Wybrane elementy praktyki projektowania oprogramowania
Wykład 10/15
node.js: Express (3)

Wiktor Zychla 2021/2022

1 Spis treści

2 Autentykacja, autoryzacja

Autentykacja = proces rozpoznania tożsamości użytkownika

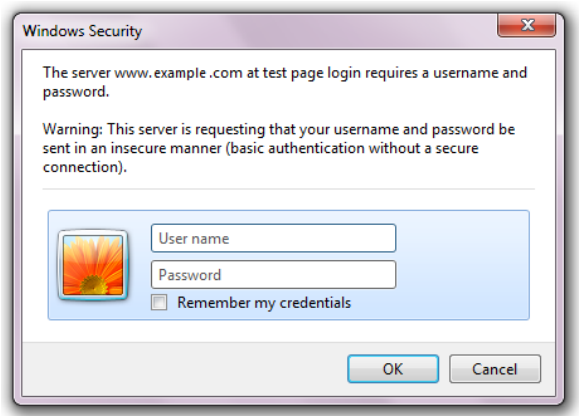
Autoryzacja = proces decyzyjny w którym użytkownikowi przyznaje się dostęp do zasobów lub zabrania się dostępu do zasobów

W praktyce, upraszczając, można powiedzieć że autentykacja jest *jakoś* związana z logowaniem, natomiast autoryzacja pozwala sterować dostępem do zasobów (np. „brak dostępu dla niezalogowanych" lub „dostęp tylko dla użytkowników w roli administratorzy" itp.)

Standardowym sposobem rozpoznania czy użytkownik jest zalogowany jest utrzymywanie przez aplikację **ciastka** zawierającego jakąś formę informacji o użytkowniku:

- Tylko nazwa użytkownika – w takim podejściu pozostałe informacje (np. role) są przez aplikację wyliczane (pobierane z bazy) przy każdym żądaniu
  - Wada – koszt dodatkowego wyliczania uprawnień przy każdym żądaniu
  - Zaleta – uprawnienia mogą się zmieniać użytkownikowi w trakcie pracy
- Nazwa użytkownika i dodatkowe informacje, np. role
  - Wada – brak możliwości zmiany uprawnień w trakcie pracy, użytkownik musi się wylogować i zalogować ponownie żeby aplikacja zauważyła dodatkowe uprawnienia
  - Wada – ograniczony rozmiar ciastka, jeśli użytkownik ma dużo ról może być z tym problem
  - Zaleta – brak dodatkowego kosztu wyliczania uprawnień

Uwaga! Istnieje inny sposób podtrzymywania ciągłości sesji zalogowanego użytkownika niż ciastko. Ten sposób oparty jest o tzw. 401 Challenge czyli mechanizm uwierzytelnienia wykorzystujący fragment specyfikacji protokołu http. Tym sposobem nie będziemy się zajmować ponieważ jest mniej wygodny dla użytkownika – formularz logowania jest wbudowany w przeglądarkę i programista nie ma możliwości jego stylowania:



3 Middleware autentykacji, strona logowania

Klasyczne podejście do autentykacji wymaga tylko automatyzacji procesu decyzyjnego – czy żądanie należy obsłużyć czy też wymusić **przekierowanie** na stronę logowania. Architektura Express wychodzi tu naprzeciw – w definicji ścieżki może się pojawić bowiem nie jedno, ale **wiele** middleware, które są wykonywane po kolei.

Dzięki temu proces decyzyjny można wynieść do osobnego middleware, które następnie umieszcza się w definicji ścieżek wymagających logowania jako pierwsze:

```
/**
 *
 * @param {http.IncomingMessage} req
 * @param {http.ServerResponse} res
 * @param {*} next
 */
function authorize(req, res, next) {
    if ( req.signedCookies.user ) {
        req.user = req.signedCookies.user;
        next();
    } else {
        res.redirect('/login?returnUrl='+req.url);
    }
}
```

```
var http         = require('http');
var express      = require('express');
var cookieParser = require('cookie-parser');

var app = express();

app.use(express.urlencoded({ extended: true }));
app.use(cookieParser('sgs90890s8g90as8rg90as8g9r8a0srg8'));

app.set('view engine', 'ejs');
app.set('views', './views');

// wymaga logowania dlatego strażnik – middleware „authorize”
app.get( '/', authorize, (req, res) => {
    res.render('app', { user : req.user } );
});

app.get( '/logout', authorize, (req, res) => {
    res.cookie('user', '', { maxAge: -1 } );
    res.redirect('/')
});

// strona logowania
```

```
app.get( '/login', (req, res) => {
    res.render('login');
});

app.post( '/login', (req, res) => {
    var username = req.body.txtUser;
    var pwd      = req.body.txtPwd;

    if ( username == pwd ) {
        // wydanie ciastka
        res.cookie('user', username, { signed: true });
        // przekierowanie
        var returnUrl = req.query.returnUrl;
        res.redirect(returnUrl);
    } else {
        res.render( 'login', { message : "Zła nazwa logowania lub hasło" }
);
    }
});

http.createServer(app).listen(3000);
console.log( 'serwer działa, nawiguj do http://localhost:3000' );
```

Do tego widoki:

```
<!-- login.ejs -->
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <title>Document</title>
    <style>
    html, body, form {
        height: 100%;
        overflow: hidden;
    }

    form {
        display         : flex;
        justify-content : center;
        align-items     : center;
    }

    #login {
        padding          : 20px;
        border           : 1px solid black;
    }
```

```
    #login div {
        overflow : auto;
    }

    #login input {
        float : right;
    }

    button {
        clear : both;
    }

    .message {
        color : red;
    }
    </style>
</head>
<body>
    <form method="POST">
    <div id='login'>
        <div>
        Logowanie
        </div>
        <div>
        <input type='text' name='txtUser' />
        <label>Nazwa użytkownika:</label>
        </div>
        <div>
        <input type='password' name='txtPwd' />
        <label>Hasło:</label>
        </div>
        <div>
            <button>Zaloguj</button>
        </div>
        <% if ( locals.message ) { %>
            <div class='message'>
                <%= locals.message %>
            </div>
        <% } %>
    </div>
    </form>
</body>
</html>
```

```
<!-- app.ejs -->
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
```

```
    <meta charset="UTF-8">
    <title>Document</title>
</head>
<body>
    Witaj, jesteś zalogowany jako <%= user %>. <a href='/logout'>Wyloguj
się</a>
</body>
</html>
```

Przy okazji warto zwrócić uwagę na kilka typowych technik:

- Do przechowania danych użyte jest ciastko typu **signed**, bez tego użytkownik mógłby sam tworzyć udawane ciastka pozwalające mu dostać się do obcych sesji (!)
- Wylogowanie to po prostu usunięcie ciastka (formalnie: wydanie ciastka z przeszłą datą ważności
- Warunkowe renderowanie całej sekcji (informacja o błędnym logowaniu) jest możliwe przy użyciu aliasu **locals**
- Centrowanie widoku możliwe jest na wiele sposobów – tu został użyty tzw. CSS flex layout

4 Bezpieczna infrastruktura uwierzytelniania

Aby tak klasycznie zbudowana aplikacja nie padła łupem internetowych włamywaczy, musi być spełniony szereg warunków. Wymienimy wybrane z nich:

4.1 Połączenie szyfrowane

Ponieważ POST formularza logowania niesie ze sobą login i hasło, krytyczne jest użycie połączenia szyfrowanego (SSL). Dawniej mylnie sądzono że po zalogowaniu aplikacja może przejść na kanał nieszyfrowany, jednak z takiego kanału można wykraść ciastko autentykacji (jak?) i doklejać je do preparowanych żądań do serwera. Dlatego obecnie zdecydowanie sugeruje się kanał szyfrowany do całej aplikacji.

4.2 Przechowywanie haseł

Jeżeli sprawdzenie pary login/hasło odwołuje się do trwałego magazynu danych (np. baza danych) to pojawia się kwestia przechowywania haseł po stronie serwera:

- Pod żadnym pozorem nie wolno na serwerze przechowywać haseł w postaci jawnej
- Zamiast tego należy stosować jednokierunkowe funkcje skrótu o dużej entropii, np. SHA2
- Nawet dobra funkcja jednokierunkowa nie chroni przez atakiem tzw. rainbow table w którym koszt odwrócenia statystycznie dużej liczby haseł jest niewielki i chronione są wyłącznie nietypowe hasła
- Dlatego serwer dodatkowo chroni hasła użytkowników – przez hashowaniem dodając do nich tzw. salt czyli dodatkowy element entropii, utrudniający atak słownikowy. Salt jest przechowywany w bazie, obok zhaszowanego hasła i jest unikalny (losowy) dla każdego przechowywanego hasła
- Do tego, aby utrudnić odwracanie, stosuje się iterowanie funkcji skrótu

P = SHA256(… SHA256(SHA256(*password* + *salt*) + *salt*) … + *salt*)

Liczbę iteracji dobiera się tak aby wyliczanie było jeszcze akceptowalne jeśli chodzi o czas (np. 50-500 ms) ale odwracanie – wtedy odpowiednio trudniejsze.

W praktyce stosuje się algorytmy bcrypt lub równoważne (PBKDF2).

```
var bcrypt = require('bcrypt');

(async function() {

   // hasło użytkownika
   var password = 'Foo.Bar.123';
   var rounds   = 12;

   var hash = await bcrypt.hash(password, rounds );
```

```
    // wynik hashowania zapisuje się w bazie danych
    console.log( hash );

    // weryfikacja
    var attemptedPassword = 'Foo.Bar';
    var result = await bcrypt.compare( attemptedPassword, hash );

    console.log( result ); // false

    attemptedPassword     = 'Foo.Bar.123';
    result = await bcrypt.compare( attemptedPassword, hash );

    console.log( result ); // true

})();
```

5 Uwierzytelnianie federacyjne

Przechowywanie haseł niezależnie w wielu aplikacjach naraża infrastrukturę na dodatkowe ryzyka. Dlatego współcześnie często rozważa się tzw. uwierzytelnianie federacyjne oraz protokoły pojedynczego logowania (SSO).

Uwierzytelnianie federacyjne = przepływ kontroli między aplikacją (**Service Provider**) a inną aplikacją (dostawcą usługi jednokrotnego logowania, **Identity Provider**), w której SP deleguje uwierzytelnianie użytkowników do IdP.

Dzięki temu SP w ogóle nie musi przechowywać haseł, implementować polityk wygasania, złożoności, obsługi dwuskładnikowego uwierzytelniania itd. itp.

Technicznie, „delegowanie" oznacza, że zamiast wyświetlać formularz logowania, SP **przekierowuje** przeglądarkę na punkt końcowy (stronę) w ramach aplikacji IdP, IdP uwierzytelnia użytkownika i IdP **zwraca** do SP informację o tym kto się zalogował.

Owo „zwrócenie" informacji o tym kto jest zalogowany, z IdP do SP, jest bodaj najciekawszą częścią takiego przepływu. Należy zwrócić uwagę na następujące elementy:

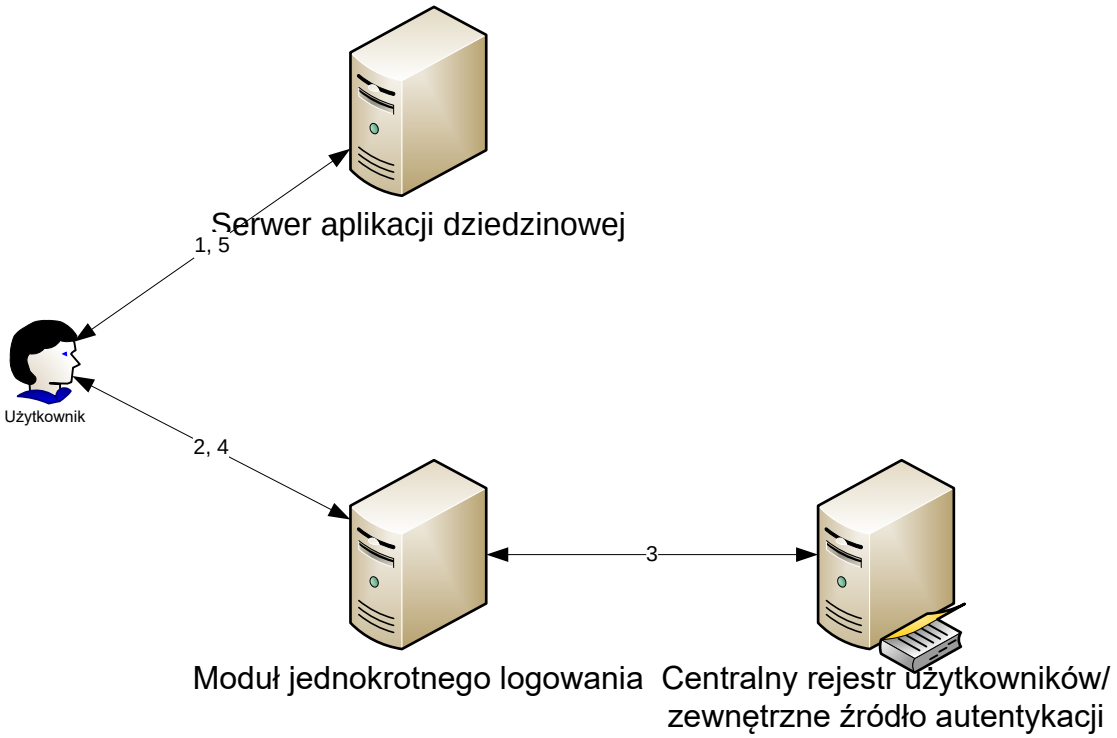
- Informacja musi przepłynąć z IdP do SP w taki sposób, żeby użytkownik nie mógł „oszukać" przepływu, czyli podszyć się pod innego użytkownika
- Informacja musi przepłynąć w nietrywialny sposób, w szczególności – IdP i SP są **osobnymi** aplikacjami internetowymi, dostępnymi pod różnymi adresami, i jako takie **nie współdzielą ciasteczek**.

Z tego powodu współcześnie korzysta się z tzw. protokołów SSO:

- protokół **passive WS-Federation**, który umożliwia uzyskanie poświadczonej przez serwer informacji o tożsamości użytkownika i jego przynależności do ról (tu: grup zabezpieczeń). Protokół należy do rodziny WS-* i jest uznanym, przyjętym powszechnie w przemyśle rozwiązaniem, dla którego istnieją gotowe implementacje części klienckich i serwerowych dla różnych platform technologicznych – jest to duża zaleta, otwierająca perspektywę łatwej rozbudowy systemu o kolejne moduły w przyszłości.
- Protokół **OAuth2/OpenID Connect**, szeroko implementowany przez dostawców usług społecznościowych

5.1 Protokół WS-Federation

Rysunek 1 przedstawia schemat poświadczania tożsamości między SP a IdP przy wykorzystaniu WS-Federation



Rysunek 1 Poświadczanie tożsamości przy wykorzystaniu WS-Federation i dostawcy tożsamości

Poszczególne kroki protokołu przedstawiają się następująco:

1. Użytkownik kieruje żądanie do wybranego serwera aplikacji obsługującego jeden z modułów systemu
2. Jeśli moduł do tej pory nie przeprowadził autentykacji tego użytkownika, za pośrednictwem przeglądarki kierowane jest żądanie wydania informacji o użytkowniku do serwera modułu jednokrotnego logowania
3. Serwer jednokrotnego logowania poświadcza tożsamość użytkownika, samodzielnie lub delegując autentykację dalej, do zaufanego dostawcy.
4. Serwer jednokrotnego logowania tworzy tzw. *token bezpieczeństwa* użytkownika zgodny ze standardem SAML, zawierający atrybuty opisujące użytkownika (**nazwa logowania, imię, nazwisko, unikalny identyfikator, adres e-mail i przynależność do grup zabezpieczeń**).
5. Serwer jednokrotnego logowania **podpisuje** token bezpieczeństwa, uniemożliwiając w ten sposób jego zafałszowanie i poświadczając jego wiarygodność i za pośrednictwem przeglądarki odsyła informację do właściwego serwera aplikacji. Token bezpieczeństwa (właściwie: token SAML) ma postać dokumentu XML.
6. Serwer aplikacji waliduje integralność przedstawionego tokenu bezpieczeństwa i przydziela użytkownikowi dostęp do właściwych zasobów w ramach zawartej w tokenie bezpieczeństwa informacji o przynależności użytkownika do grup zabezpieczeń

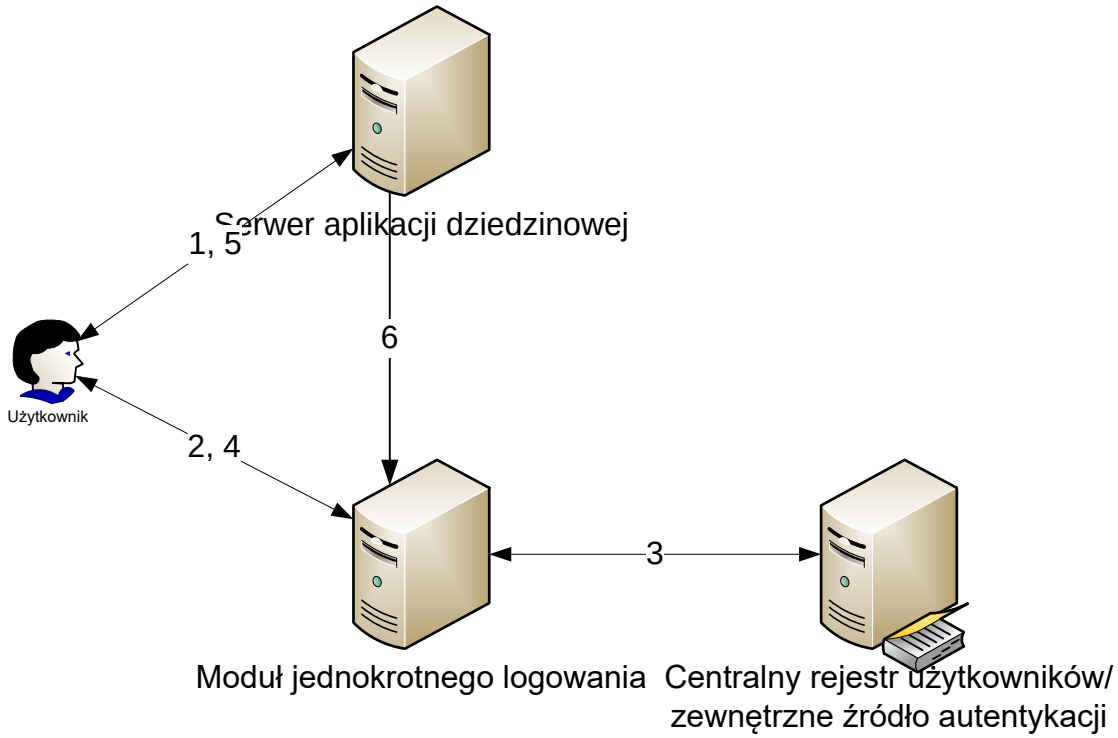
Szczegółowa dokumentacja techniczna protokołu autentykacji WS-Federation, zawartości i sposobu interpretacji tokenów SAML są publicznie dostępne i nie zostaną dołączone do niniejszego opracowania.

Należy zwrócić uwagę, że jedną z pożądanych właściwości specyfikacji WS-Federation jest obsługa scenariusza Single Sign-out, czyli możliwość wylogowania się użytkownika z całego środowiska

aplikacyjnego przez jeden wspólny odnośnik. Technicznie realizowane jest to następująco – podczas autentykacji użytkowników na potrzeby konkretnych aplikacji (krok 3) serwer jednokrotnego logowania w sesji użytkownika zapamiętuje odnośniki do tych aplikacji. W ten sposób w każdym momencie serwer jednokrotnego logowania wie do których aplikacji użytkownik jest zalogowany za jego pośrednictwem. Wylogowanie sprowadza się do wygenerowania spreparowanej strony z odnośnikami do poszczególnych aplikacji z dołączonym specjalnym parametrem, który dla aplikacji jest równoznaczny z poleceniem wylogowania się.

5.2 Protokół OAuth2

Rysunek 2 przedstawia schemat poświadczania tożsamości przy wykorzystaniu OAuth2 i modułu jednokrotnego logowania.



Rysunek 2 Poświadczanie tożsamości przy wykorzystaniu OAuth2 i dostawcy tożsamości

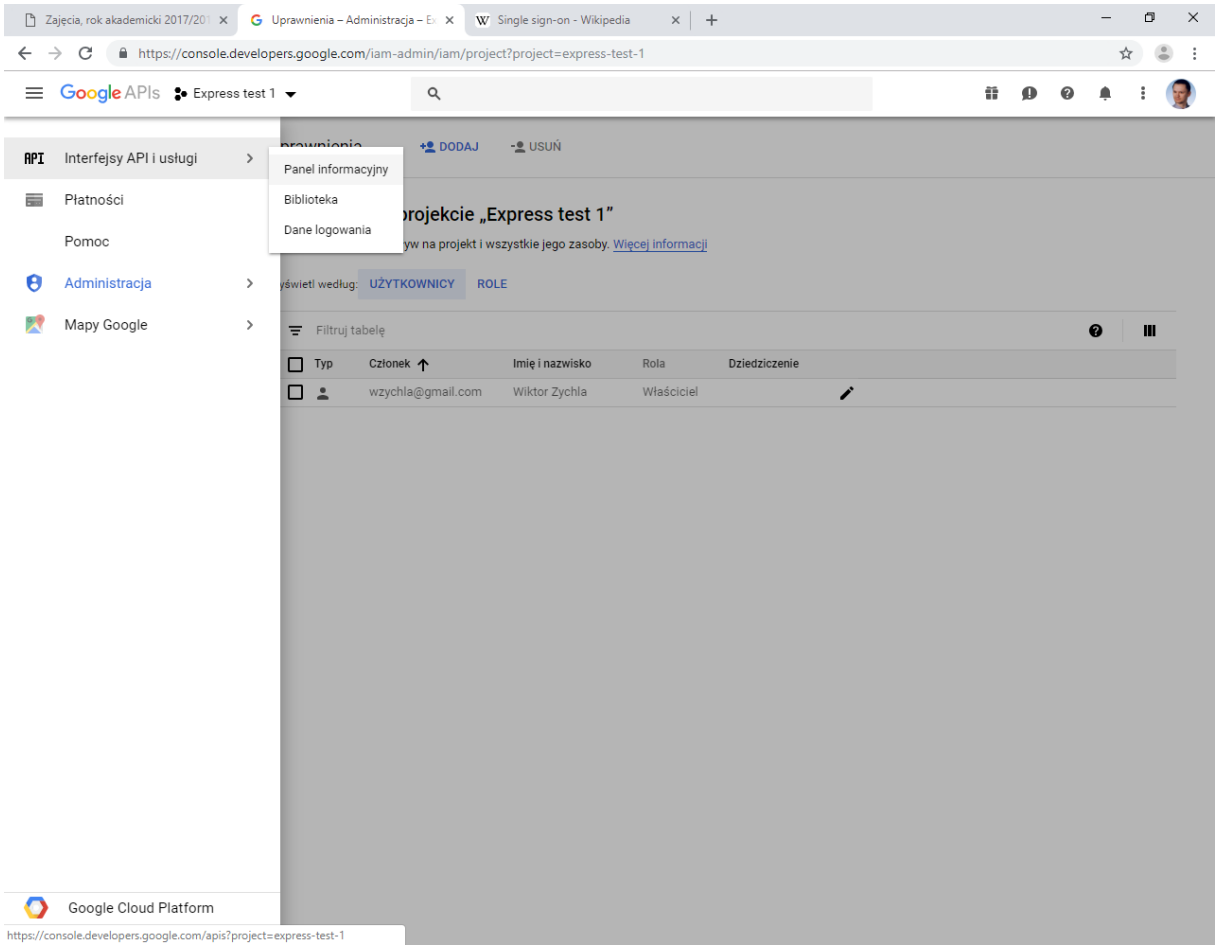
Poszczególne kroki protokołu przedstawiają się następująco:

1. Użytkownik kieruje żądanie do wybranego serwera aplikacji obsługującego jeden z modułów systemu
2. Jeśli moduł do tej pory nie przeprowadził autentykacji tego użytkownika, za pośrednictwem przeglądarki kierowane jest żądanie wydania informacji o użytkowniku do serwera modułu jednokrotnego logowania
3. Serwer jednokrotnego logowania poświadcza tożsamość użytkownika, samodzielnie lub delegując autentykację dalej, do zaufanego dostawcy.
4. Serwer jednokrotnego logowania tworzy tzw. *jednokrotny kod bezpieczeństwa*
5. Serwer aplikacji zamienia jednokrotny kod bezpieczeństwa na tzw. *token bezpieczeństwa*, którego następnie używa do uzyskania informacji o użytkowniku (**nazwa logowania, imię, nazwisko, unikalny identyfikator, adres e-mail i przynależność do grup zabezpieczeń**) w module jednokrotnego logowania

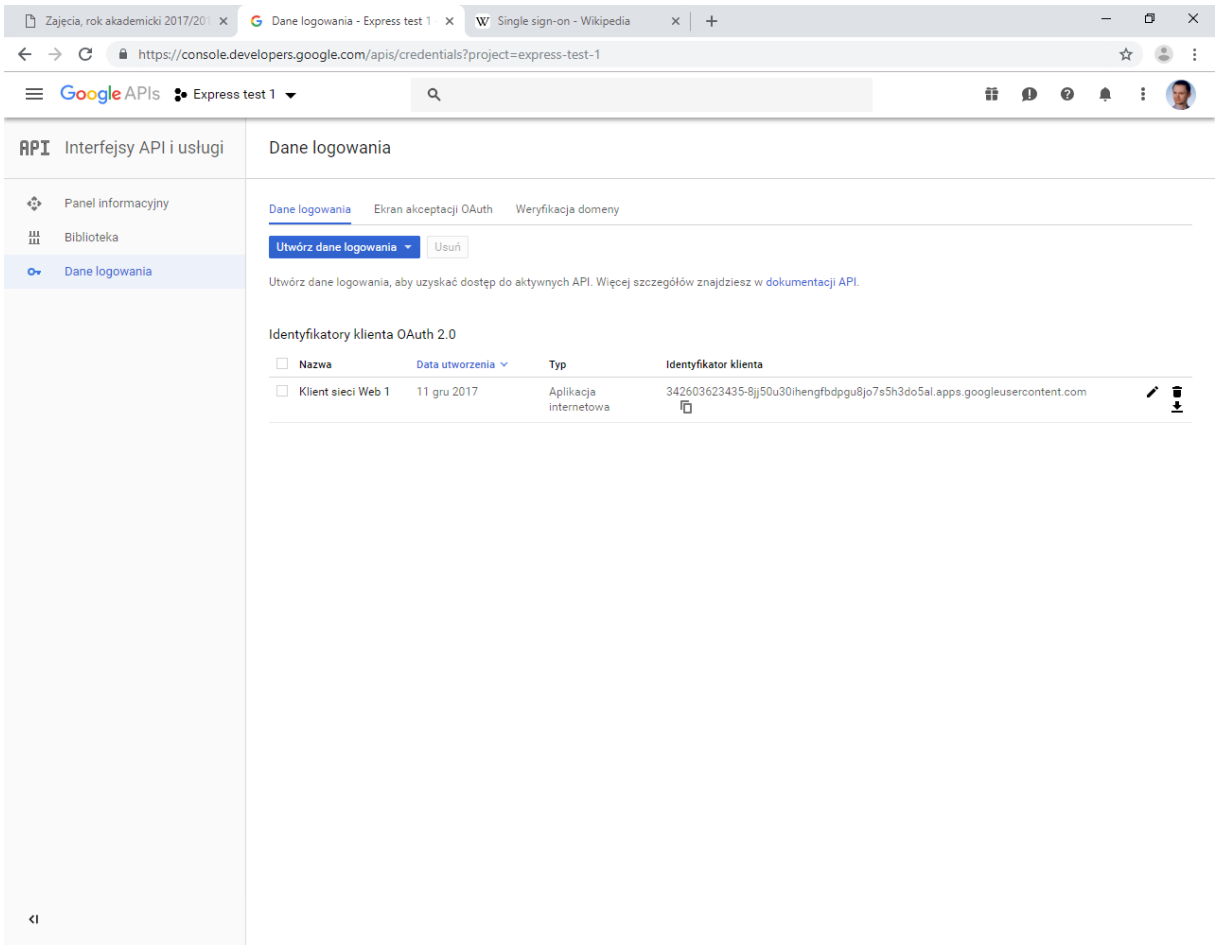
5.3 Przykład

Zbudujemy aplikację uwierzytelniającą się w Google za pomocą protokołu OAuth2. Pierwszym krokiem jest rejestracja aplikacji w Google w konsoli dla developerów.

W konsoli należy utworzyć nową aplikację i przywołać widok Interfejsy API i usługi:



Tu należy pozyskać dane logowania, czyli identyfikator aplikacji i tajny klucz oraz zarejestrować adres powrotny, w którym w aplikacji odbędzie się przetworzenie tokena federacyjnego i zamiana go na informacje o użytkowniku – w przykładzie adres zwrotny (callback) który należy podać w panelu konfiguracyjnym to http://localhost:3000/callback



oraz na liście API **włączyć** API dla Google+ aby umożliwić aplikacji dostęp do API zwracającego informacje o profilu.

Na formularzu logowania pojawi się odnośnik umożliwiający logowanie za pomocą Google:

```
<!-- login.ejs -->
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <title>Document</title>
    <style>
    html, body, form {
        height: 100%;
        overflow: hidden;
    }

    form {
        display         : flex;
        justify-content : center;
        align-items     : center;
    }

    #login {
```

```
        padding          : 20px;
        border           : 1px solid black;
    }

    #login div {
        overflow : auto;
    }

    #login input {
        float : right;
    }

    button {
        clear : both;
    }

    .message {
        color : red;
    }

    div > label {
        width: 120px;
    }
    </style>
</head>
<body>
    <form method="POST">
    <div id='login'>
        <div>
        Logowanie
        </div>
        <div>
        <input type='text' name='txtUser' />
        <label>Nazwa użytkownika:</label>
        </div>
        <div>
        <input type='password' name='txtPwd' />
        <label>Hasło:</label>
        </div>
        <div>
            <button>Zaloguj</button>
        </div>
        <div>
            <a href='<%- google %>'>Zaloguj za pomocą Google</a>
        </div>
        <% if ( locals.message ) { %>
            <div class='message'>
                <%= locals.message %>
            </div>
```

```
        <% } %>
    </div>
    </form>
</body>
</html>
```

a za obsługę protokołu OAuth2 będzie odpowiadał moduł **simple-oauth2**.

Dodatkowo w poniższym kodzie użyto kilku pakietów, o których do tej pory nie mówiliśmy:

- **node-fetch** – ułatwia tworzenie żądań http/https które wychodzą z serwera (do innego serwera)
- **jsonwebtoken** – pakiet do parsowania i walidacji tokenów JWT (dostawca OAuth2 zwraca informacje o użytkowniku w formacie JWT)
- **jwks-rsa** – pakiet do pozyskania klucza publicznego do walidacji JWT, opublikowanego w sieci w formacie JWKS (JSON Web Key Set)

Więcej informacji technicznych od konkretnego dostawcy (tu: Google) na stronie dokumentacji.

```
/**
 * WEPPO 2020
 * Przykład autentykacji za pomocą OAuth2
 *
 * Aplikacja zadziała tylko po wcześniejszym zarejestrowaniu jej w Google i
 * odblokowaniu dostępu do Google+ API
 *
 * Wiecej: http://www.wiktorzychla.com/2014/11/simple-oauth2-federated-
authentication.html
 *
 * Po zarejestrowaniu aplikacji należy przepisać jej id i secret z zakładki
 * Interfejsy API i usługi / Dane logowania do pól id/secret poniżej
 */
var http = require('http');
var https = require('https');
var fetch = require('node-fetch');
var jwt = require('jsonwebtoken');
var jwksClient = require('jwks-rsa');
var express = require('express');
var cookieParser = require('cookie-parser');
var simpleOauthModule = require('simple-oauth2');

// parametry id i secret należy przepisać ze strony konfiguracyjnej
// w Google
const oauth2 = new simpleOauthModule.AuthorizationCode({
    client: {
        id: '947413312885-
37sp8f7m4a42ahmtesjso5938fqh09n4.apps.googleusercontent.com',
        secret: 'a...W',
    },
```

```
    auth: {
        tokenHost: 'https://www.googleapis.com',
        tokenPath: '/oauth2/v4/token',
        authorizeHost: 'https://accounts.google.com',
        authorizePath: '/o/oauth2/v2/auth'
    },
});

const authorizationUri = oauth2.authorizeURL({
    redirect_uri: 'http://localhost:3000/callback',
    scope: 'openid profile email'
});

var app = express();

app.use(express.urlencoded({ extended: true }));
app.use(cookieParser('sgs90890s8g90as8rg90as8g9r8a0srg8'));

app.set('view engine', 'ejs');
app.set('views', './views');

// wymaga logowania
app.get('/', authorize, (req, res) => {
    res.render('app', { user: req.user });
});

app.get('/logout', authorize, (req, res) => {
    res.cookie('user', '', { maxAge: -1 });
    res.redirect('/')
});

// strona logowania
app.get('/login', (req, res) => {
    res.render('login', { google: authorizationUri });
});

app.post('/login', (req, res) => {
    var username = req.body.txtUser;
    var pwd = req.body.txtPwd;

    if (username == pwd) {
        // wydanie ciastka
        res.cookie('user', username, { signed: true });
        // przekierowanie
        var returnUrl = req.query.returnUrl;
        res.redirect(returnUrl);
    } else {
        res.render('login', { message: "Zła nazwa logowania lub hasło", goog
le: authorizationUri });
```

```
    }
});

app.get('/callback', async (req, res) => {

    const code = req.query.code;
    const options = {
        code,
        redirect_uri: 'http://localhost:3000/callback'
    };

    // żądanie do punktu końcowego oauth2 zamieniające code na access_token
i id_token
    var result       = await oauth2.getToken(options)

    // teraz są dwie możliwości
    // 1. użyć access_token żeby zapytać serwera kto kryje się pod wskazaną
tożsamością
    // 2. użyć id_token gdzie od razu zapisana jest wskazana tożsamość
    var access_token = result.token.access_token;
    var id_token     = result.token.id_token;

    // wariant 1. - żądanie do usługi profile API Google+ po profil użytkown
ika
    /*
    var response =
        await fetch('https://openidconnect.googleapis.com/v1/userinfo',
                    { headers:  {
                      "Authorization": `Bearer ${encodeURIComponent(access_t
oken)}`
                    }});
    var profile = await response.json();
    if (profile.email) {
        // zalogowanie
        res.cookie('user', profile.email, { signed: true });
        res.redirect('/');
    }
    */

    // wariant 2. - tożsamość bez potrzeby dodatkowego żądania
    // Uwaga! Formalnie token JWT należy zweryfikować, posługując się klucza
mi publicznymi
    // z https://www.googleapis.com/oauth2/v3/certs
    var client = jwksClient({
      jwksUri: 'https://www.googleapis.com/oauth2/v3/certs'
    });
    function getKey(header, callback){
      client.getSigningKey(header.kid, function(err, key) {
        var signingKey = key.publicKey || key.rsaPublicKey;
```

```
        callback(null, signingKey);
      });
    }
    var profile = jwt.verify(id_token, getKey, (err, profile) =>{
      if (profile.email) {
        // zalogowanie
        res.cookie('user', profile.email, { signed: true });
        res.redirect('/');
      }
    });

    // ... ale gdyby pominąć walidację, to kod się upraszcza do
    //var profile = jwt.decode(id_token);
    //if (profile.email) {
    //  // zalogowanie
    //  res.cookie('user', profile.email, { signed: true });
    //  res.redirect('/');
    //}
});

// middleware autentykacji
function authorize(req, res, next) {
    if (req.signedCookies.user) {
        req.user = req.signedCookies.user;
        next();
    } else {
        res.redirect('/login?returnUrl=' + req.url);
    }
}

http.createServer(app).listen(3000);
console.log('serwer działa, nawiguj do http://localhost:3000');
```