

# Projektowanie obiektowe oprogramowania

## Wykład 14

### Architektura systemów (1)

#### Interoperacyjność

Wiktor Zychła 2018

---

## 1 Architektura systemów

**Aplikacje rozległe** (ang. *Enterprise applications*) – to wielomodułowe systemy informatyczne, często rozwijane przez lata lub powstające w wyniku połączenia kilku niezależnych elementów, zbudowanych w różnych technologiach i w oparciu o różne konstrukcje architektury.

Najprostszy przykład – połączenie systemów informatycznych dwóch (lub więcej) dużych banków. Inny przykład – zintegrowany miejski/gminny/powiatowy system informatyczny, obejmujący różne obszary odpowiedzialności podmiotu Zamawiającego.

W obszarze architektury systemy rozległe rodzą wyzwania **integracyjne**. Integracja z kolei oznacza

- przepływ informacji wewnątrz systemu – np. przepływ danych między modułami składowymi
- przepływ informacji o tożsamości użytkownika – np. pojedyncze logowanie

Implementacje mechanizmów integracyjnych powinny charakteryzować się właściwością **interoperacyjności**, czyli otwartości technologicznej (patrz dokumenty **Krajowe Ramy Interoperacyjności**, **European Interoperability Framework**).

## 2 WebServices

Usługi aplikacyjne są jednym z podstawowych narzędzi interoperacyjności. Usługa definiuje kontrakt operacyjny specyfikowany w formalnej postaci **WSDL** (Web Service Description Language) i protokół komunikacyjny (zwykle oparty o HTTP lub przynajmniej TCP). Językiem wymiany komunikatów jest XML/JSON. Wykorzystywana do budowy crossplatformowych rozwiązań komunikacyjnych.

### 2.1 Demo

Demo jeśli wystarczy nam czasu.

### 3 X.509/PKCS#12

Standard X.509 opisuje infrastrukturę PKI (**Public Key Infrastructure**), czyli usług kryptograficznych opartych o **cyfrowe certyfikaty**, umożliwiające bezpieczne szyfrowanie i podpisywanie danych. Standard PKCS#12 opisuje format pliku służący do przenoszenia cyfrowych certyfikatów (rozszerzenia plików to \*.p12 lub \*.pfx).

#### 3.1 Demo

Podczas wykładu zobaczymy podstawowe pojęcia związane z PKI/PKCS#12.

Użyjemy narzędzia do generowania certyfikatów (np. Portecle lub OpenSSL), zaimportujemy certyfikat do systemowego zasobnika oraz nauczymy się korzystać z certyfikatu w zasobniku do podpisywania i szyfrowania danych.

```
// przeszukanie zasobnika
StoreName name = StoreName.My;
StoreLocation location = StoreLocation.CurrentUser;

X509Store store = new X509Store( name, location );

store.Open( OpenFlags.ReadOnly );

X509Certificate2Collection certificates = store.Certificates;

X509Certificate2 certificate = null;
for ( int i = 0; i < certificates.Count; i++ )
{
    X509Certificate2 cert = certificates[i];

    // wydobywanie certyfikatu
    if ( cert.SubjectName.Name.ToLower() == "foo" ||
        cert.FriendlyName.ToLower() == "foo"
        )
    {
        certificate = new X509Certificate2( cert );
        break;
    }
}
for ( int i = 0; i < certificates.Count; i++ )
{
    certificates[i].Reset();
}

if ( certificate != null )
{
    string thestring = "foobar";

    // podpisanie
    RSACryptoServiceProvider csp =
        (RSACryptoServiceProvider)certificate.PrivateKey;

    byte[] data = Encoding.UTF8.GetBytes( thestring );

    string oid = CryptoConfig.MapNameToOID( "SHA1" );
    byte[] signed = csp.SignData( data, oid );
    string signeds = Convert.ToBase64String( signed );
}
```

```
// weryfikacja podpisu
csp = (RSACryptoServiceProvider)certificate.PublicKey.Key;
if ( !csp.VerifyData( data, oid, signed ) )
    throw new CryptographicException();

// szyfrowanie
csp = (RSACryptoServiceProvider)certificate.PublicKey.Key;
byte[] encrypted = csp.Encrypt( data, false );

string encrypteds = Convert.ToBase64String( encrypted );

// odszyfrowywanie
byte[] encrypted2 = Convert.FromBase64String( encrypteds );

csp = (RSACryptoServiceProvider)certificate.PrivateKey;
byte[] decrypted = csp.Decrypt( encrypted2, false );

string decrypteds = Encoding.UTF8.GetString( decrypted );
}
```

## 4 XMLDSig/XAdES

**XMLDSig** to opublikowany przez W3C standard podpisywania elektronicznych dokumentów XML. Jest bardziej ogólny niż PGP i inne standardy oparte na podpisywaniu danych binarnych – wśród zalet należy wymienić m.in. możliwość **wielokrotnego podpisywania tego samego dokumentu** (kontrasygnaty) czy fakt, że podpisany dokument pozostaje czytelny dla człowieka (sygnatura nie modyfikuje struktury podpisywanego dokumentu).

Do tworzenia sygnatur (podpisów) używane są algorytmy kryptografii asymetrycznej, stąd dobra współpraca ze standardem PKCS#12 (przenoszenie certyfikatów).

XMLDSig jest podstawą dla wielu interoperacyjnych standardów wymiany danych, w tym XAdES (patrz niżej) czy SAML (patrz dalej).

Przykład dokumentu źródłowego:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Osoba>
  <DaneOsobowe>
    <Nazwisko>Kowalski</Nazwisko>
    <Imie>Jan</Imie>
    <PESEL>12341234243</PESEL>
    <DataUrodzenia>1990-02-01T16:45:58.433+01:00</DataUrodzenia>
  </DaneOsobowe>
</Osoba>
```

Dokument podpisany:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Osoba>
  <DaneOsobowe>
    <Nazwisko>Kowalski</Nazwisko>
    <Imie>Jan</Imie>
    <PESEL>12341234243</PESEL>
    <DataUrodzenia>1990-02-01T16:45:58.433+01:00</DataUrodzenia>
  </DaneOsobowe>
  <Signature xmlns="http://www.w3.org/2000/09/xmlsig#">
    <SignedInfo>
      <CanonicalizationMethod Algorithm="http://www.w3.org/TR/2001/REC-xml-c14n-20010315" />
      <SignatureMethod Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmlsig#rsa-sha1" />
      <Reference URI="">
        <Transforms>
          <Transform
            Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmlsig#enveloped-signature" />
          <Transform Algorithm="http://www.w3.org/TR/2001/REC-xml-c14n-20010315" />
        </Transforms>
        <DigestMethod Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmlsig#sha1" />
        <DigestValue>FqghDrPlyjNVDSyWZ80s8M7geaM=</DigestValue>
      </Reference>
    </SignedInfo>
    <SignatureValue>k14ZCnSBQoux...g==</SignatureValue>
  </Signature>
  <KeyInfo>
    <X509Data>
      <X509Certificate>MIICKTCCAXkCBFB8APAwDQYJKo...==</X509Certificate>
    </X509Data>
  </KeyInfo>
</Osoba>
```

```

    </KeyInfo>
  </Signature>
</Osoba>

```

**XAdES** – zbiór rozszerzeń dla XMLDSig, dodający m.in. timestamp, czyli znakowanie podpisu w czasie (w taki sposób żeby wiadomo było certyfikat podpisujący dokument był ważny w momencie podpisywania dokumentu).

Standardu XAdES używa się w praktyce, patrz: np. System e-Deklaracje, specyfikacje wejścia/wyjścia:

[http://www.finance.mf.gov.pl/documents/766655/1196432/eDek\\_Specyfikacja\\_Wy-Wy\\_1.9.3\\_Test.pdf](http://www.finance.mf.gov.pl/documents/766655/1196432/eDek_Specyfikacja_Wy-Wy_1.9.3_Test.pdf)

Ten sam dokument co poprzednio podpisany jako XAdES. Proszę zwrócić uwagę na węzeł **SignedSignatureProperties** zawierający informację o czasie złożenia podpisu.

```

<Osoba>
  <DaneOsobowe>
    <Nazwisko>Kowalski</Nazwisko>
    <Imie>Jan</Imie>
    <PESEL>12341234243</PESEL>
    <DataUrodzenia>1990-02-01T16:45:58.433+01:00</DataUrodzenia>
  </DaneOsobowe>
  <ds:Signature Id="SignatureId" xmlns:ds="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#">
    <ds:SignedInfo>
      <ds:CanonicalizationMethod Algorithm="http://www.w3.org/TR/2001/REC-xml-c14n-20010315" />
      <ds:SignatureMethod Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#rsa-sha1" />
      <ds:Reference URI="">
        <ds:Transforms>
          <ds:Transform Algorithm="http://www.w3.org/TR/2001/REC-xml-c14n-20010315" />
          <ds:Transform Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#enveloped-signature" />
        </ds:Transforms>
      <ds:DigestMethod Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#sha1" />
      <ds:DigestValue>JXqGse6B1AdtDDr8MdREuju/2CA=</ds:DigestValue>
    </ds:SignedInfo>
    <ds:SignatureValue Id="SignatureValueId">Ha0g/nZaA51W0GWGRrpJ9GBzXyK//f...
  </ds:Signature>
  <ds:KeyInfo>
    <ds:X509Data>
      <ds:X509Certificate>MIIDRDCCAq2gA... </ds:X509Certificate>
    </ds:X509Data>
  </ds:KeyInfo>
  <ds:Object Id="XadesObject">
    <QualifyingProperties Target="#SignatureId"
      xmlns="http://uri.etsi.org/01903/v1.1.1#">
      <SignedProperties Id="SignedPropertiesId">
        <SignedSignatureProperties>
          <SigningTime>2014-06-02T23:18:01</SigningTime>
          <SigningCertificate>
            <Cert>
              <CertDigest>
                <DigestMethod
                  Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#sha1" />
                <DigestValue>fc9oOIPntILmorvUDMKX+TYBW/s=</DigestValue>
              </CertDigest>
              <IssuerSerial>
                <ds:X509IssuerName>DC=qux, DC=bar, DC=foo,
                SERIALNUMBER=PESEL:123456789, CN=Subject123</ds:X509IssuerName>
              </ds:X509IssuerName>
            </Cert>
          </SigningCertificate>
        </SignedSignatureProperties>
      </SignedProperties>
    </QualifyingProperties>
  </ds:Object>
  <ds:X509SerialNumber>00A34ECBFBE85C5EE0541BEC4723D227</ds:X509SerialNumber>

```

```
        </IssuerSerial>
      </Cert>
    </SigningCertificate>
    <SignaturePolicyIdentifier>
      <SignaturePolicyImplied />
    </SignaturePolicyIdentifier>
  </SignedSignatureProperties>
</SignedProperties>
</QualifyingProperties>
</ds:Object>
</ds:Signature>
</Osoba>
```

## 4.1 Demo

Podpisanie dokumentu XML na podstawie „Interoperable XML Digital Signatures” (C#/Java)

<http://www.wiktorzychla.com/2012/12/interoperable-xml-digital-signatures-c.html>

[http://www.wiktorzychla.com/2012/12/interoperable-xml-digital-signatures-c\\_20.html](http://www.wiktorzychla.com/2012/12/interoperable-xml-digital-signatures-c_20.html)

[http://www.wiktorzychla.com/2012/12/interoperable-xml-digital-signatures-c\\_4247.html](http://www.wiktorzychla.com/2012/12/interoperable-xml-digital-signatures-c_4247.html)

Biblioteka XaDES (C#)

[http://www.microsoft.com/france/openness/open-source/interoperabilite\\_xades.aspx](http://www.microsoft.com/france/openness/open-source/interoperabilite_xades.aspx)

## 5 Single sign-on

**Single sign-on** (pojedyncze logowanie) – to właściwość aplikacji rozległych, w których dostęp do tych części poszczególnych modułów które wymagają autentykacji i autoryzacji, możliwy jest po jednokrotnym potwierdzeniu tożsamości użytkownika.

Z uwagi na różne implementacje realizujące ten sam cel, można mówić o wzorcu dla aplikacji rozległych.

Najprostsza, na co dzień spotykana implementacja SSO wbudowana jest w systemy operacyjne – po jednokrotnym zalogowaniu dostaje się dostęp do aplikacji, które o tożsamość użytkownika odpytują system operacyjny. Takie SSO nie jest interesujące, ciekawie robi się dopiero wtedy, kiedy mówimy o SSO poza granicami jednego systemu – na przykład kiedy interfejs użytkownika osadzony jest w przeglądarce internetowej i dostaje się on do różnych witryn, rozsianych gdzieś po świecie.

Istnieją różne możliwości implementacji tego wzorca. Jednym z ważniejszych kryteriów właściwego wyboru jest zgodność ze standardami przemysłowymi.

Wśród powszechnie akceptowanych protokołów SSO należy wymienić:

- OpenID – dobry wybór ale phishing + brak single sign off
- OAuth2
- CAS (Central Authentication Service)
- SAML-p
- Shibboleth
- **WS-Federation** – Office365, Sharepoint 2010, Windows 8, Azure Cloud Services



## 6 Claims-based authentication

**Claim** (stwierdzenie/oświadczenie) – informacja o **Kimś** wydane przez jakiegoś **Wystawcę**. Claim powinien być „podpisany” tzn. nie powinno być wątpliwości że wydał go **Wystawca**.

Zwykle nie da się nijak inaczej stwierdzić czy claim jest prawdziwy czy nie, ale **ufamy** wystawcy wobec czego **akceptujemy** informację.

Przykład: Stwierdzenie – „Jan Kowalski urodził się 04.11.1978”.



Jest to oświadczenie z „podpisem”, powszechnie akceptowane w bankach, sklepach itd. Fakt akceptowania wynika z relacji zaufania do Wystawcy oświadczenia.

## 7 WS-Federation

### 7.1 Pojęcia

Protokół WS-Federation przenosi pojęcia „oświadczenia” i „wystawcy” na język techniczny:

**Security Token Service (STS)** – wystawca oświadczeń, posiada informacje o użytkownikach aplikacji rozległej lub zna lokalizacje innych wystawców

**Oświadczenie** – czwórka (Type, Issuer, Subject, Value)

**Security Assertion Markup Language (SAML)** – dialekt XML zapisu oświadczeń, standaryzujący m.in. ich podpisywanie cyfrowe (XMLDSig). SAML mówi tylko tym jak skonstruowane są tokeny. Nie mówi o tym jak je wymieniać (język vs protokół). Na SAML opartych jest kilka różnych protokołów: WS-Federation, Google SSO, Shibboleth, SAML-protocol)

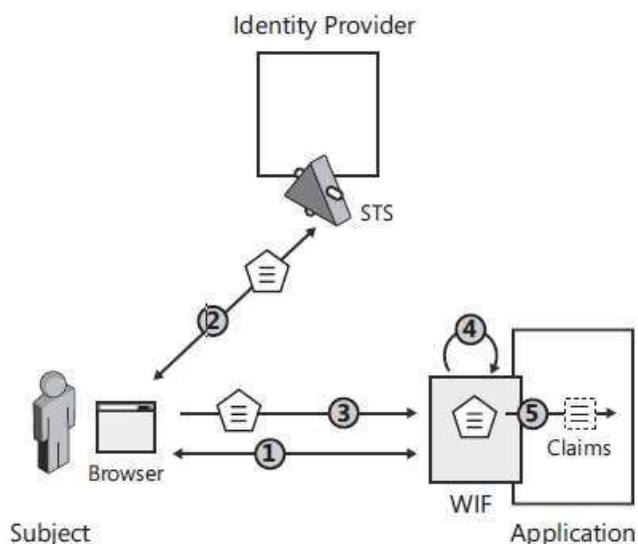
**Typowe oświadczenia** – nazwa użytkownika, imię, nazwisko, e-mail, adres, role (uprawnienia)

**Security token** (token bezpieczeństwa) – zbiór oświadczeń

**Relying Party (RP)** – aplikacja która ufa claimom wydany przez STS

Mówi się „RP jest sfederowany (*federated*) z STS” = RP ufa oświadczeniom wydanym przez STS. W praktyce jest to równoważne stwierdzeniu „RP akceptuje zbiór czwórek (Type, Issuer, Subject, Value) podpisany znanym mu certyfikatem STSa”.

## 7.2 Protokół pojedynczego logowania



1. Użytkownik próbuje uzyskać dostęp do części systemu rozległego wymagającej autoryzacji. Aplikacja wymusza przekierowanie sesji przeglądarki do aplikacji – wystawcy oświadczeń
2. Wystawca oświadczeń weryfikuje tożsamość użytkownika (lub wykorzystuje fakt że tożsamość była już sprawdzana wcześniej), tworzy podpisany token SAML i przekazuje go do przeglądarki
3. Przeglądarka przekazuje otrzymany token do aplikacji wymagającej autoryzacji
4. Aplikacja wykorzystuje technologię umożliwiającą przetwarzanie oświadczeń (tu: Windows Identity Foundation) (lub przetwarza oświadczenia samodzielnie) w tym weryfikuje poprawność ich podpisu
5. Zestaw oświadczeń jest dostępny dla aplikacji

## 7.3 Protokół pojedynczego wylogowywania

1. Wystawca oświadczeń śledzi żądania wydania tokenu bezpieczeństwa – magazynuje adresy aplikacji występujących o oświadczenia
2. Po otrzymaniu żądania *wylogowania*, wystawca generuje do przeglądarki zasób (stronę) zawierającą adresy wszystkich aplikacji, które dotychczas w imieniu użytkownika wystąpiły o token bezpieczeństwa, ale dodaje do tych adresów parametr oznaczający wylogowanie (tu: *wsignoutcleanup1.0*).
3. Przeglądarka kieruje żądania do wszystkich kolejnych aplikacji
4. Aplikacje wykonują sobie tylko znaną procedurę wylogowania użytkownika z sesji

## 7.4 Bezpieczeństwo protokołu

Bezpieczeństwo protokołu WS-Federation oparte jest o 4 certyfikaty X509 (wszystkie poza jednym są opcjonalne):

- (Opt) Certyfikat bezpiecznych połączeń do serwera aplikacji (SSL) (uniemożliwia podsłuchanie komunikacji)
- (Opt) Certyfikat bezpiecznych połączeń do serwera wystawcy oświadczeń (SSL) (uniemożliwia podsłuchanie komunikacji)
- Podpisanie oświadczeń przez wystawcę oświadczeń (podpisany SAML) (uniemożliwia sfałszowanie tokena)
- (Opt) Szyfrowanie wystawianych oświadczeń certyfikatem aplikacji (uniemożliwia wykorzystanie tokena wydanego aplikacji do uwierzytelnienia się w innej aplikacji)

## 7.5 Inne cechy protokołu

Relacja zaufania do wystawcy jest **przechodnia** – jeżeli klient (RP) prosi o oświadczenia, a wystawca (STS) przekieruje jego żądanie do kolejnego wystawcy (a ten z kolei dalej itd.) to w efekcie ostateczny zbiór oświadczeń może być sumą oświadczeń wydanych przez kolejnych wystawców, a klient w ogóle nie musi być świadomy tego przez ile „węzłów” wystawców przeszło żądanie.

To daje możliwość budowania „bramek” (gateway), które na zewnątrz (dla klienta) implementują protokołów WS-Federation, a wewnątrz pozyskują oświadczenia albo od innego wystawcy WS-Federation albo z usługi logowania innego protokołu.

## 7.6 Demo

Obejrzymy przebieg sekwencji zdarzeń protokołu dla przykładowych RP/STS. Omówimy elementy charakterystyczne implementacji.

## 8 Interoperacyjność przemysłowa – przykład ePUAP

Omówione wcześniej narzędzia interoperacyjne obejrzymy na przykładzie implementacji – platformy ePUAP (Elektroniczna Platforma Usług Administracji Publicznej) (<https://epuap.gov.pl>).

Platforma udostępnia szereg usług administracyjnych dla obywateli, w tym np. składanie wniosków o wydanie dowodu osobistego, bez potrzeby osobistej wizyty w urzędzie.

W obszarze autentykacji – platforma ePUAP wykorzystuje uwierzytelnianie federacyjne za pomocą protokołu SAML2, dodatkowo implementuje mechanizm delegowania uwierzytelniania (logowanie za pomocą dostawcy, np. strony banku).

W obszarze integracji danych – platforma ePUAP udostępnia dla aplikacji szereg usług, m.in. usługę podpisywania dokumentów oraz obsługi tzw. elektronicznych skrzynek podawczych. Usługi te są zaimplementowane w interoperacyjnym standardzie WS-Security.

W trakcie wykładu spróbujemy obejrzyć demonstrację tych mechanizmów oraz porozmawiamy o technologii jaka je wspiera.

## 9 Literatura

Patterns & Practices – „A Guide to Claims-based Identity and Access Control” (darmowy ebook),  
<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff423674.aspx>

Vito Bertocci – “Programming Windows Identity Foundation”

Understanding WS-Security <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms977327.aspx>

SAML2.0 [https://en.wikipedia.org/wiki/SAML\\_2.0](https://en.wikipedia.org/wiki/SAML_2.0) <http://saml.xml.org/saml-specifications>