

hyväksymispäivä arvosana

arvostelija

Palvelutasosopimukset ja WSLA

Mikko Kautto

Helsinki 31.3.2009

HELSINGIN YLIOPISTO
Tietojenkäsittelytieteen laitos

Tiedekunta — Fakultet — Faculty		Laitos — Institution — Department	
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Tietojenkäsittelytieteen laitos	
Tekijä — Författare — Author			
Mikko Kautto			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
Palvelutasosopimukset ja WSLA			
Oppiaine — Läroämne — Subject			
Tietojenkäsittelytiede			
Työn laji — Arbetets art — Level		Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages
		31.3.2009	12 sivua + 0 liitesivua
Tiivistelmä — Referat — Abstract			
<p>Palvelutasosopimus on asiakkaan ja palveluntarjoajan välinen sopimus, jossa määritellään asiakkaalle tarjotun palvelun palvelutaso. Palvelutasosopimuksella pyritään takamaan palvelun laatu. Palvelutasosopimusten määrittelyyn on olemassa useita kieliä, joista useimmat ovat XML-pohjaisia.</p> <p>WSLA on IBM:n kehittämä XML Schema-pohjainen kehys ja määrittelykieli Web Service-arkkitehtuurilla toteutettujen palveluiden palvelutasosopimusten laatimiseen ja monitorointiin. Kehykseen sisältyy monitorointiympäristö, jolla voidaan tarkkailla SLA:n toteutumista.</p> <p>ACM Computing Classification System (CCS): H.3.5 [Online Information Services]: Web-based services, K.6.2 [Installation Management]: Performance and usage measurement, K.6.4 [System Management]: Quality assurance, K.6.m [Miscellaneous]: Contracts</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Key words			
XML, SLA, SLO, WSLA, service level agreement, Web services			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Additional information			

Sisältö

1 Johdanto	1
2 Palvelustasosopimukset	1
3 Palvelutasosopimusten määrittelykielet ja kehykset	2
4 Web service	3
5 WSLA	3
5.1 WSLA:n rooli	4
5.2 Metriikat ja parametrit	5
5.3 WSLA-palvelutasosopimuksen rakenne	5
5.4 WSLA-monitorointiympäristö	8
5.5 Monitoroinnin ulkoistaminen sopimusta tukeville osapuolille	10
6 Yhteenveto	10
Lähteet	12

1 Johdanto

Palvelutasosopimus on asiakkaan ja palveluntarjoajan välinen sopimus, jossa määritellään asiakkaalle tarjotun palvelun palvelutaso. SLA:lla pyritään takamaan tarjotun palvelun laatu.

SLA-sopimuksessa määritellään tarjottava palvelu, prioriteetit, vastuut ja takuut. Sopimuksessa kuvataan myös luvattun palvelutason alittamisesta seuraavat sanktiot, sekä mittarit joilla palvelutasoa seurataan. Palvelutasosopimuksia määritellään usein organisaation ulkopuolelta hankittujen palveluiden lisäksi myös organisaation sisäisten yksiköiden toisilleen tarjoamille palveluille.

WSLA on IBM:n kehittämä kehys Web Service-arkkitehtuurilla toteutettujen palveluiden palvelutasosopimusten laatimiseen ja monitorointiin. WSLA:n avulla voidaan laatia palvelutasosopimus formaalilla tavalla, joka mahdollistaa tarjottavan palvelun sekä sen palvelutason valvontaan käytettävän järjestelmän automaattisen konfiguroinnin.

WSLA-kehys sisältää monitorointiympäristön, jolla palvelua voidaan monitoroida dynaamisesti. Monitorointiympäristö osaa muuntaa SLA:n automaattisesti konfiguraatioparametreikseen. WSLA:lla voidaan myös määrittellä toimenpiteitä, jotka tulee suorittaa kun palvelutasosopimuksessa luvattu palvelutaso alittuu. WSLA mahdollistaa myös palvelun monitoroinnin ulkoistamisen kolmannelle osapuolelle.

2 Palvelutasosopimukset

Palvelutasosopimukset (SLA eli *Service Level agreement*) ovat asiakkaan ja palveluntarjoajan välisiä sopimuksia, joissa kuvataan miten ja minkälaisella palvelutasolla asiakkaalle tarjotun palvelun tulisi toimia. Palvelutasosopimus edustaa sopimuksen osapuolien yhteisymmärrystä palveluista, prioriteeteista, vastuista ja takuista [ITIL].

Palvelutasosopimus tarjoaa asiakkaalle selkeyttä ja realistiset odotukset palvelutason suhteen. Palvelua tarjoavan osapuolen on puolestaan helpompi varata resursseja palvelulle, kun asiakkaiden odottama palvelun taso on selkeästi määritelty. Palvelutasosopimus asettaa selkeät raja-arvot palvelun tasolle ja helpottaa ongelmakohtien löytämistä.

SLA-sopimuksia alettiin käyttämään teleoperaattoreiden toimesta 1980-luvun lop-

pupuoliskolla. Nykypäivänä palvelutasosopimusten käyttö on laajalle levinnyttä ja yleisessä käytössä varsinkin IT-palveluiden piirissä. Useissa yrityksissä palvelutasosopimuksia solmitaan ulkoisten toimijoiden lisäksi myös sisäisten asiakkaiden (esimerkiksi toisen yrityksen sisäisen yksikön) kanssa.

Palvelutasosopimuksessa kuvataan tarjottava palvelu, sopimuksen osapuolet, sekä heidän roolinsa ja vastuunsa. Sopimuksessa määritellään palveluille palvelutasot, joilla niiden tulee toimia. Palvelustason tulee olla seurattavissa ja valvottavissa. Sopimuksessa määritellään myös palvelutason alittamisesta seuraavat toimenpiteet ja sanktiot.

SLO:t (*Service Level Objective*) eli palvelutason tavoitteet ovat keskeinen osa palvelutasosopimusta [ITIL]. SLO:t ovat yksittäisiä, mitattavia SLA:n arvoja, esimerkiksi saatavuus, suorituskyky tai vasteaika. On tärkeää, että palvelutason tavoitteet ovat mitattavissa, jotta niitä voidaan käyttää toteutuneen palvelutason arviointiin. SLO määrittelee palvelutasolle raja-arvot, miten ja missä palvelutasoa mitataan sekä ajanjakson, jolla mittausta suoritetaan.

Yksittäinen palvelutason tavoite voi riippua useammasta tarjottavan palvelun komponentista. Yksittäisellä palvelun komponentilla voi puolestaan olla useita QoS-mittareita (*Quality of Service*). Esimerkiksi palvelun saatavuus voi riippua usean eri komponentin saatavuusmittareista.

3 Palvelutasosopimusten määrittelykielet ja kehykset

Standardoimattomuudesta johtuen palvelutasosopimusten sisältö ja määrittelytavat saattavat vaihdella suuresti organisaatiosta toiseen. Eri yrityksillä on käytössään hyvin erityyppisiä käytäntöjä sopimuksen laatimisesta ja sen sisällöstä. Useasti SLA-sopimuksia laaditaan ei-formaalilla kielellä, jolloin niiden uudelleenkäytettävyys ja koneellinen luettavuus on vaikeaa tai mahdotonta.

Eräs sähköisen liiketoiminnan tärkeistä osa-alueista on sähköinen sopimus, jossa määritellään sähköisessä liiketoimintaympäristössä toimivien osapuolten roolit ja heidän välillään laadittavat palvelutasosopimukset. Monet sähköisten sopimusten toteutukset keskittyvät tiettyyn palveluun tai ovat semantiikaltaan puutteellisia. XML ratkaisee nämä ongelmat ja on se soveltuu tästä syystä hyvin sähköisten sopimusten laatimiseen. XML-dokumentti ja sen entiteettien semantiikka voidaan määrittellä

XML Schemalla [SXL05].

Palvelutasosopimuksen laatimiseen ja monitorointiin on tarjolla useita valmiita kieliä ja kehyksiä, joista suurin osa on XML-pohjaisia. SLA-sopimuksen laatimiseen soveltuvien kielten ja kehysten kypsyyttä sekä tasoa, jolla SLA niissä määritellään vaihtelee suuresti. Yleisesti kaikki määrittelykielet (mukaanlukien kappaleessa 5 käsiteltävä WSLA) kuvaavat seuraavat palvelutasosopimukseen liittyvät asiat [LKD03]:

- Sopimuksen osapuolet (*parties*), heidän roolinsa ja sopimuksen muille osapuolille tarjotut toimintarajapinnat
- Itse palvelu ja sen palvelutasoparametrit (*SLA parameters*), parametrien mitattavat metriikat (*metrics*), sekä algoritmit näillä tehtäviin laskutoimituksiin
- Sopimuksen osapuolien velvoitteet: SLO:t (*Service Level Objectives*) ja sekä toimet, jotka seuraavat palvelutasolle asetettujen raja-arvojen rikkomisesta

4 Web service

5 WSLA

WSLA on IBM:n kehittämä kehys Web services-arkkitehtuurilla toteutettujen palveluiden palvelutasosopimusten määrittelyyn ja monitorointiin. Web service on W3C:n määritelmän mukaan ohjelmistojärjestelmä, joka on suunniteltu mahdollistamaan yhteensopivien tietokoneiden vuorovaikutuksen tietoverkon yli. Sillä on rajapinta, joka on kuvattu koneellisesti luettavissa olevassa formaatilla (erityisesti WSDL:llä). Muut järjestelmät ovat vuorovaikutuksessa Web servicen kanssa sen kuvauksen määrittämällä tavalla käyttäen SOAP-viestejä, jotka tyypillisesti välitetään XML-muodossa HTTP:tä käyttäen. [W3C04].

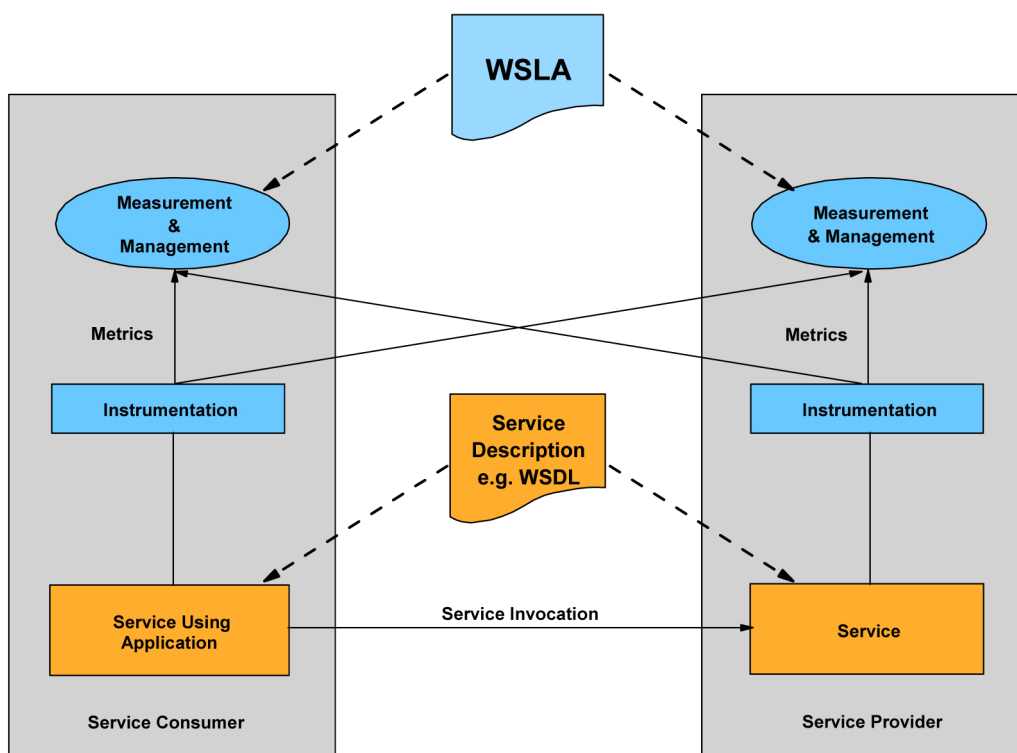
WSLA-kehysten avulla voidaan mitata ja valvoa Web service-palvelun QoS-parametreja ja raportoida rikkomukset sopimuksen osapuolille. WSLA tarjoaa formaalin XML Schemaan pohjautuvan kielen palvelutasosopimusten määrittelyyn, sekä ajonaikaisen arkkitehtuurin. Ajonaikainen arkkitehtuuri pystyy tulkitsemaan WSLA:n määrittelykielellä määritellyn sopimuksen [TYZ08].

WSLA:n ajonaikainen arkkitehtuuri eli monitorointiympäristö (*SLA Compliance Monitor*) koostuu palveluiden monitorointiin ja raportointiin liittyvistä palveluis-

ta. Osa näistä palveluista voidaan ulkoistaa kolmansille osapuolille esim. puolueettomuuden saavuttamiseksi.

5.1 WSLA:n rooli

WSLA-kieli täydentää palvelukuvausta. Siinä missä esimerkiksi WSDL:lla määritelty palvelukuvaus kuvaa palvelun rajapinnan, WSLA määrittelee palvelun sovitun suorituskyvyn sekä tavan arvioida ja mitata sitä. WSLA tarjoaa konfiguraation palvelua valvovan osapuolen mittaus- ja hallintajärjestelmille. Palvelu ja palvelua käyttävä sovellus voidaan instrumentoida tarjoamaan metriikoita näille järjestelmille (kuva 1) [LKD03].



Kuva 1: WSLA:n rooli [LKD03]

5.2 Metriikat ja parametrit

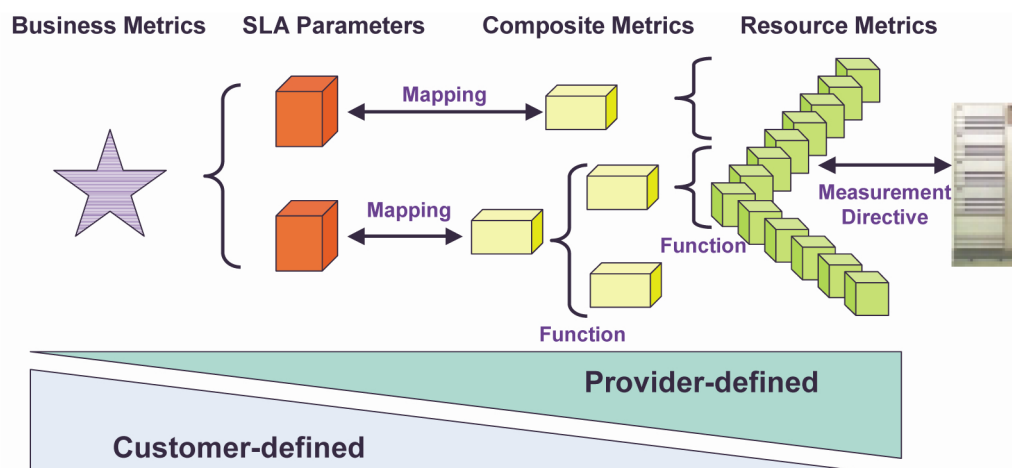
SLA:n määrittelemät metriikat ja parametrit sijaitsevat usealla hajautetun järjestelmän tasolla (kuva 2). WSLA:n kontekstissa metriikat jaotellaan seuraavasti [KKL02]:

- Resurssimetriikat (*Resource Metrics*) kerätään palveluntarjoajan järjestelmästä, kuten reitittimien ja palvelimien suorituskyvystä. WSLA:ssa käytetään mittaussäännön (*Measurement Directive*) käsitettä. Jokaiselle resurssimetriikalle määritellään mittaussääntö, joka sisältää metriikan noutamiseen tarvittavan komennon ja muut tiedot.
- Koostemetriikat (*Composite Metrics*) koostetaan useista eri metriikoista tietyn algoritmin avulla, esimerkiksi laskemalla yhden tai useamman metriikan keskiarvoja tietyllä aikavälillä. Koostemetriikat koostetaan usein palveluntarjoajan toimialueella, mutta tämä voidaan ulkoistaa kolmannelle osapuolelle. Vain metriikoista voidaan koostaa koostemetriikoita, palvelutasoparametrien koosteita ei ole määritelty.
- Palvelutasoparametrit (*SLA parameters*) asettavat metriikat tietyn asiakkaan kontekstiin ja ovat täten keskeinen osa SLA:ta. Palvelutasoparametrit asettavat metriikoille raja-arvot, joiden avulla sopimuksen osapuolet (tai kolmas osapuoli) voivat arvioida metriikoita. Jokainen palvelutasoparametri, siihen liittyvä metriikka sekä raja-arvot määritellään SLA:ssa.
- Liiketoimintametriikat (*Business Metrics*) liittävät palvelutasoparametrit tietyn asiakkaan taloudellisiin ehtoihin. Ne ovat osa asiakkaan riskienhallintastrategiaa ja ne ovat olemassa vain asiakkaan toimialueella.

WSLA-kehys on suunniteltu ottaen huomioon kaikki edellä mainitut parametryypit, vaikkakin pääasialliset painopisteet ovat resurssi- ja koostemetriikat, sekä palvelutasoparametrit.

5.3 WSLA-palvelutasosopimuksen rakenne

WSLA:lla määritelty palvelutasosopimus koostuu kolmesta osasta: sopimuksen osapuolien kuvauksesta, yhden tai useamman palvelun palvelukuvauksesta sekä osapuolien veloitteiden kuvauksista (kuva 3):

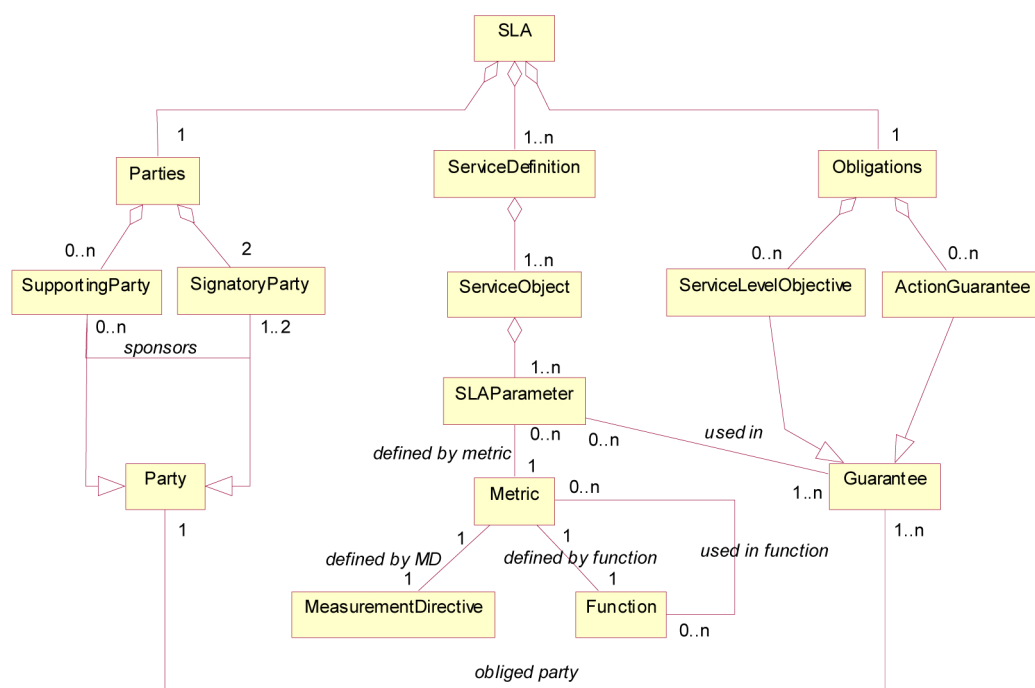


Kuva 2: SLA:ssa määriteltyjen parametrien ja metriikoiden kerääminen sopimuksen osapuolien organisaatioiden halki [KKL02]

1. **Sopimuksen osapuolet.** WSLA:ssa sopimuksen osapuolet (*parties*) jaetaan allekirjoittaviin osapuoliin (*signatory parties*) ja sopimusta tukeviin osapuoliin (*supporting parties*). Allekirjoittaviin osapuoliin kuuluvat palvelun tarjoaja ja asiakas. Sopimusta tukevat osapuolet ovat jomman kumman allekirjoittavan osapuolen puolesta toimivia toimijoita, joita palvelutasosopimus ei kuitenkaan sido. Sopimusta tukevat osapuolet voivat tarjota esimerkiksi palvelun monitorointi- ja arviointipalveluita.
2. **Palvelukuvaukset.** Palvelukuvaukset (*service definitions*) kuvaavat WSLA:n piiriin kuuluvat palvelut. Palvelukuvaus sisältää yhden tai useamman palveluobjektin (*service object*), joka on yksittäisen palvelun abstraktio.

Palveluobjektin ominaisuudet määrittelevät sopimuksen osapuolten velvoitteet. Nämä ominaisuudet ilmaistaan palvelutasoparametreina (*SLA parameters*). Palveluobjektilla voi olla yksi tai useampi palvelutasoparametri. Palvelutasoparametrin varsinainen merkitys syntyy liittämällä se johonkin metriikkaan (*metric*).

Metriikka kuvaa, miten tietty arvo mitataan tietystä lähteestä määrittelemällä sille mittaussäännön (resurssimetriikka). Metriikka voi määritellä myös funktion, jolla metriikka lasketaan yhdestä tai useammasta muusta metriikasta (koostemetriikka) laskemalla esimerkiksi metriikan keskiarvo tietyllä aikavälillä.



Kuva 3: WSLA-palvelutasosopimuksen rakenne [LKD03]

lä.

Kuvassa 4 nähdään kaksi metriikkaa, joista ensimmäinen on toisesta metriikasta laskettava koostemetriikka ja jälkimmäinen palveluntarjoajan järjestelmistä mitattava resurssimetriikka.

3. **Veloitteet.** Veloitteet (*obligations*) kuvaavat luvatus palvelutason jonka palvelukuvauksen palvelutasoparametrit rajaavat, sekä tietyistä olosuhteista seuraavat toimenpiteet. WSLA:n veloitteet voivat olla palvelutason tavoitteita (SLO) tai toimintatakuuta (*action guarantees*). Veloitteille määritellään aina veloitteesta vastaava sopimuksen osapuoli.

Palvelutason tavoite on takuu siitä, että palvelun taso vastaa palvelutasoparametreja tietyllä ajanhetkellä (esimerkiksi palvelun vasteajan tulee olla tietyn raja-arvon alapuolella toimistaikoina). Palvelutason tavoitteet ovat useimmiten palveluntarjoajan veloitteita.

Toimintatakuut ovat takuita siitä, että jokin toiminto suoritetaan tiettyjen olosuhteiden vallitessa (esimerkiksi lähetetään viesti, kun palvelun vasteaika

nousee yli määritellyn raja-arvon). Toimintatakuut voivat olla minkä tahansa WSLA:n osapuolen velvoitteita.

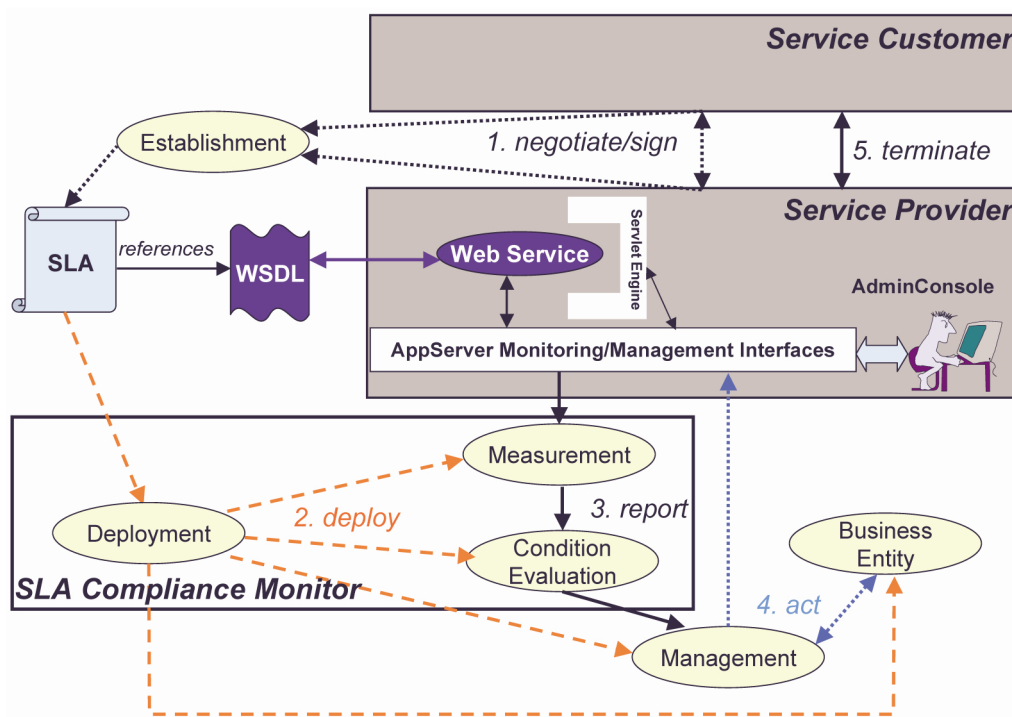
```
<Metric name="ResponseTime" type="long" unit="milliseconds">
  <Source>ACMEProvider</Source>
  <Function xsi:type="Minus" resultType="double">
    <Operand>
      <Function xsi:type="TSSelect" resultType="long">
        <Operand>
          <Metric>SumResponseTimeTimeSeries</Metric>
        </Operand>
        <Element>0</Element>
      </Function>
    </Operand>
    <Operand>
      <Function xsi:type="TSSelect" resultType="long">
        <Operand>
          <Metric>SumResponseTimeTimeSeries</Metric>
        </Operand>
        <Element>-1</Element>
      </Function>
    </Operand>
  </Function>
</Metric>
<Metric name="MeasuredStatus" type="integer" unit="">
  <Source>YMeasurement</Source>
  <MeasurementDirective xsi:type="StatusRequest"
    resultType="integer">
    <RequestURI>
      http://ymmeasurement.com/StatusRequest/GetQuote
    </RequestURI>
  </MeasurementDirective>
</Metric>
```

Kuva 4: Metriikoiden kuvaus WSLA-kielillä [LKD03]

5.4 WSLA-monitorointiympäristö

Kuva 5 esittää WSLA:n monitorointiympäristön tarjoamia palveluita, sekä SLA:n hallinnan elinkaaren vaiheita. SLA:ssa määritellyn Web Servicen rajapinta on kuvattu WSDL-kielisessä (*Web Services Description Language*) XML-dokumentissa. SLA:ssa viitataan kyseiseen rajapintadokumenttiin ja laajennetaan palvelun kuvausta SLA:n hallintaan liittyvällä tiedolla, kuten palvelutasoparametreilla.

SLA:n hallinnan elinkaaren viisi vaihetta, sekä kunkin vaiheen aikana tarvittavien WSLA:n palvelut ovat:



Kuva 5: WSLA:n monitorointiympäristön palvelut [KKL02]

1. **SLA:n neuvotteleminen ja vahvistaminen.** Sopimuksen osapuolet neuvottelevat SLA:sta ja allekirjoittavat sen. Tämä tehdään neuvottelupalvelun (*SLA Establishment Service*) avulla. Tämän työkalun avulla asiakas kerää palveluntarjoajalta metriikat ja muodostaa niiden pohjalta palvelutasoparametrit, määrittelee sopimuksen osapuolet sekä niille kuuluvat tehtävät ja vastuut.
2. **SLA:n käyttöönotto.** Käyttöönottopalvelu (*Deployment Service*) validoi SLA:n sekä jakaa sen joko kokonaisuudessaan tai tarvittavilta osin sopimuksen osapuolille. Osapuolten tulee selvittää SLA:sta ne rajapinnat, jotka niiden tulee tarjota muille osapuolille. Tämän jälkeen kukin osapuoli konfiguroi omat järjestelmänsä asianmukaisesti.
3. **Palvelutason mittaaminen ja raportointi.** Mittaus- ja raportointivaiheessa WSLA:n ajonaikainen ympäristö konfiguroidaan SLA:n pohjalta. Ympäristö kerää resurssimetriikat järjestelmistä ja suorittaa hallintotoimintoja. Tämän vaiheen toiminnallisuuden toteuttavat seuraavat kaksi palvelua, joista molemmat voidaan ulkoistaa kolmensille osapuolille:

- Mittauspalvelu (*Measurement Service*) pitää yllä järjestelmän konfiguraatiota sekä ajonaikaista informaatiota mitattavista SLA:ssa määritellyistä metriikoista. Mittauspalvelu kerää metriikat osapuolten järjestelmistä.
 - Ehtojen arviointipalvelu (*Condition Evaluation Service*) vastaanottaa mitatut palvelutasoparametrit mittauspalvelulta ja vertaa niitä SLA:ssa määriteltyihin raja-arvoihin.
4. **Korjaavat hallintotoimenpiteet.** Jos ehtojen arviointipalvelu toteaa, että yhtä tai useampaa palvelutason tavoitetta on rikottu, käynnistetään korjaavat hallintotoimenpiteet. Korjaavista toimenpiteistä on vastuussa hallintapalvelu (*Management Service*). IBM:n WSLA-toteutuksessa korjaavat toimenpiteet rajoittuvat vikailmoituksen lähettämiseen.
 5. **SLA:n purkaminen.** SLA:ssa voidaan määritellä olosuhteet ja ehdot, joiden vallitessa sopimus puretaan tai jollekin osapuolelle annetaan sanktioita palvelutason alittamisesta. SLA:n purkamiseen voidaan käyttää samoja apuvälineitä kuin sen neuvottelemiseen. SLA:ssa voidaan myös määritellä jokin ennaltamäärätty sopimuksen purkamisajankohta.

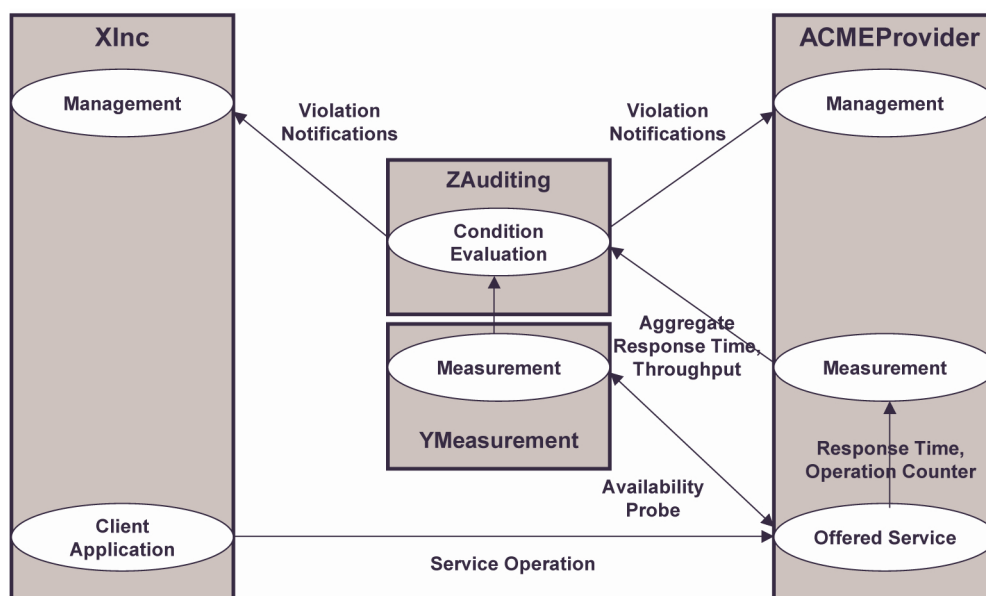
5.5 Monitoroinnin ulkoistaminen sopimusta tukeville osapuolille

WSLA:n arkkitehtuuri mahdollistaa monitoroinnin osittaisen ulkoistamisen (mittaus- ja arviointipalvelut) sopimusta tukeville osapuolille. Monitoroinnin ulkoistaminen saattaa tulla kyseeseen, jos allekirjoittavat osapuolet eivät itse halua mitata palvelua tai jos osapuolet eivät luota toisiinsa.

Kuvassa 6 on kuvattu tilanne, jossa kaksi allekirjoittavaa osapuolta ja kaksi sopimusta tukevaa osapuolta suorittavat yhteistyössä WSLA:n hallintaa.

6 Yhteenveto

Varhainen implementaatio WSLA:n monitorointiympäristöstä oli osa IBM:n Emerging Technologies Toolkit for Web Services-sovelluskehityspaketin (ETTK, aiemmin nimeltään Web Services Toolkit) versiota 1.0. ETTK:n julkinen saatavuus on sittemmin loppunut siihen sisältyvien teknologioiden kypsyttyä. ETTK:n tulokset ovat nykyisin osa Websphere-sovelluspalvelimen Web services-lisäosaa, Apachen



Kuva 6: Ulkoistettu SLA:n monitorointi ja arviointi [KKL02]

Muse-projektia, Eclipse-kehitysympäristön COSMOS-liitännäistä sekä IBM:n Build to Manage Toolkit for Web Services-sovelluskehityspakettia. WSLA:n monitorointiympäristön implementaatio ei enää ole osana missään edellä mainituista projekteista.

Hajautettujen järjestelmien valvontaan ja hallintaan tarkoitettu GSMon-järjestelmä pohjautuu WSLA:han [HGD04]. WSLA:n kanssa samankaltaista lähestymistapaa palvelujen dynaamiseen monitorointiin käytetään myös useissa muissa aktiivisen kehityksen alla olevissa projekteissa.

XML/XMLSchema-pohjaisella kielellä kuvatun palvelutasosopimuksen käyttäminen sähköisen liiketoiminnan hallinnassa on hyväksi todettu ratkaisu [SXL05] ja WSLA on itsessään erittäin käyttökelpoinen kuvauskieli palvelutasosopimusten kuvaamiseen Web services-ympäristössä. Tarkoin määritelty palvelutasosopimuksen rakenne tarjoaa selkeyttä ja uudelleenkäytettävyyttä, sekä helpottaa sopimuksen päivitystä toiminnan kehittyessä.

Eclipse-kehitysympäristön jo vanhentuneelle versiolle 3.3 (Europa) on saatavilla WSLA-liitännäinen, joka tarjoaa lomakepohjaiset apuvälineet WSLA-dokumentin laatimiseen. Liitännäisellä voidaan myös muodostaa helppolukuisia raportteja WSLA:n pohjalta.

Lähteet

- ITIL Service Delivery (IT Infrastructure Library) The Stationery Office, 2001
- SXL05 W. Sun, Y. Xu ja F. Liu, The role of XML in service level agreements management *Services Systems and Services Management, 2005. Proceedings of ICSSSM '05. 2005 International Conference on*, 2005, sivut 1118–1120.
- W3C04 David Booth, Hugo Haas ja Francis McCabe W3C Working Group Note 11 February 2004 <http://www.w3c.org/TR/ws-arch/>
- TYZ08 D. Talia, R. Yahyapour ja W. Ziegler, Using SLA for Resource Management and Scheduling - A Survey *Grid Middleware and Services*, 2008, sivut 335–347.
- LKD03 H. Ludwig, A. Keller, A. Dan, R.P. King ja R. Franck, Web Service Level Agreement (WSLA) Language Specification <http://www.research.ibm.com/wsla/WSLASpecV1-20030128.pdf> [28.1.2003]
- KKL02 A. Keller ja H. Ludwig, The WSLA Framework: Specifying and Monitoring Service Level Agreements for Web Services *J. Netw. Syst. Manage.*, 11,1(2003), sivut 57–81.
- HGD04 C. He, L. Gu, B. Du ja Z. Li, A WSLA-based monitoring system for grid service - GSMon *Services Computing, 2004. (SCC 2004). Proceedings. 2004 IEEE International Conference on*, sivut 596–599.