

**tytul**

()

Agnieszka Pawicka

Praca licencjacka

**Promotor:** dr Jan Otop

Uniwersytet Wrocławski  
Wydział Matematyki i Informatyki  
Instytut Informatyki

Wrocław 2021



## Streszczenie

streszczenie

---



# Spis treści

<b>1. Wprowadzenie</b>	<b>7</b>
1.1. Motywacja . . . . .	7
1.2. Gotowe rozwiązania . . . . .	8
1.3. Cel pracy . . . . .	8
<b>2. Środowisko</b>	<b>9</b>
2.1. Google Apps script . . . . .	9
2.2. Node.js . . . . .	10
2.3. Python . . . . .	11
2.4. Bootstrap . . . . .	11
<b>3. Techniczny opis programu</b>	<b>13</b>
3.1. Interfejs użytkownika . . . . .	13
3.2. Google Apps Script . . . . .	13
3.2.1. HTTP . . . . .	14
3.2.2. Zarządzanie formularzami . . . . .	14
3.3. Serwer Node.js'owy . . . . .	15
3.4. Konwersja wstawek z $\text{\LaTeX}$ 'a . . . . .	15
3.4.1. Alternatywne rozwiązanie . . . . .	15
3.5. Skrypty instalujący i uruchamiający . . . . .	15
<b>4. Instrukcja użytkownika</b>	<b>17</b>
4.1. Początki pracy z narzędziem . . . . .	17
4.1.1. Instalacja . . . . .	17

4.1.2. Praca z wtyczką . . . . .	17
4.2. Schemat pliku kodującego (JSON) . . . . .	17
4.3. Obsługa narzędzia . . . . .	19
<b>5. Podsumowanie</b>	<b>21</b>
5.1. słowo końcowe . . . . .	21
5.2. rozwój . . . . .	21

# Rozdział 1.

## Wprowadzenie

### 1.1. Motywacja

Przeprowadzanie testów i ankiet jest wpisane w życie akademickie oraz szkolne. Jedną ze szczególnych metod przeprowadzania testu lub ankiety jest weryfikowanie wiedzy czy jej zdalne zdobywanie. Aby to jednak było wartościowe, należy spełnić warunki takie jak:

- czytelność formy
- możliwość weryfikowania, kto wysłał odpowiedź
- kontrolowanie czasu wysyłanych odpowiedzi
- zapamiętywanie przesłanych odpowiedzi

Oprócz powyższych kryteriów możliwym byłoby wymienienie jeszcze wielu kwestii, których implementacja znacznie ułatwiłaby pracę ze zdalnymi testami - zwłaszcza dla strony przeprowadzającej test, jak np.:

- automatyczne generowanie testu z popularnego formatu,
- możliwość wstawiania symboli matematycznych,
- automatyczne ocenianie (dla testów) - być może w nietypowej skali,
- generowanie losowych testów z pytań z pewnej puli,
- udostępnianie wyników w wygodnym formacie

Zupełnie nowe narzędzie - możliwie blisko ideału - byłoby więc ambitnym przedsięwzięciem dla zespołu programistów. Tu z pomocą przychodzi możliwość rozszerzania istniejących rozwiązań.

## 1.2. Gotowe rozwiązania

Do najpopularniejszych gotowych rozwiązań należą formularze Googla, oraz Microsoftu - udostępniają one już bardzo dużo wymienionych w poprzednim rozdziale możliwości - są czytelne, zapewniają weryfikowanie tożsamości osób przysyłających odpowiedzi (sprawdzają zalogowanego kontem mailowym użytkownika, w Google Forms dzieje się to przez OAuth).

Wymienione narzędzia wciąż jednak nie są idealne. Głównymi problemem w przeprowadzaniu większych testów/ankiet jest konieczność ręcznego „przeklikiwania się” przez interfejs do tworzenia formularzy, a w dziedzinach ścisłych również brak wbudowanej interpretacji symboli matematycznych - chociaż własności, które byłyby pomocne jest znacznie więcej. Udostępnione możliwości oceniania automatycznego nie pozwalają na ustawienie nietypowej (jak np. wykładniczej) skali oceniania. Google Forms w czystej formie nie pozwalają też na automatyczne ustawienie ram czasowych akceptacji odpowiedzi - czasu początku i końca „testu”. Format odpowiedzi również nie jest najprostszy do przetwarzania.

Jest jednak ważna zaleta gotowych rozwiązań - można do nich dobudowywać dalsze usprawnienia. Niniejsza praca polega na usprawnieniu gotowego rozwiązania jakim są Google Forms o parę nowych możliwości.

## 1.3. Cel pracy

Poprzez wykorzystanie Google Apps Script i rozwiązań serwerowych bibliotek JavaScriptu powstało niewielkie usprawnienie działania znanego już rozwiązania - formularzy Google. W prezentowanej pracy zostało zaimplementowane automatyczne generowanie formularzy z plików w formacie JSON, renderowanie wstawek napisanych w  $\text{\LaTeX}$ ’u oraz możliwość prostego włączania oraz wyłączania opcji, mówiącej czy formularz przyjmuje w danym momencie zgłoszenia. Niektóre opcje formularzy można przekazać już na podstawie kodowania JSONowego - w konstruowanym pliku.



## Rozdział 2.

# Środowisko

### 2.1. Google Apps script

Nabudowywanie na gotowym narzędziu wymaga dostępu do niego. Google udostępnia API operujące na całym szeregu klas i metod oferowanych usług. Kod przypisany jest do danego konta google, możliwe jest ustawienie parametrów, takich jak: kto ma dostęp do nowotworzonej aplikacji internetowej (właściciel, zalogowany użytkownik danej organizacji, dowolny zalogowany użytkownik, każdy) pod którym kontem jest ona uruchamiana (właściciela/współwłaściciela, czy też zalogowanego użytkownika).

**Framework** Udostępnione API w pewnym stopniu wymusza na użytkownikach, aby kod wykonywany na infrastrukturze Google'a był napisany w javascriptcie, we framework'u „Google Apps Script”. Program jest wykonywany po stronie serwera. Pozwala on na stosunkowo łatwe manipulowanie działaniem produktów Google takich jak formularze, arkusze, dysk i inne.

Framework powstał w 2009 roku, w JavaScript 1.6, jest jednak regularnie ulepszany.

**Komunikacja** Apps Script udostępnia komunikację przez HTTP - jeśli projekt zawiera funkcje doGet(e) / doPost(e) - odpowiednie rządania wykonują kod z ciała tych metod. Zwracane wartości prowadzą do przekierowań zapytań -

**API** Google Apps Script udostępnia szereg klas i metod związanych z poszczególnymi narzędziami. Szczegółowa dokumentacja narzędzia znajduje się tutaj: Forms Service. Główna klasa - FormApp - jest odpowiedzialna za zarządzanie formularzami - m.in. tworzenie nowych. Każdy typ pytania i element formularza ma odpowiednią klasę (jak np. CheckboxItem czy SectionHeaderItem). Poprzez klasę Form można

zmieniać główne ustawienia formularzy - jak na przykład dodawanie właścicieli, tworzenie pytań, automatyczne ocenianie, manipulowanie tytułem, ustawienie, czy formularz jest „aktywny” (czy przyjmuje odpowiedzi).

## 2.2. Node.js

Praca wykorzystuje kilka bibliotek, przede wszystkim korzysta jednak z możliwości serwerowych Node.js.

**http** Interfejs silnie związany z „sercem” Node.js - udostępnia narzędzia do komunikacji poprzez HTTP zarówno ze strony serwerowej jak i klienckiej.

Dokumentacja: [http](http://nodejs.org/api/http.html)

**express** „Szybki (...), minimalistyczny framework webowy dla Node.js” - narzędzie pozwala w przystępny sposób postawić serwer (korzysta z biblioteki http). Udostępnia cztery klasy:

- **application** - odpowiada aplikacji serwerowej
- **request** - zarządza odwołaniami do serwera (głównie parametrami)
- **response** - odpowiada za odpowiedzi serwera
- **router** - zajmuje się routinguem, może być używane jako oprogramowanie pośredniczące

Dokumentacja znajduje się tutaj: [expres.js](http://expressjs.com/)

**cors** Node.js’owy moduł pozwalający na odpowiednie ustawienia CORS (Cross-Origin Request Sharing) w rozwiązaniach typu express.

Github modułu: [cors](https://github.com/expressjs/cors)

**child\_process** Moduł Node.js’owy pozwalający na uruchamianie podprocesów.

Dokumentacja znajduje się tutaj: [child\\_process](http://nodejs.org/api/child_process.html)

**jsonschema** Nowy (zaledwie dziesięćmięczny, wciąż w wersji Beta) moduł pozwalający na walidację formatu json zgodnie z podanym schematem.

Oficjalna strona: [jsonschema](http://jsonschema.com/)

## 2.3. Python

Rozwiązania pythonowe zostały wykorzystane w celu konwersji wstawek matematycznych (latex) do zdjęć. Poniżej krótki opis wykorzystanych bibliotek.

**tex2pix** Biblioteka pozwalająca na konwertowanie formatu .tex do różnych formatów zdjęciowych. Metoda konwertująca format .tex na format .png zaczyna od konwersji .tex do .pdf, stąd w pracy używana jest konwersja do pdf z tej biblioteki, a dalsze manipulowanie formatem używa innych - subiektywnie prostszych w użytkowaniu - bibliotek.

Oficjalna strona: [tex2pix](#).

**pdf2image** Biblioteka umożliwiająca konwersję formatu pdf do formatów zdjęciowych.

Oficjalna strona: [pdf2image](#).

**opencv** Biblioteka pozwalająca na manipulację obrazami. Udostępnia znacznie więcej możliwości niż te użyte w pracy. W szczególności pozwala na przycinanie obrazów względem ich kolorystyki - co pozwala na automatyczne przycięcie strony pdf do rozmiarów napisanego na niej tekstu. Więcej informacji na temat biblioteki: [opencv](#)

**base64** Biblioteka pozwala na konwersję obrazu do formatu Base64 - używanego w pracy do przesyłu obrazów pomiędzy serwerami node'owym a google'owym.

## 2.4. Bootstrap

Popularna biblioteka CSS, ułatwiająca budowanie interfejsów graficznych stron internetowych pisanych w HTML. Oficjalna strona [bootstrap](#).



## Rozdział 3.

# Techniczny opis programu

Narzędzie składa się z trzech głównych części:

- interfejsu użytkownika napisanego przy użyciu frameworku css’owego „Bootstrap”,
- aplikacji internetowej, napisanej we frameworku Google Apps Script po stronie Google’a, pod prywatnym kontem e-mailowym,
- serwera napisanego w Node.js. Serwer jest uruchamiany lokalnie na urządzeniu użytkownika, komunikuje się z aplikacją internetową oraz interfejsem użytkownika.

Poza tym lokalny serwer wykorzystuje kilka bibliotek JavaScriptowych oraz Pythonowych do dodatkowych obliczeń. Schemat połączeń w projekcie: tu będzie schemat narysowany

### 3.1. Interfejs użytkownika

Na interfejs użytkownika składają się trzy pliki: *strona.html*, *memoryFile.js* oraz *htmlCode.js* - pierwszy z nich koduje część wizualną, drugi dane na temat formularzy, trzeci jest odpowiedzialny za zachowanie poszczególnych elementów, w tym za komunikację z serwerem.

Na wygląd aplikacji składają się:

- pole do wgrywania plików, przyjmujące formaty .json oraz .txt. Zawartość powinna spełniać wymagania opisane w instrukcji w podrozdziale 4.1,
- przycisk wgrywający plik - „generate form” wywołuje metodę getFile,
- listę formularzy, w której poprzez kliknięcie można wybrać formularz,

- kilka przycisków powiązanych z metodą `getInfo()`.

Plik *memoryFile.js* jest modyfikowany na poziomie serwera lokalnego. Jako kod zawiera on wyłącznie deklarację stałej „memory”, będącej obiektem JSON następującej budowy:

```
1 {"forms":  
2   [{"id": "string",  
3     "date": "string",  
4     "name": "string"}]  
5 ]  
6 }
```

Wartość „id” jest generowana przez Google przy tworzeniu formularza, „date” to data utworzenia formularza (rok-miesiąc-dzień), „name” odpowiada tytułowi.

Wartość „selectedForm” z pliku *htmlCode.js* odpowiada identyfikatorowi formularza obecnie podświetlonego na niebiesko na liście formularzy. Metody zaimplementowane w *htmlCode.js*:

- `changeLocation(newLocation)` - pozwala na zmianę wyświetlanego adresu,
- `makeHttpRequest(Url, callback)` - wysyła żądanie GET do lokalnego serwera (adres URL zależy od rodzaju przeprowadzanej akcji), w przypadku pozytywnej odpowiedzi (HTTP status 200) wywołuje metodę `callback`,
- `getInfo(action)` - metoda przypisana większości przycisków interfejsu, jest odpowiedzialna za odpowiednie wywołanie `makeHttpRequest`,
- `getFile()` - funkcja przypisana do przycisku „Generate form”, pobiera wgrany plik, sprawdza, czy jest on poprawnym JSONem i wywołuje `makeHttpRequest` z odpowiednimi argumentami.
- `assign(id)` - metoda przypisana do elementów listy formularzy, ustawia wartość „selectedForm” przy każdej zmianie wybranego z listy formularza,
- `generateList()` - tworzy listę formularzy na podstawie *memoryFile.js*, jest uruchamiana przy ładowaniu strony.

## 3.2. Google Apps Script

Aplikacja internetowa stanowi rozwiązanie serwerowe, pozwalające na komunikację poprzez HTTP. Odwołać do niej może się każdy użytkownik znający adres url aplikacji, kod wykonywany jest pod kontem Google właściciela aplikacji (w chwili obecnej aplikacja jest utworzona pod prywatnym kontem Google).

Po stronie Google'a znajdują się dwa pliki: *communication.gs* oraz *createForm.gs*, odpowiadające kolejno za komunikację po HTTP oraz za zarządzanie tworzeniem formularzy.

### 3.2.1. HTTP

Plik *communication.gs* zawiera implementację metod `doPost(e)` oraz `doGet(e)`. Framework zapewnia, że są one wykonywane, gdy do aplikacji przyjdą zapytania HTTP (odpowiednio POST i GET). Do parametrów funkcji są przekazywane treści zapytań.

Metoda `doGet(e)` jest wykorzystywana do zapytań dotyczących tego, czy dany formularz przyjmuje przesyłane odpowiedzi oraz do uzyskiwania informacji na temat adresów URL danego formularza. Poprawne zapytanie powinno zawierać dwie wartości:

- `formId` - identyfikator formularza przypisywany automatycznie w momencie tworzenia,
- `action` - pole tekstowe mówiące o tym, co autor zapytania chce zrobić. Obsługiwane wartości:
  - *isActive* zwraca wiadomość tekstową informującą o tym, czy formularz przyjmuje odpowiedzi,
  - *activate* aktywuje formularz (po wykonaniu tej części formularz przyjmuje odpowiedzi),
  - *deactivate* dezaktywuje formularz,
  - *publisherUrl* zwraca adres url formularza dla respondentów,
  - *editorUrl* zwraca adres url do edycji formularza,
  - *delete*.

Z braku udostępnionej metody usuwającej rzędany formularz - zapytanie o usunięcie formularza dezaktywuje go.

Metoda `doPost(e)` odpowiada za tworzenie nowych formularzy. Przesyłana wartość zawiera zakodowany w formacie JSON formularz, wstępnie przetworzony przez lokalny serwer (zamiana pytań z wstawkami  $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ 'owymi na zdjęcia w formacie base64). Ta metoda uruchamia funkcję *createFormJSON* z pliku *createForm.gs*.

### 3.2.2. Zarządzanie formularzami

Plik *createForm.gs* zawiera kilka metod służących do tworzenia konkretnych rodzajów pytań:

- `checkBox` -

Pytania ze wstawkami L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X’owymi są w formie zdjęć, nie posiadają możliwych odpowiedzi - tuż pod nimi tworzy się pytanie bez treści zawierające możliwe odpowiedzi. W praktyce wygląda to w następujący sposób: (TU BĘDZIE ZDJĘCIE); Takie rozwiązanie wynika z ograniczeń API formularzy, które nie udostępnia metod wprowadzenia zdjęć do popularnych typów pytań - jest to znany problem, zgłaszany tutaj. Metoda *image* tworzy pole zdjęciowe w formularzu. Funkcja *setFromFeatures* modyfikuje ustawienia formularza - chodzi tu o zapamiętywanie adresów mailowych użytkowników przysyłających odpowiedzi, limit odpowiedzi na użytkownika, ustawienie współwłaściciela formularza oraz wartości, czy formularz powinien być oceniany automatycznie.

Główną funkcją w pliku jest *createFromJSON*, która generuje formularz poprzez wywoływanie odpowiednich metod z wymienionych wyżej. Właścicielem formularza jest właściciel aplikacji internetowej (użytkownik Google, pod którego kontem tworzone są formularze). Takie rozwiązanie pozwala na uniknięcie potrzeby autoryzacji przy każdym dostępie do aplikacji internetowej.

### 3.3. Serwer Node.js’owy

### 3.4. Konwersja wstawek zL<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X’a

#### 3.4.1. Alternatywne rozwiązanie

### 3.5. Skrypty instalujący i uruchamiający



## Rozdział 4.

# Instrukcja użytkownika

### 4.1. Początki pracy z narzędziem

Wtyczka pozwala na wygenerowanie formularza Google Forms z pliku kodującego w formacie JSON, automatyczne definiowanie jego treści na podstawie wstawek w  $\text{\LaTeX}$ 'u oraz zarządzanie informacjami o tym, czy dany formularz przyjmuje przesyłane odpowiedzi. Na początek należy jednak pobrać i zainstalować zależności wykorzystywane przez narzędzie.

#### 4.1.1. Instalacja

Na początku należy sklonować repozytorium projektu.

Następnie wejść w folder **source** i uruchomić plik o nazwie „install.sh”. Pozwoli to na zainstalowanie potrzebnych bibliotek.

#### 4.1.2. Praca z wtyczką

Aby włączyć narzędzie należy uruchomić plik o nazwie „run.sh”. Uruchomi on lokalny serwer Node.js'owy oraz stronę internetową z interfejsem użytkownika.

### 4.2. Schemat pliku kodującego (JSON)

Poniżej znajduje się rozpisany schemat kodowania:

```
1 {"title": "string",  
2  "email": "string",  
3  "check": "boolean",  
4  "questions": [{{"type": "string",  
5                  "text": "string",
```

```

6         "tex" : "boolean",
7         "answers": [{"answer" : "string",
8                       "correct" : "boolean"}],
9         "points": "number"]}]
10    }

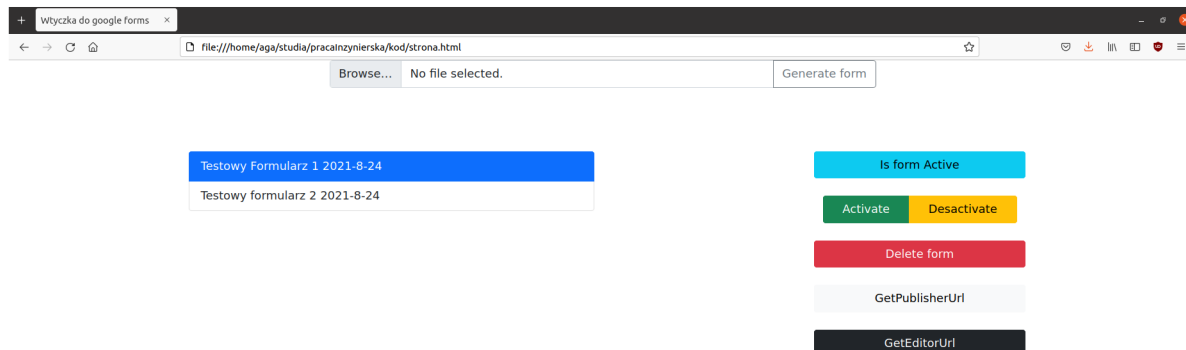
```

Jest to opis tych wartości, które mogą być użyte - nie wszystkie są jednak wymagane. Poniżej znajduje się szczegółowy opis pól i wartości:

- title - wartość tekstowa, odpowiada nagłówkowi formularza - **pole wymagane**,
- email - adres e-mail edytora formularza (konieczne konto google) - **pole opcjonalne**,
- check - wartość boolowska mówiąca o tym, czy formularz ma udostępniać opcję automatycznego oceniania. Domyślna wartość to **false**. W przypadku ustawienia wartości na **true** należy się upewnić, że przy każdym pytaniu są poprawnie ustalone wartości „correct” oraz „points” - **pole opcjonalne**,
- questions - tablica, której każde pole zawiera informacje dotyczące jednego pytania - **pole wymagane**. Poniżej znajdują się wartości kodujące pojedyncze pytanie:
  - type - pole tekstowe dotyczące typu kodowanego pytania. Dopuszczalne wartości:
    - \* „checkbox”
    - \***pole wymagane**,
  - text - zawiera treść pytania w formie tekstowej. Może zawierać wstawki z  $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ 'a - **pole wymagane**,
  - tex - wartość boolowska, jeśli **true** treść pytania (text) będzie konwertowana do obrazu z zachowaniem konwersji symboli matematycznych i innych wstawek z  $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ 'a z biblioteki standardowej, **pole wymagane**,
  - answers - tablica, każde pole zawiera jedną z możliwych odpowiedzi w następującej formie:
    - \* answer - pole tekstowe, treść danej odpowiedzi
    - \* correct - wartość boolowska wskazująca czy dana odpowiedź jest prawidłowa**-pole opcjonalne**
  - points - wartość numeryczna, odpowiada liczbie punktów przyznawanej za poprawą odpowiedź na pytanie (dotyczy wyłącznie oceniania automatycznego) - **pole opcjonalne**

### 4.3. Obsługa narzędzia

Po uruchomieniu użytkownik widzi stronę w przeglądarce, jak na zdjęciu poniżej:



Rysunek 4.1: Interfejs aplikacji

Widoczne u góry pole do wgrywania plików przyjmuje formaty .txt oraz .json. W pliku powinien znajdować się zakodowany formularz (podrozdział 4.2. Schemat pliku kodującego (JSON)).

Poniżej po lewej stronie znajduje się lista utworzonych już formularzy, po prawej znajdują się przyciski służące do operowania na już istniejących formularzach.

Przycisk „Generate form” wgrywa podany plik i wykonuje na nim kolejne operacje. Poprawne wykonanie powinno przechodzić przez kolejne etapy:

- Sprawdzany jest format pliku. Jeśli zawartość jest obiektem typu JSON, dane przekazywane są do lokalnego serwera, w przeciwnym przypadku strona wyświetli alert informujący o niepoprawnym formacie.
- Serwer lokalny sprawdza zgodność pliku ze schematem (JSON schema). Po tym etapie poniżej pola do wgrywania plików powinna pojawić się jedna z poniższych informacji:
  - Validation succeeded
  - Wrong JSON format

- Jeśli plik JSON jest zgodny ze schematem, następuje konwersja pytań zakodowanych jako „tex” na format zdjęciowy.
- Po zakończonej konwersji, z lokalnego serwera wysyłany jest POST request do serwera po stronie Google, gdzie odbywa się konwersja pliku na formularz. Zdalny serwer odsyła informację po zakończonej pracy do serwera lokalnego.
- Lokalny serwer dodaje nowy formularz do listy.
- Wyświetla się komunikat **New form has been created. Please reload page** z prośbą o odświeżenie strony.

Zachowania poszczególnych przycisków - za wyjątkiem „Generate Form” - dotyczą zawsze wybranego formularza z listy (podświetlonego w danym momencie na niebiesko). Aby wybrać formularz należy kliknąć na niego w liście formularzy.

Widoczne w interfejsie przyciski mają następujące funkcje:

**Is Form Active** zwraca wartość **Form is active** jeśli formularz przyjmuje odpowiedzi oraz **Form is inactive** w przeciwnym przypadku.

**Activate** wysyła do serwera po stronie Google’a zapytanie, jeśli aktywacja formularza przebiegła pomyślnie, zwracana jest wiadomość **Form activated**.

**Deactivate** wysyła do serwera po stronie Google’a zapytanie, jeśli dezaktywacja formularza przebiegła pomyślnie, zwracana jest wiadomość **Form deactivated**.

**Delete Form** wysyła do serwera po stronie Google’a zapytanie o dezaktywację formularza, następnie usuwa z pliku z danymi o formularzach wpis dotyczący wybranego formularza oraz w komunikacie **Form deactivated, please reload page**, prosi o odświeżenie strony

**Get Publisher Url** wysyła do serwera po stronie Google’a zapytanie o adres url dla respondentów wybranego formularza. W komunikacie pojawia się odpowiedni link.

**Get Editor Url** wysyła do serwera po stronie Google’a zapytanie o adres url dla edytorów wybranego formularza. W komunikacie pojawia się odpowiedni link.

## Rozdział 5.

# Podsumowanie

5.1. słowo końcowe

5.2. rozwój