

XML Tietointegraatio

Johdanto

XML (Extensible Markup Language) on yleinen rakenteellisen tiedon tekstipohjainen esitystapa, joka mahdollistaa tiedonsiirron sekä ihmisen että tietokoneen luettavassa muodossa. XML on merkintäkieli, jolla voidaan kuvata tiedon rakenne eli syntaksi niin, että se voidaan lukea ja jäsentää ohjelmallisesti tietokoneella. Näin se mahdollistaa automatisoidun tiedonsiirron eri tietojärjestelmien välillä. XML:llä tarkoitetaan usein joukkoa erilaisia XML pohjaisia standardoituja tekniikoita ja merkintäkieliä. Nämä W3C:n kehittämät laadukkaat standardit ovatkin mahdollistaneet sen, että XML:stä on tullut yksi tärkeimmistä teollisuuden tietointegraation työvälineistä 2000-luvulla.

XML:n keskeiset sovellusalueet

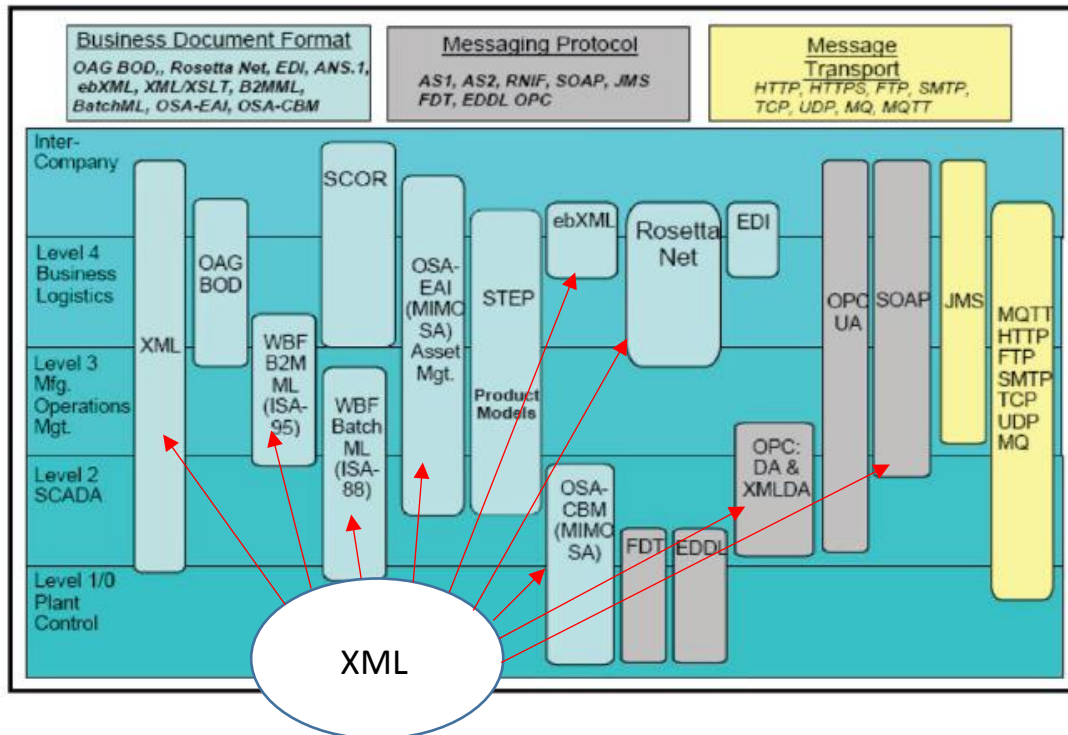
Eri teollisuusalojen organisaatiot ovat kehittäneet lukuisia sovellusalueensa tiedon referenssimalleja, joiden toteutus esitetään standardoiduilla sovellusaluekohtaisilla XML kielillä. Nämä XML toteutukset mahdollistavat esimerkiksi automaatiohierarkian (ks. Automaation tietotekniikka (AT) teoria osuus) eri tasoilla olevien järjestelmien tiedonsiirron ja integraation (MES-ERP/SP95/B2MML; Mimoso). Esimerkiksi ANSI/ISA-95 standardi määrittelee terminologiaa ja malleja automaatiojärjestelmien integroimiseksi yritystason sovelluksiin. Standardi määrittelee XML pohjaisen kielen B2MML (Ks. Liite B), joka on tarkoitettu valmistuksen ohjauksen MES järjestelmien ja toiminnan-ohjausjärjestelmien ERP välisen tiedon kuvaukseen (Ks. Automaatiopyramidi AT:n teoria kuva 2) . Toisena XML:n sovelluskohteena voidaan mainita suunnittelutiedon tiedonsiirto eri ohjelmien välillä. Tehdas- ja automaatio suunnittelumallien tiedonsiirto jopa eri valmistajien suunnitelutyökalujen (CAD/CAE) välillä onnistuu saumattomasti standardoitujen XML kielten avulla (AML/CAEX; DEXPI). Kolmas tärkeä sovellusalue on yritysten välinen sovellusintegraatio (EAI), jolla pyritään liiketoimintaprosessien automatisointiin. Sovellusintegraatiopalvelimet (Biztalk) välittävät dokumentteja, kuten tilauksia ja laskuja, eri organisaatioiden järjestelmien välillä XML muodossa. XML tekniikat mahdollistavat tehokkaan viestien tietosisällön ja -rakenteen muunnokset eri yritysten käyttämien esitystapojen välillä. Uudet internet pohjaiset palveluarkkitehtuurit (SOA, REST) ja pilvipalveluratkaisut tuovat mukanaan uusia tehokkaita integrointitekniikoita, jotka tulevat enemmän tai vähemmän muuttamaan tätä kokonaiskuvaa.

Liiketoimintaprosessien automatisoinnissa keskeisessä asemassa ovat ns. Web sovelluspalvelut (Web Services), joilla tarkoitetaan koneiden välisen Webin yli tapahtuvaa palvelupyyntöjen välittämisen ja tiedonsiirron mahdollistavaa tekniikkaa. W3C:n standardoiman tekniikan (SOAP) palvelurajapinnat ja tiedonsiirto kuvataan XML-kielillä (WSDL). Sähköisen liiketoiminnan (e-business) palvelut jotka vaativat luotettavuutta, hyvää tietoturvaa ja transaktioiden hallintaa monen toimijan ympäristössä perustuvat edelleen SOAP sovelluspalveluihin ja lukuisiin muihin W3C:n oheisstandardeihin. Nykyisin yleistyneet REST arkkitehtuuriin perustuvat sovelluspalvelut voivat käyttää XML:n rinnalla tai tilalla myös JSON esitystapaa.

Web-selaimessa esitettävien www-sivujen esitysmuoto määritellään HTML5 kielellä, jonka keskeinen osa on XML-kieliperheeseen kuuluva XHTML-merkintäkieli. Sivulla esitettävä tietosisältö luetaan serveriltä joko XML tai JSON esitysmuodossa. Erityisesti uusien web sovellusten välisessä tiedonsiirrossa (selain-palvelin) käytetään yleisesti JSON:a, koska se JavaScript yhteensopivana esitysmuotona on tehokas selaimissa suoritettavaksi. Web-ympäristössä JSON on paljolti korvannut

XML:n tiedon esitysmuotona. Käytännössä molemmat esitystavat ovat kuitenkin hyödyllisiä hiukan eri käyttötarkoituksissa. JSON soveltuu yksinkertaisten tietosisältöjen tehokkaaseen web-sovellusten tiedonsiirtoon, kun taas XML on soveltuu edelleen paremmin isojen ja monimutkaisten tietomallien esittämiseen, dokumenttien prosessointiin, validointiin ja muunnosten tekoon.

Tehokkaat hyvin standardoidut XML tekniikat, XML:n helppo laajennettavuus ja jo kehitetyt eri teollisuudenalojen tietointegraatiota helpottavat standardoidut referenssimallit ovat edelleen XML:n valttikortti. Seuraava kuva 1 havainnollistaa XML:n käytön laajuutta teollisuuden tietointegraatiossa.



Kuva 1: Esimerkkejä teollisuudessa käytetyistä integraatio-standardeista, joista useat soveltavat XML tekniikkaa (modified from Figure 21: Manufacturing Integration Standards—An Overview. MESA SOA in Manufacturing 2008).

Suunnittelutiedon hierarkiset tietomallit

Monimutkaisten järjestelmien suunnitteluaineistosta tulee helposti laajoja ja vaikeasti hallittavia.

Yleinen lähestymistapa tähän ongelmaan on hierarkioiden käyttö. Kokonaisuuden jäsentämistä voidaan tehdä useilla eri tavoilla. (Ks. RAMI arkkitehtuuri AT:n lukutehtävän kuva 4)

Tärkein hierarkisen jäsentelyn periaate on jakaa laaja kokonaisuus osiin, jolloin muodostuu *osat-kokonaisuus* –hierarkia. Koko tehdas muodostuu tuotantolinjoista, linjat koneista jne. Myös toiminnallisen kuvauksen toiminnot voidaan jakaa osatoiminnoiksi. [1]

Malliin sisältyvät oliot edustavat yleensä yksilöitä, kuten tiettyä tuotantolinjaa, joka voi koostua joukosta kuljettimia ja antureita. Tällaista mallia voidaan silloin kutsua myös *instanssi*-hierarkiaksi (erotukseksi luokkahierarkiasta). Samankaltaisia toimintoja toteuttavilla laitteilla on yhteisiä piirteitä, jolloin ne voidaan luokitella samaan luokkaan kuuluviksi. Eri luokat voidaan järjestää *luokkahierarkiaan*, jossa ylempään luokkaan liitetyt ominaisuudet periytyvät sen aliluokille.

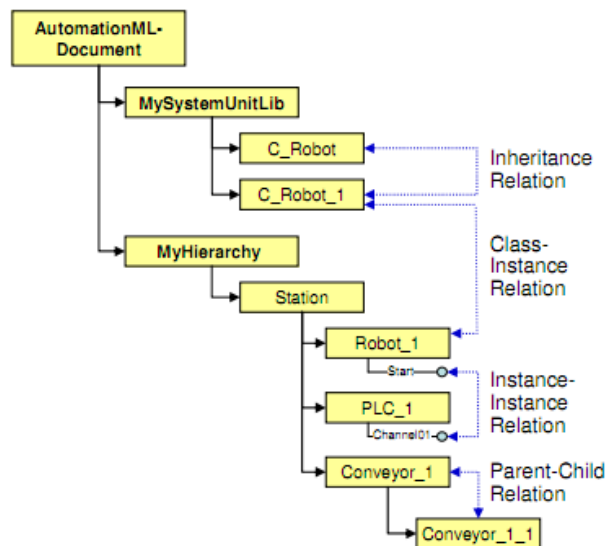
Laitevalmistajan laitetypit muodostavat myös luokkahierarkian. Tietointegraation kannalta olisi hyödyllistä, jos eri laitevalmistajien laitetypit voitaisiin linkittää teollisuusalueelle kehitettyyn avoimen tehdasmallin, referenssimallin, luokkahierarkiaan. Tämä onkin tavoitteena esimerkiksi ISO 15926 tehdasmallistandardin kehitystyössä.

On lukuisia eri tapoja järjestää tuotteita hierarkioihin sovellusalueen näkökulmasta riippuen. Tuotteen suunnittelun ja valmistuksen näkökulma luokitteluun on usein eri kuin sen myynti-organisaation. Tämän vuoksi tarvitaan erilaisia tietomalleja vaikka ne sisältäisivät runsaasti samansisältöistä tietoa samoista kohteista.

AutomationML

AutomationML (Automation Markup Language) on yksi keskeisimmistä teollisuuden XML kieleen perustuvista tietointegraatiostandardeista, jota on sovellettu erityisesti kappaleetavaraiteollisuudessa. AML on laitetoimittaja-riippumaton tiedon esitysmuoto, joka on tarkoitettu tehdassuunnittelutiedon tiedonsiirtoon eri organisaatioiden ja eri suunnitteluohjelmistojen välillä. AML määrittelee paitsi laitteiden rakenteellisen tiedon esitystavan (CAEX) myös avoimen työkaluriippumattoman PLC ohjelmien sarjallistamismuodon (PLCopen XML). Nämä XML-kielistandardit on formaalisti määritelty XML Scheman avulla.

AML mahdollistaa erityyppisten laitehierarkioiden esittämisen standardilla tavalla. Samassa *AutomationMLLibrary* dokumentissa voidaan esittää laitteistojen osa – kokonaisuus hierarkioita (parent-child relation) *InstanceHierarchy* osassa ja laiteluokka hierarkioita (class-instance relation) *SystemUnitClassLib* osassa. Liitteessä A on esitetty esimerkkejä *AutomationMLLibrary*:n erilaisista hierarkiamalleista XML muodossa.



Kuva 2. Hahmotelma AML dokumentin rakenteesta ja sen elementtien erityyppisistä assosiaatioista

Erilaisten sovellusten tiedon sarjallistaminen

Edellä mainittujen laajojen standardoitujen XML sovellusalueiden lisäksi XML esitystavalla on hyvin tärkeä merkitys lukuisien erilaisten sovellusten tiedon sarjallistamismuotona tiedon tallentamista ja sovelluksesta toiseen tapahtuvaa tiedonsiirtoa varten (export-import). Esimerkiksi erilaiset tuoteluettelot, sovellusten ja laitteiden konfigurointitiedostot, toimistosovellusten (Word, Excel) dokumenttien xml sarjallistukset (XML export) ja verkkopankkien tilitietojen XML esitys.

Lyhyt XML esimerkki

XML on tiedon tallentamista ja rakenteen kuvaamista koskeva määrittely. XML-merkintäkielillä voidaan kuvata hierarkkisia puumuotoisia tietorakenteita (tree).

Seuraava kuva esittää lyhyen näytteen XML-dokumentista, joka sisältää joitakin kurssiin liittyviä tietoja XML-muodossa. Tekstin sisältö on helposti lukijan ymmärrettävissä ja <> sulkeissa olevien merkintöjen (elementtien, tagien) ansiosta se on myös koneellisesti (ohjelmallisesti) luettavissa.

```
<kurssi>
  <koodi> ELEC-C8203 </koodi>
  <jaksot> III </jaksot>
  <nimi> Automaatiojärjestelmät 2 </nimi>
</kurssi>
```

Kuva 3. Esimerkki kurssitietoja sisältävästä XML-dokumentista

Tämän dokumentin Liitteissä on lisää XML esimerkkejä, joista erityisesti Liitteen A AutomationML esimerkkeihin tutustuminen on hyödyllistä XML moduulin tehtävien ratkaisemista ajatellen.

Tehtävä

Lukuisat päivittäin käytettävät sovellukset mahdollistavat tietojen tallentamisen ja tulostamisen/sarjallistamisen (export) xml-muodossa. Kokeile jollakin seuraavista sovelluksista niissä käsiteltävien tietojen tulostamista XML-muodossa. Tutki minkälaisia XML-merkintöjä (tag) niissä on käytetty ja voiko niistä päätellä ko. tiedon merkityksen.

1. Jonkin toimistosovelluksen (esim: Excel, Word) dokumentin tulostus xml-muodossa (Excel XML export; Save as Word XML Document (.xml))
2. Kokeile voiko käyttämäsi verkkopankkien tilitietoja exportata XML-muodossa (toimii ainakin DanskeBank:ssa).
3. HTML sivujen tutkiminen selaimessa: mene URL osoitteeseen: <https://en.wikipedia.org/wiki/XHTML> ja klikkaa hiiren oikealla sivun tekstikentän päällä ja valitse View Page Source, jolloin sivun lähdekoodi aukeaa selainikkunaan. Minkälaista merkkiausta sivulla on käytetty?
4. Tutki jonkun muun käyttämäsi yleisen sovelluksen mahdollista XML export tiedostomuotoa.

Reflektiokysymys

Luettuasi ajatuksella tämän dokumentin palauta mieleesi, mitä siinä kerrottiin kahden eri merkintäkielen XML:n ja JSON:n eroista. Mieti lyhyt vastaus seuraavaan kysymykseen:

- Mitkä ovat toisaalta XML:n ja toisaalta JSON:n keskeiset sovellusalueet?

LIITE A: AutomationML (CAEX)

```
<InstanceHierarchy Name="production_line">
  <InternalElement Name="unit_1" ID="d0e9">
    <InternalElement Name="Päätynostin PN1" ID="LM001" RefBaseSystemUnitPath="ProdLineSystemUnitClassLib/lift_module">
      <InternalElement Name="conveyor_1" ID="d0e9" RefBaseSystemUnitPath="ProdLineSystemUnitClassLib/BELTconveyor"/>
      <InternalElement Name="conveyor_2" ID="d0e9" RefBaseSystemUnitPath="ProdLineSystemUnitClassLib/BELTconveyor"/>
      <InternalElement Name="lifter_shelf_1" ID="d0e9" RefBaseSystemUnitPath="ProdLineSystemUnitClassLib/lifter_shelf">
        <InternalElement Name="conveyor_1" ID="d0e9" RefBaseSystemUnitPath="ProdLineSystemUnitClassLib/BANDconveyor"/>
      </InternalElement>
      <InternalElement Name="sensor_1" ID="d0e9" RefBaseSystemUnitPath="ProdLineSystemUnitClassLib/INDUCTIVEsensor"/>
      <InternalElement Name="chassis_1" ID="d0e9" RefBaseSystemUnitPath="ProdLineSystemUnitClassLib/SAFETYchassis"/>
    </InternalElement>
  </InternalElement>
  <InternalElement Name="unit_2" ID="d0e9">
    <InternalElement Name="Starter-moduuli ST1" ID="SM001" RefBaseSystemUnitPath="ProdLineSystemUnitClassLib/starter_module">
      <InternalElement Name="conveyor_1" ID="d0e9" RefBaseSystemUnitPath="ProdLineSystemUnitClassLib/BELTconveyor"/>
      <InternalElement Name="conveyor_2" ID="d0e9" RefBaseSystemUnitPath="ProdLineSystemUnitClassLib/BELTconveyor"/>
      <InternalElement Name="conveyor_3" ID="d0e9" RefBaseSystemUnitPath="ProdLineSystemUnitClassLib/BELTconveyor"/>
      <InternalElement Name="sensor_1" ID="d0e9" RefBaseSystemUnitPath="ProdLineSystemUnitClassLib/INDUCTIVEsensor"/>
      <InternalElement Name="sensor_2" ID="d0e9" RefBaseSystemUnitPath="ProdLineSystemUnitClassLib/OPTICsensor"/>
      <InternalElement Name="crossing_1" ID="d0e9" RefBaseSystemUnitPath="ProdLineSystemUnitClassLib/GenericCrossing"/>
      <InternalElement Name="crossing_2" ID="d0e9" RefBaseSystemUnitPath="ProdLineSystemUnitClassLib/GenericCrossing"/>
      <InternalElement Name="crossing_3" ID="d0e9" RefBaseSystemUnitPath="ProdLineSystemUnitClassLib/GenericCrossing"/>
    </InternalElement>
  </InternalElement>
</InstanceHierarchy>
```

Kuva A1. Esimerkki AutomationML dokumentin InstanceHierarchy osiosta.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<AutomationMLLibrary>
  <SystemUnitClassLib Name="ProdLineSystemUnitClassLib">
    <SystemUnitClass Name="GenericModule"/>
    <SystemUnitClass Name="GenericConveyor"/>
    <SystemUnitClass Name="GenericSensor"/>
    <SystemUnitClass Name="GenericCrossing"/>
    <SystemUnitClass Name="GenericChassis"/>
    <SystemUnitClass Name="lift_module" RefBaseClassPath="ProdLineSystemUnitClassLib/GenericModule"/>
    <SystemUnitClass Name="starter_module" RefBaseClassPath="ProdLineSystemUnitClassLib/GenericModule"/>
    <SystemUnitClass Name="workstation" RefBaseClassPath="ProdLineSystemUnitClassLib/GenericModule"/>
    <SystemUnitClass Name="BANDconveyor" RefBaseClassPath="ProdLineSystemUnitClassLib/GenericConveyor"/>
    <SystemUnitClass Name="BELTconveyor" RefBaseClassPath="ProdLineSystemUnitClassLib/GenericConveyor"/>
    <SystemUnitClass Name="INDUCTIVEsensor" RefBaseClassPath="ProdLineSystemUnitClassLib/GenericSensor"/>
    <SystemUnitClass Name="OPTICsensor" RefBaseClassPath="ProdLineSystemUnitClassLib/GenericSensor"/>
    <SystemUnitClass Name="SAFETYchassis" RefBaseClassPath="ProdLineSystemUnitClassLib/GenericChassis"/>
  </SystemUnitClassLib>
  <InstanceHierarchy Name="production_line">
```

Kuva A2. Esimerkki AutomationML dokumentin SystemUnitClassLib osiosta

```
<RoleClassLib Name="AMLExtendedRoleClassLib">
  <Version>2.1</Version>
  <RoleClass Name="SignalGroup" RefBaseClassPath="AMLBaseRoleClassLib/AMLBaseRole/Group" />
  <RoleClass Name="ComponentGroup" RefBaseClassPath="AMLBaseRoleClassLib/AMLBaseRole/Group" />
  <RoleClass Name="PLCFacet" RefBaseClassPath="AMLBaseRoleClassLib/AMLBaseRole/Facet" />
  <RoleClass Name="HMIFacet" RefBaseClassPath="AMLBaseRoleClassLib/AMLBaseRole/Facet" />
  <RoleClass Name="Unit" RefBaseClassPath="AMLBaseRoleClassLib/AMLBaseRole/Structure" />
  <RoleClass Name="Measurement Equipment" RefBaseClassPath="AMLBaseRoleClassLib/AMLBaseRole/Resource" />
  <RoleClass Name="Site" RefBaseClassPath="AMLBaseRoleClassLib/AMLBaseRole/Structure" />
  <RoleClass Name="Hall" RefBaseClassPath="AMLBaseRoleClassLib/AMLBaseRole/Structure" />
  <RoleClass Name="Line" RefBaseClassPath="AMLBaseRoleClassLib/AMLBaseRole/Structure" />
  <RoleClass Name="Cell" RefBaseClassPath="AMLBaseRoleClassLib/AMLBaseRole/Structure" />
  <RoleClass Name="FunctionGroup" RefBaseClassPath="AMLBaseRoleClassLib/AMLBaseRole/Structure" />
  <RoleClass Name="Turntable" RefBaseClassPath="AMLMIRoleClassLib/ManufacturingEquipment/Transport" />
  <RoleClass Name="Conveyor" RefBaseClassPath="AMLMIRoleClassLib/ManufacturingEquipment/Transport" />
  <RoleClass Name="BeltConveyor" RefBaseClassPath="AMLExtendedRoleClassLib/Conveyor" />
  <RoleClass Name="RollConveyor" RefBaseClassPath="AMLExtendedRoleClassLib/Conveyor" />
  <RoleClass Name="ChainConveyor" RefBaseClassPath="AMLExtendedRoleClassLib/Conveyor" />
  <RoleClass Name="PalletConveyor" RefBaseClassPath="AMLExtendedRoleClassLib/Conveyor" />
</RoleClassLib>
<RoleClass Name="Liftingtable" RefBaseClassPath="AMLMIRoleClassLib/ManufacturingEquipment/Transport" />
<RoleClass Name="AGV" RefBaseClassPath="AMLMIRoleClassLib/ManufacturingEquipment/Transport" />
```

Kuva A3. Esimerkki AutomationML dokumentin RoleClassLib osiosta.

LIITE B: ISA-95 ja B2MML Schema

```
<xsd:import namespace="http://www.mesa.org/xml/B2MML-V0600-AllExtensions"
            schemaLocation="B2MML-V0600-AllExtensions.xsd"/>

<xsd:complexType name = "EquipmentType">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element name = "ID" type = "IdentifierType"/>
    <xsd:element name = "Description" type = "DescriptionType" minOccurs = "0" maxOccurs = "unbounded"/>
    <xsd:element name = "Location" type="LocationType" minOccurs="0"/>
    <xsd:element name = "HierarchyScope" type = "HierarchyScopeType" minOccurs = "0" />
    <xsd:element name = "EquipmentLevel" type = "HierarchyScopeType" minOccurs = "0" />
    <xsd:element name = "EquipmentAssetMapping" type = "EquipmentAssetMappingType" minOccurs = "0" maxOccurs = "unbounded"/>
    <xsd:element name = "EquipmentProperty" type = "EquipmentPropertyType" minOccurs = "0" maxOccurs = "unbounded"/>
    <xsd:element name = "Equipment" type = "EquipmentType" minOccurs = "0" maxOccurs = "unbounded"/>
    <xsd:element name = "EquipmentClassID" type = "EquipmentClassIDType" minOccurs = "0" maxOccurs = "unbounded"/>
    <xsd:element name = "EquipmentCapabilityTestSpecificationID" type = "EquipmentCapabilityTestSpecificationIDType"
                minOccurs = "0" maxOccurs = "unbounded"/>
    <xsd:group ref = "Extended:Equipment" minOccurs = "0" maxOccurs = "1"/>
  </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
```

Kuva B1. Extract from B2MML Schema B2MML –V0600 Equipment.xsd

Liite C: Esimerkki PC:n konfiguraatitiedostosta

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes" ?>
<specydata version="1.31.732" formatversion="2.0" languageID="0" time="20171210T105218"
  <mainsection title="Summary">
  <section title="Operating System" id="1">
    <entry title="Windows 7 Professional 32-bit SP1" value="" />
  </section>
  <section title="CPU" id="2">
    <entry title="Intel Core 2 Quad Q6600 @ 2.40GHz" value="65 °C" />
    <entry title="Kentsfield 65nm Technology" value="" />
  </section>
  <section title="RAM" id="3">
    <entry title="6,00GB Dual-Channel DDR2 @ 400MHz (5-5-5-18)" value="" />
  </section>
  <section title="Motherboard" id="4">
    <entry title="ASUSTeK Computer INC. P5K (LGA775)" value="43 °C" />
  </section>
  <section title="Graphics" id="5">
    <entry title="S27D390 (1920x1080@60Hz)" value="" />
    <entry title="ATI Radeon HD 2400 Series (MSI)" value="47 °C" />
  </section>
  <section title="Storage" id="6">
    <entry title="465GB Seagate ST3500630AS ATA Device (SATA)" value="34 °C" />
    <entry title="29GB Kingston DataTraveler 111 USB Device (USB)" value="" />
  </section>
  <section title="Optical Drives" id="7">
    <entry title="TSSTcorp CDDVDW SH-S203P ATA Device" value="" />
  </section>
  <section title="Audio" id="8">
    <entry title="High Definition Audio Device" value="" />
  </section>
</mainsection>
```

Kuva C1. Alkuosa PC:n konfiguraatitiedostosta (Sinuhe.xml)