toimittajista luottaa samanlaisiin tunnisteisiin ja lukutapaan. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi työmaan ja sairaalan varsin erilaisista ympäristöstä huolimatta tunnistustekniikka tunnisteineen on sama. Mikäli kalustonhallinta perustuu esimerkiksi matkapuhelimen käyttöön tunnistuksessa, ainoastaan itse ohjelmisto muodostaa tällöin eron ja näin ollen sairaalakäyttöön ensisijaisesti suunniteltu ohjelmisto voi olla sittenkin parempi työmaalla ja toisinpäin.

Referenssit ovat ehkä yksi tärkeimmistä huomioon otettavista seikoista tehdessä lopullista valintaa kaluston hallintaohjelmistojen suhteen. Varsinkin valmiin hallintaohjelmiston näkeminen ja kokeminen autenttiossa ympäristössä sen todellisten käyttäjien toimesta on erittäin tärkeää lopullista päätöstä tehdessä, ja jos yksikin asia epäilyttää, tulee

ohjelmiston soveltuvuutta arvioida uudestaan. Tämän työn puitteissa aika ei riittänyt laajaan autenttiseen referenssien tutkimiseen, mutta vertailu toimii hyvänä lähtökohtana sille, mitä ohjelmistoja kannattaa tutkia jatkossa tarkemmin.

Mikäli markkinoilta ei löydy tarpeeksi hyvää valmisohjelmaa, vaihtoehtona on usein asiakaskohtainen ohjelma. Luonnollisesti myös hinta saattaa olla tekijä, jonka vuoksi päädytään asiakaskohtaiseen ohjelmaan. Jos voidaan ennustaa, että ohjelmistoon ei tarvitse tehdä merkittäviä muutoksia, eli tarpeet ja puitteet ohjelman suhteen pysyvät samana pitkällä aikavälillä, voidaan ohjelmisto tehdä ”kerralla” mahdollisimman hyväksi. Tässä tapauksessa ylläpitokustannukset jäävät tyypillisesti pieniksi, ja mikäli vertailu valmisohjelman välillä on mahdollista, voidaan arvioida aika, jonka jälkeen asiakaskohtainen ohjelmisto tulisi halvemmaksi. Kuitenkin todellisuudessa vertailu ei ole näin yksinkertaista ja on aina tapauskohtaista.

On kyseessä sitten valmis tai asiakaskohtainen ohjelma, ylläpitoon tulee aina kiinnittää suurta huomiota. Suurten ja vakavaraisten toimittajien merkittäväksi eduksi voidaan laskea ylläpitovarmuus, ja näin ollen voidaan todennäköisemmin luottaa ohjelman ylläpidettävyyteen. Mikäli valitaan pienempi toimittaja, riski on luonnollisesti sitä suurempi, mitä merkittävämmästä ohjelmistosta on kysymys. Joissain tapauksissa varsinkin yksinkertaisia ja laadukkaasti ohjelmoituja ohjelmistoja voidaan kuitenkin ylläpitää alkuperäisen toimittajan ongelmista huolimatta, mikäli lähdekoodi ja tietokannat ovat saatavilla. Tästä pitääkin aina sopia sopimusvaiheessa.

5.2 Ohjelmistovertailu

Vertailun perusteella voidaan päätellä, että kaikki ohjelmistolta toivottavat ominaisuudet on mahdollista toteuttaa ja markkinoilta löytyy myös valmisohjelmistoja, jotka vastaavat M&G-kenttähuolto-organisaation vaatimuksiin hyvinkin tarkasti.

Ohjelmistovertailuun valittiin suurehko määrä ohjelmistoja, mikä toi odotetusti hyvin ilmi ohjelmistojen eroja varsinkin valmisohjelmistojen osalta. Asiakaskohtaisten ohjelmistojen osalta vertailu ei tuottanut suurempia yllätyksiä, koska niiden odotettiin noudattavan tarkasti vaatimusmäärittelyn lähtökohtia.

Toimittajan tilannekäsityksellä oli suuri merkitys etenkin asiakaskohtaisten ohjelmistojen menestymisessä vertailussa. Valmisohjelmistojen osalta tilannekäsitystä ei voida pitää niin merkittävänä tekijänä, koska valmisohjelmistoihin vaikuttaminen toimittajan osalta on huomattavasti hankalampaa. Tilannekäsityksen kuitenkin voitiin nähdä liittyvän toimittajan kokemukseen kaikkien ohjelmistotyyppien kohdalta.

Itse tekniikaltaan kaluston hallintaohjelmistoja ei voida pitää kovinkaan vaativina, joten tämän puitteissa ei voida sanoa, että jokin vaatimusmäärittelyssä mainittu ominaisuus olisi erityisen vaikea toteuttaa. Ominaisuuksiensa puolesta eniten muokattavat ohjelmistot menestyivätkin erinomaisesti, mitä voidaan pitää lähtökohtana ohjelmiston soveltuvuudelle ABB:n käyttöön. Erot ominaisuuksien osalta johtuivat lähinnä ohjelmistojen erityyppisistä lähestymistavoista kalustonhallintaan. Liian erityyppinen lähestymistapa näkyi myös selvästi muissa kriteereissä, kuten toimittaja 2:sen ohjelmiston menestyksestä voidaan huomata.

On syytä painottaa, että käyttöliittymien osalta arviointi perustui pelkästään omiin mielipiteisiin, jotka oli luotu osittain hyvinkin nopeasti ohjelmistojen esittelyjen yhteydessä. Käyttöliittymän vertailu on käytännössä mahdollista vain valmisohjelmistojen kesken asiakaskohtaisten ohjelmistojen laajan muokattavuuden vuoksi, joten asiakaskohtaisille ohjelmistoille on täten annettu korkeat pisteet. Tuloksien suhteen on hyvä muistaa, että käyttöliittymien arviointi on sitä tärkeämpi, mitä valmiimpi ohjelmisto on, ja tämän johdosta varsinkin toimittajien 1 ja 2 ohjelmistot pärjäsivät selvästi huonommin kuin muut ohjelmistot. Toisaalta toimittajan 3 ohjelmiston saadessa täydet pisteet molemmissa kategorioissa, sen voidaan olettaa soveltuvan ilman suurempia muokkauksia suoraan ABB:n käyttöön.

Vain kaksi toimittajaa (1 ja 4) tarjosi erillisen lukijalaitteen, joilla voi lukea UHF- tai HF-RFID-tunnisteita. Nämä tunnistet ovat mahdollistavat lukijalaitetta käytettäessä pidemmät lukuetaisyudet. Mutta käytännössä toimittajien mukaan näiden lukulaitteiden käyttö on harvinaista yksittäisten työkalujen seurannassa ja suurin osa käyttäjistä luottaa älylaitteisiin. Älylaitteiden lukuominaisuuksissa edukseen erottuivat etenkin toimittajat 3 ja 5, koska heidän ohjelmistonsa käyttivät 2D-viivakoodin ja NFC:n yhdistelmää, jonka voidaan katsoa olevan paras ja monipuolisin vaihtoehto käytettäessä älylaitetta tunnistuksessa.

Koko vertailusta voidaan huomata selkeä vastakkainasettelu valmisohjelmistojen ja asiakaskohtaisten ohjelmistojen välillä. Tämä tulee myös selkeästi esille hinnoittelussa. Parhaiten menestynyt valmisohjelma oli selkeästi toimittaja 4:sen ohjelmisto ja parhaiten menestynyt asiakaskohtainen ohjelmisto oli toimittajalla numero 5. Mahdollisen hankintaprosessin alkaessa tuleekin keskittyä ensimmäisenä ohjelmistotyyppin valintaan.

5.3 M&G LPG -kenttähuolto-organisaatio

5.3.1 Työkalujen hallintaohjelmiston tuomat hyödyt

Kaluston tehokas hallinta perustuu tietoon, esimerkiksi suuret varastot eivät toimi, jos niissä varastoituja tuotteita ei ole identifioitu ja näin määritelty varastonhallintajärjestelmään. Sama pätee työkalujen varastointiin. Haluttaessa tehostaa työkalujen hallintaa, pitää työkalut inventoida, mitä ei ole tehty useammalla toimipisteellä. Työkalujen lisääminen työkalujen hallintaohjelmistoon onnistuu samalla vaivalla kuin pelkkä inventointi. Käytännössä työkalun nimen kirjaaminen ohjelmistoon riittää. Mikäli työkalua halutaan myös seurata, tulee lisäksi kiinnittää ja lukea tunniste. Useimmilla ohjelmistoilla tämän voi suorittaa suoraan lukijalaitteella.

Käyttäjätasolla työkalujen hallintaohjelmisto helpottaa etenkin töiden suunnittelua mahdollistaen kriittisten työkalujen paikantamisen, niiden saatavuuden ja kunnan selvittämisen, sekä varaamisen. Työkalujen käyttäjän näkökulmasta helpottaa kaluston hallintaohjelmisto työkalujen tietojen tarkistamista, mikäli tiedot on kirjattu järjestelmään. Tietoja voivat olla esimerkiksi työkalujen sijainti varastolla, manuaalit, kuvat, työkaluun kuuluvat osat, kalibrointi tai katsastusraportit, sekä pro forma -laskut. Lisäksi työkalua käytettäessä tai palautettaessa varastolle voidaan useilla ohjelmilla raportoida työkaluissa ilmenneet viat ja puutteet, mikä mahdollistaa nopean reagoinnin niiden korjaamiseksi.

Hallintaohjelmiston tuoma työkalukannan läpinäkyvyys ei mahdollista ainoastaan aikaisemmin kuvailtuja hyötyjä käyttäjätasolla vaan luo myös paremman yleiskuvan koko kalustokannasta. Yleiskuvan ansioista voidaan esimerkiksi luoda tarkempia investointipäätöksiä (tunnisteilla varustettujen työkalujen käyttöasteita voidaan seurata ohjelmistosta), tehostaa työkalujen käyttöä sijoittamalla ne optimaalisille sijainneille ja pitää huolta, että kalusto pysyy kunnossa (vaikkapa jaksottamalla kalibrointeja).

Yllä mainittujen hyötyjen voidaan nähdä vähentävän työntekijöiden ajankäyttöä tehostaen työntekoa, mutta ehkä merkittävimpana asiana työntekijän kannalta on henkisen paineen vähentyminen. Lisääntyneen läpinäkyvyyden johdosta voidaan luottaa, että tarvittavat työkalut ovat saatavilla ja ne ovat toimintakuntoisia. On myös syytä muistaa, että M&G LPG:n erikoistyötyökalut ovat usein hyvinkin arvokkaita ja koko Suomen työkalukannan rahallinen arvo on merkittävä. Täten, jos ohjelmiston ansioista voidaan estää edes muutaman työkalun katoaminen vuodessa, voidaan puhua isoista säästöistä.

Työkalujen hallinnan kehitystä tietokoneohjelman avulla ei ole pohdittu ABB:llä pelkäämään M&G:n kenttähuolto-organisaatiossa vaan samoja tarpeita löytyy myös muiltakin ABB:n tulosityksiköiltä. Täten työkalujen hallintaohjelmiston pilotointi hyödyttää varmasti myös muita yksiköitä ja kustannuksia voitaisiin ehkä jakaa vaikkapa yhteisprojektilla.

5.3.2 Työkalujen hallintaohjelmistoon liittyvät haasteet

Yleinen ilmapiiri uuden ohjelmiston käytölle voidaan nähdä ongelmana. Nykyään työtehtävissä käytetään jo lukuisia eri ohjelmistoja, joten yhden uuden lisääminen ei ainakaan helpota kaikkien ohjelmistojen hallinnointia. Toisaalta pilvipalvelupohjainen ohjelma ei vaadi pääsääntöisesti ohjelmiston suhteen merkittävä ylläpitoa ja käyttäjien tehtäväksi jäävätkin vain ohjelmiston käytön opettelu ja työkalukannan ylläpito.

Ohjelmistolla tulee olemaan laaja käyttäjäkunta, jonka ikä, työkokemus, tottumukset ja suhtautuminen, sekä tietotaso älylaitteiden ja selainohjelmien käytöstä vaihtelee suuresti. Jotta ohjelmisto saadaan käyttöön ja sen toimivuuteen voidaan luottaa, on jokaiselle käyttäjälle pystyttävä luomaan kattava koulutus järjestelmän käytöstä ja terävöittämään sen käytön merkitys. Jos tätä osuutta ei hoideta vastuullisesti, saattaa koko ohjelmiston toimivuus vaarantua ja oikean tiedon sijasta järjestelmään voi päätyä väärää tietoa, esimerkiksi mikäli työkaluja ei rekisteröidä lainauksen yhteydessä. Jotta kynnys rekisteröidä työkalut lainauksen ja palautuksen yhteydessä olisi mahdollisimman pieni, on sovittava organisaation ja toimipaikan sisäisesti, mitkä työkalut lisätään seurannan piiriin.

Hallintaohjelmiston toiminnan kannalta olennaista on se, että sovitut työkalut kirjataan järjestelmään ja että ne kirjataan oikein. Usein työkaluille on olemassa eri nimityksiä, joiden käyttö riippuu työntekijän tottumuksesta. Kirjauksen pohjaksi on luotava soveltuva puurakenne, jossa työkalujen kategoriointi on sovittu ainakin tiettyyn pisteeseen saakka

yhteneväiseksi. Ilman tätä työkalujen etsiminen varsinkin muilta paikkakunnilta ei tule onnistumaan. Puurakenteesta sopiminen on luonnollisinta suorittaa silloin, kun hallinta-ohjelmisto on valittu, koska se saattaa vaikuttaa puurakenteen luomiseen ohjelmistosta riippuen. Merkittävimpien työkalujen lukumäärien suhteen puhutaan sadoista työkaluista, joiden rekisteröinti järjestelmään olisi ensisijaista. Riippuen toimipisteen aktiivisuudesta ja työkalukannasta voi jokainen toimipiste kirjata oman harkintansa mukaisesti vaikka kaikki työkalut järjestelmään, kunhan vain varmistetaan, että puurakenne on laadittu oikein.

Uuden ohjelmiston hankinta isossa organisaatiossa on yleisesti prosessi, joka vaatii paljon byrokratiaa. Organisaation puitteissa ohjelmiston on täytettävä tarkat kriteerit esimerkiksi tietoturvan ja ohjelmiston valintaprosessin suhteen. Tämä voi johtaa hyvinkin pitkään ja kalliiseen hankintaprosessiin ja täten olla joissain tapauksissa jopa este ohjelmiston hankinnalle.

6 Yhteenveto

Vierailuilla ilmeni, että työkalujen kirjanpito on puutteellista ja työkaluja seurataan lähinnä ihmismuistiin perustuen, sekä satunnaisesti paperilomakkeilla. Ongelmien ratkaisuksi on selkeä tarve työkalujen hallintaohjelmistolle kaikilla Suomen M&G-kenttähuollon toimipisteillä. Saman tyyppisiä helppokäyttöisiä kaluston hallintaohjelmistoja on myös mietitty muiden ABB:n tulosityksiköiden kenttähuolto-organisaatioiden kesken.

Aihe ei ole ajankohtainen pelkästään ohjelmistojen käyttäjien keskuudessa, vaan myös toimittajien kohdalla. Pilvipalveluiden ja älylaitteiden tunnistustekniikan kehittyessä on markkinoille ilmaantunut viime vuosina useita valmiita selainkäyttöisiä kaluston hallintaohjelmistoja, jotka mahdollistavat kaluston lukemisen älylaitteilla. Suurimmaksi osaksi nämä ohjelmistot ovat saaneet alkusysäyksen eri tyyppisten organisaatioiden ongelmista kalustonhallinnan suhteen ja lähestymistapoja kalustonhallintaan on useita.

Kaluston hallintaohjelmistoja ei tule sekoittaa esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmien varastonhallintaohjelmistoihin, koska ohjelmistojen pääasiallinen tarkoitus palvelee eri käyttäjiä. Merkittävimpana tekijänä kaluston hallintaohjelmistojen toimivuuden kannalta voidaankin pitää sitä, että ne soveltuvat käyttötarkoitukseensa mahdollisimman hyvin ominaisuuksiensa puolesta. Pienetkin yksityiskohdat ohjelmistoa hankittaessa ovat siis tärkeitä lopputuloksen kannalta ja täten omat tarpeet tulee tunnistaa mahdollisimman tarkasti.

Työssä suoritettu kaluston hallintaohjelmistojen vertailu osoittaa, että vaatimusmäärittelyn tarpeet voidaan täyttää valitsemalla asiakaskohtainen ohjelmisto tai valmisohjelmisto. Ohjelmistojen valinnassa ensimmäisenä tuleekin päättää, valitaanko valmis vai asiakaskohtainen ohjelma. Asiakaskohtaiselle ohjelmistolle on tyypillistä ohjelman määrittely ja toteutus tarkasti asiakkaan tarpeisiin, ohjelmiston luominen vaatii aikaa ja sitoutumista, kertamaksu ohjelmaa luodessa ja pieni kuukausittainen ylläpitomaksu. Valmisohjelmalle on tyypillistä ohjelma muokkaaminen asiakkaan tarpeisiin rajoittunutta, valmis konsepti referensseineen ja kuukausimaksullisuus. Ominaisuuksiltaan vaatimukset täyttävän ohjelmiston valinnassa yhtenä tärkeimmistä tekijöistä tulee pitää toimittajan ylläpitovarmuutta, jonka osalta isoimpia toimittajia voidaan pitää luotettavimpina.

Ohjelmiston tyypistä riippumatta työkalujen lukemiseen käytetään yleisesti viivakoodin ja RFID-tunnisteen yhdistelmää, joka on suunniteltu toimimaan erityisesti työmaaolosuhteissa. Älylaitteita käytettäessä parhaana ja monipuolisimpana tunnisteen toimii NFC:n ja viivakoodin yhdistelmä. Lukijalaitteina on mahdollista käyttää erillisiä varastoihin sijoitettuja lukijoita ja älylaitteita.

Ennen päätöstä hankkia ohjelma tulee ottaa huomioon myös haasteet, joita ohjelmiston hankinnalta ja käytöltä voidaan odottaa. Näitä ovat etenkin käyttäjien motivointi ja koulutus ohjelman käyttöön, työkalujen laadukas ja johdonmukainen lisääminen ohjelmistoon, sekä ohjelmiston hankintaprosessin byrokratia isossa organisaatiossa.

Tätä työtä voidaan luonnehtia esiselvityksenä soveltuvista työkalujen hallintaohjelmissä ja mahdollisen hankintaprosessin kannalta seuraavaksi tulisi tutustua tarkemmin toimittajan referensseihin. Tämän on syytä tapahtua mielellään todenmukaisessa ympäristössä ja ohjelman todellisten käyttäjien toimesta.

Lähteet

ABB Oy, Motors and Generators. 2017. Verkkodokumentti. ABB Oy
<<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/yksikot/motors-and-generators>>.
Luettu 17.3.2017.

ABB Suomessa. 2017. Verkkodokumentti. ABB Oy
<<http://new.abb.com/fi/abblyhyesti/suomessa>>. Luettu 17.3.2017.

About the Technology. 2017. Verkkodokumentti. NFC forum.
<<http://nfc-forum.org/what-is-nfc/about-the-technology/>>. Luettu 21.3.2017.

Automatic Identification. 2017. Verkkodokumentti. Techopedia.
<<https://www.techopedia.com/definition/26148/automatic-identification-auto-id>>.
Luettu 10.4.2017

Aztec Code 2017. Verkkodokumentti. Rosistem.
<<http://www.barcode.ro/tutorials/barcodes/aztec.html>>. Haettu 8.4.2017

Brown, S. 2001. A History of the Bar Code. Verkkodokumentti. EH.net.
<<https://eh.net/encyclopedia/a-history-of-the-bar-code/>>. Luettu 18.3.2017.

Business Dictionary. 2017. What is graphical user interface (GUI)? Definition and meaning. Verkkodokumentti. <<http://www.businessdictionary.com/definition/graphical-user-interface-GUI.html>>. Luettu 9.4.2017.

Code 128 2017. Verkkodokumentti. ActiveBarcode.
<<http://www.activebarcode.com/codes/code128.html>>. Luettu 8.4.2017.

Code 39 2017. Verkkodokumentti. ActiveBarcode.
<<http://www.activebarcode.com/codes/code93.html>>. Luettu 8.4.2017.

Confidex. 2017. Product datasheet. Verkkodokumentti. Confidex.
<http://www.confidex.fi/application/files/4814/5733/9450/Confidex_Silverline_Micro_Datasheet.pdf>. Luettu 9.4.2017.

Data ID Systems. 2017. What is a Bar Code? Verkkodokumentti.
<<http://www.dataid.com/whatsabcdetail.htm>>. Luettu 8.4.2017.

Data Matrix 2017. Verkkodokumentti. ActiveBarcode
<<http://www.activebarcode.com/codes/datamatrix.html>>. Luettu 8.4.2017.

Forselius, P. 2013. Onnistunut tietojärjestelmän hankinta. 3. Uudistettu painos. Vantaa: Talentum Media Oy.

Glover, B. & Bhatt, H. 2006. RFID Essentials. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc.

- GS1 Finland. 2017. Viivakooditaulu. Verkkodokumentti.
<https://www.gs1.fi/content/download/4705/30095/.../1.4+viivakooditaulu_suomi.pdf>.
Luettu 8.4.2017.
- HID Global Corporation. 2017. Identification Technologies. Verkkodokumentti.
<<https://www.hidglobal.com/products/rfid-tags/identification-technologies/seal-tag-rfid-tags>>. Luettu 8.4.2017.
- Hunt, V., Puglia, A. & Puglia, M. 2007. RFID A GUIDE TO RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Kaskela, L. 2005. Vaatimusmäärittely. Verkkodokumentti. Tietoyhteiskunnan Kehittämiskeskus, TIEKE. <<http://www.tieke.fi/pages/viewpage.action?pagelId=3441242>>.
Luettu 8.4.2017.
- Max, M. 2011. Essentials of inventory management. Second Edition. Verkkokirja. AMACOM. Saatavana Ebook Central-tietokannasta: Vaatii käyttöoikeuden. Luettu 24.3.2017.
- NFC-tekniikka. 2017. Verkkodokumentti.
<<http://nfc-tunniste.weebly.com/>>. Luettu 21.3.2017.
- Nordic ID. 2017. Products. Verkkodokumentti.
<<http://www.nordicid.com/en/home/products/>>. Luettu 8.4.2017.
- QR Code 2017. Verkkodokumentti. ActiveBarcode
<<http://www.activebarcode.com/codes/qrcode.html>>. Luettu 8.4.2017.
- RFID4UI. 2016. Inductive and Backscatter Coupling. Verkkodokumentti.
<<http://rfid4u.com/rfid-basics-resources/inductive-and-backscatter-coupling/>>.
Luettu 15.4.2017.
- RFID Lab. 2017. Esittelijä: Isomäki, Sami. Teknologiapäällikkö. RFID Lab Finland ry. Vierailu 24.3.2017.
- Rida, T., Yang, L. & Tentzeris, M. 2010. RFID-Enabled Sensor Design and Applications. Integrated microsystems series. Norwood, MA 02062: Artech house.
- SFS-KÄSIKIRJA 301-1. 2010. RFID Osa 1: Opas. Johdatus tekniikkaan. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- Specifications For Popular 2D Bar Codes. 2014. Verkkodokumentti. Adams Communications <<http://www.adams1.com/stack.html>>. Luettu 25.3.2017.
- Vilpas, P. 2017. 1. KVANTITATIIVINEN TUTKIMUS. Verkkomoniste. Metropolia AMK.
<<https://users.metropolia.fi/~pervil/kvantsu/Moniste.pdf>>. Luettu 9.4.2017.

Toimipisteiden haastattelulomake

Vierailu XXXX

Aika XXXXXXXX
Paikka XXXXXXXX
Paikalla XXXXXXXX

Vierailun pohjalta täydennettiin alla oleva haastattelulomake.

Servicen organisaatio

Kuinka monta asentajaa?

Kuinka monta toimihenkilöä?

Kuinka monta keikkaa vuodessa?

Lainausjärjestelmä

Kuinka lainaus/palautus kirjanpito hoidetaan nykyään?

Mobiililaitteen käyttö lainauksessa?

Vaatimukset työkalujen hallintaohjelmistolle?

Muita kommentteja liittyen hallintaohjelmistoon?

Työkaluvarasto

Kuinka monta varastotilaa?

Arvioitu kannettavien lukijalaitteiden määrä/sijoitus?

Työkalujen määrä?

Kalliiden työkalujen ja erikoistyökalujen määrä?

Perus työkalujen määrä?

Varaston työkalujen kokonaisarvo?

Onko työkaluja inventoitu?

Työkalujen järjestyksen nykytilanne?

Kategoriointi dokumentointia ajatellen?

Kuinka usein työkalut ovat hukassa?

Aika-arvio turhasta työstä, joka aiheutuu työkalujen etsimisestä ajallisesti?

Joudutaanko ostamaan uusia työkaluja sen vuoksi, kun olemassa olevat ovat hukassa?

Kuinka usein työkaluja lainataan muilta toimipisteiltä, koska työkalut ovat hukassa?

Kuinka työkalujen kalibrointi on hoidettu? (huomiot lainausjärjestelmälle)

Muuta huomioitavaa

Toimittajien haastattelulomake

Tapaaminen XXXX

Aika XXXXXXXX

Paikka XXXXXXXX

Paikalla XXXXXXXX

Tähän sanallinen yleiskertomus toimittajasta/ohjelmistosta.

Toteutusympäristö

Pilvipalvelu?

Ohjelmiston tyyppi

Valmis, puolivalmis, alusta kehitetty?

Tietoturva

Lähdekoodi?

Tietokannan omistajuus?

Palvelinten sijainti?

Ylläpito?

Automaattinen tunnistus

Tunnistustapa?

Tunnisteet (metallit, liimapinta)?

Referenssejä tunnisteiden paremmuudesta?

Päätelaite? (kiinteä, langaton, mobiili)

Sijoituksen vaatimukset?

Käyttöliittymät

Selainkäyttöliittymä?

Päätelaitteen käyttöliittymä?

Kuvaus lainaus ja palautustapahtumasta?

Kirjautuminen päätelaitteelle?

Hinnoittelu

Hinnoitteluperuste?

Referenssit

Mitä referenssejä?

