

**WYŻSZA SZKOŁA INFORMATYKI I ZARZĄDZANIA  
„COPERNICUS” WE WROCŁAWIU**

---

**WYDZIAŁ INFORMATYKI, ADMINISTRACJI I FIZJOTERAPII**

Kierunek studiów: **Informatyka**

Poziom studiów: **Studia drugiego stopnia-inżynierskie**

Specjalność: **Inżynieria systemów informatycznych**

**PRACA DYPLOMOWA INŻYNIERSKA**

**Daniel Słaby**

**Analiza porównawcza nowoczesnych rozwiązań  
technologicznych aplikacji SPA za pomocą  
jednakowej aplikacji zaimplementowanej w  
każdym z wybranych rozwiązań**

**Comparative analysis of modern technological solutions of SPA  
applications using the same application implemented in each of the  
selected solutions**

**Ocena pracy:** .....  
(ocena pracy dyplomowej, data, podpis promotora)

.....  
(pieczęć uczelni)

**Promotor:**

**Dr inż. Grzegorz Debita**

---

**WROCŁAW 2020**

# Spis treści

---

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>2</b>
1.1	Wprowadzenie . . . . .	2
1.2	Cel pracy . . . . .	2
1.3	Motywacja . . . . .	2
1.4	Zakres . . . . .	3
	<b>Część przeglądowa</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Część przeglądowa</b>	<b>5</b>
2.1	Słowniczek Pojęć . . . . .	5
2.2	Przegląd prac o podobnej tematyce . . . . .	5
2.2.1	Comparison of Single-Page Application Frameworks . . . . .	5
2.2.2	Lighthouse . . . . .	8
2.2.3	Porównanie narzędzi do tworzenia aplikacji typu SPA na przykładzie Angular2 i React . . . . .	8
	<b>Część praktyczna</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Część praktyczna</b>	<b>10</b>
3.1	. . . . .	10
3.1.1	. . . . .	10
<b>4</b>	<b>Podsumowanie</b>	<b>11</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>12</b>
	<b>Spis rysunków</b>	<b>16</b>
	<b>Oświadczenie o udostępnianiu pracy dyplomowej</b>	<b>17</b>
	<b>Oświadczenie autorskie</b>	<b>18</b>

# 1. Wstęp

---

## 1.1 Wprowadzenie

Technologia front-end ewoluuje w zastraszającym tempie. 20 października 2010 rozpoczęła się nowa era technologii webowych wraz z wydaniem biblioteki AngularJS. Był to swoisty początek aplikacji SPA ( Single Page Application ) i całkowitej zmiany podejścia do tworzenia webowych aplikacji klienckich.

Dzisiaj większość narzędzi jakie używamy w życiu codziennym albo w pełni znajduje się w przeglądarce albo ma już na niej swoje odpowiedniki. Znaczna część aplikacji z których korzystamy na co dzień wykorzystuje te narzędzia jako rdzeń swojego działania. Ze znanych aplikacji z jakich korzysta na co dzień użytkownik możemy wymienić jako przykład odpowiednio: React: Facebook, Instagram, Netflix, WhatsApp Angular 2: GitHub Community Forum, Microsoft Office Home, Google Marketing Platform VueJS: FontAwesome, ChatWoot, Moonitor, Leave Dates

## 1.2 Cel pracy

W pracy tej, przeanalizowano trzy najpopularniejsze rozwiązania do tworzenia aplikacji SPA. Każde z nich pozwala na stworzenie takiej samej aplikacji z punktu widzenia końcowego użytkownika. Każda z nich jednak w inny sposób rozwiązuje problemy zarządzania zasobami oraz optymalizacji renderowania. W tym celu skonstruuje narzędzie pozwalające na badanie dynamicznych aplikacji webowych i postaram się odpowiedzieć na pytanie, czy różnica wydajności pomiędzy frameworkami jest tak duża, że powinna mieć wpływ na wybór konkretnego rozwiązania w ogólnym przypadku?

## 1.3 Motywacja

Za motywacją do stworzenia tejże pracy stały dwa główne powody. Pierwszym z nich jest chęć porównania trzech najczęściej wybieranych narzędzi w środowisku front-end. Każde z nich rozwiązuje ten sam problem, jednak nie jest do jasne, jak wygląda ich wydajność w przypadku użytkowania aplikacji. Jest to bowiem problem który trudno zbadać, co prowadzi nas do drugiego powodu. Badanie aplikacji typu SPA w momencie ich działania jest niezwykle trudnym zadaniem, dlatego też, celem praktycznym pracy jest stworzenie narzędzia do rozwiązywania tego problemu.

### 1.4 Zakres

Zadanie będzie polegać na zaprojektowaniu odpowiedniej aplikacji która zawiera kilka znanych problemów wydajnościowych występujących w świecie aplikacji SPA. Następnie implementacja takiej aplikacji w każdym z wybranych rozwiązań. Kolejno na specjalnie stworzonej maszynie wirtualnej z ograniczonymi zasobami, wykonane zostaną testy wydajnościowe za pomocą wbudowanego profilera.

Mając już konkretne dane, wyniki zostaną przeanalizowane porównując które rozwiązanie jest najwydajniejsze w konkretnym przypadku co pozwoli na odpowiedź na pytanie: czy różnica wydajności pomiędzy narzędziami jest tak duża, że powinna mieć wpływ na wybór konkretnego rozwiązania w ogólnym przypadku?

## **Część przeglądowa**

## 2. Część przeglądowa

---

- JSON [1] (JavaScript Object Notation) - jest to tekstowy format wymiany danych, bazującym na podzbiorze języka JavaScript. JSON przechowuje dane określone przez standard ECMA-262 3-cia edycja - Grudzień 1999.
- Transpilacja [2] - Transpilatory lub kompilatory typu źródło-źródło to narzędzia, które odczytują kod źródłowy napisany w jednym języku programowania i wytwarzają równoważny kod w innym języku. Języki, które piszesz, które są transpilowane na JavaScript, są często nazywane językami kompilacji do JS i mówi się, że są ukierunkowane na JavaScript.
- SPA [3] (także Single Page Application) - jednostronna aplikacja internetowa, czyli taka, która posiada tylko jeden plik HTML. Taka aplikacja nie przeładowuje strony w trakcie użytkowania. Może w tym celu korzystać z technologii AJAX lub innych dostępnych w przeglądarkach internetowych. Logika aplikacji SPA napisana jest w JavaScript lub w języku transpilowanym do języka JavaScript Framework.

### 2.1 Słowniczek Pojęć

### 2.2 Przegląd prac o podobnej tematyce

W części tej zajmiemy się przeglądem dostępnych rozwiązań oraz prac dotyczących pomiaru wydajności aplikacji internetowych z naciskiem na aplikacje typu SPA.

#### 2.2.1 Comparison of Single-Page Application Frameworks

Pierwszą pozycją jest praca autorstwa Pan Eric'a Molina z instytutu KTH Royal Institute of Technology w Sztokholmie [4]. Autor stara się porównać frameworki na pełnej płaszczyźnie ich złożoności. W jego pracy znaleźć możemy pełen spis kryteriów oceny frameworków wraz z wagami przypisanymi do cech określonymi za pomocą wywiadu środowiskowego jaki autor przeprowadził na grupie 10 profesjonalnych deweloperów mających doświadczenie w tych zagadnieniach przedstawionych na rysunku 2.1.

W pracy tej, porównywanymi frameworkami są AngularJS, Angular2 oraz React. I tutaj wyróżnić możemy już pierwsze różnice pomiędzy pracami. Praca Pana Molina została wykonana w 2016 roku. JavaScript jest jednym z najszybciej rozwijających się oraz najczęściej spotykanych technologii webowych na świecie [5]. Przez okres 4 lat, firmy masowo porzuciły technologie AngularJS na rzecz Angular 2 oraz Reacta. Dodatkowo, w między czasie do wyścigu dołączył Vue.js [6]. Przez ten okres, także implementacja tychże rozwiązań znacznie dojrzała. Angular z wersji 2 ewoluował już do wersji 9 [7]. Także React ewoluował z wersji

Criteria	Frequency
Cache performance	2
Compatibility	4
Developer guidelines	3
Documentation	6
Does “in-house” experience exists?	2
Simple to use	6
Maintainability	5
Maturity	4
Modularity	3
Performance	5
Popularity	8
Portability	4
Scalability	3
Security	2
Framework’s size	1
Testability	3
Who is the developer?	4

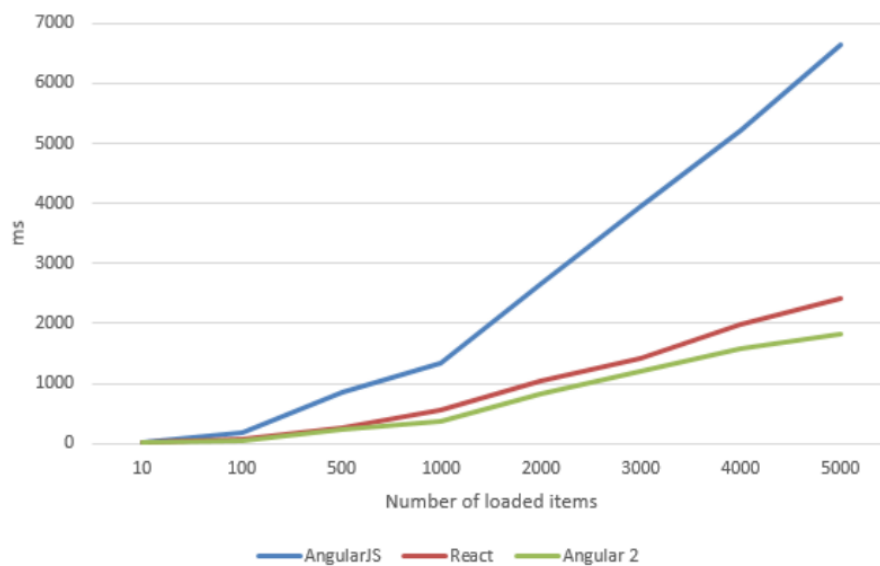
Rysunek 2.1. Grafika przedstawiająca ocenę wpływu wybranego elementu na atrakcyjność danego narzędzia [4]

0.14.8 (użyta w pracy Pana Molina) do wersji 16.13.1 [8]. Najważniejszą zmianą którą należy tutaj wspomnieć jest zmiana silnika reacta nosząca nazwę React Fiber która nastąpiła w wersji 16.0.0. Był to kamień milowy, i z punktu widzenia badania wydajności, jest to całkowicie nowe rozwiązanie.

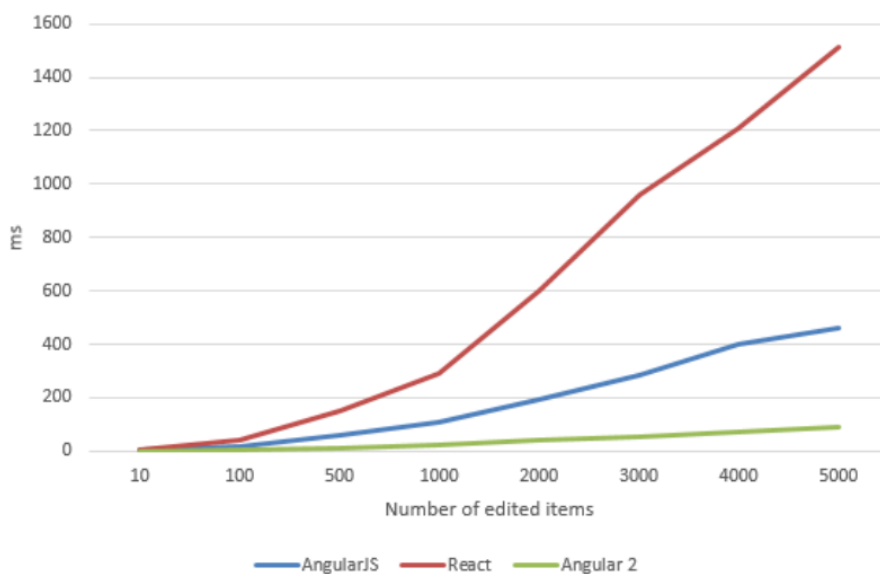
Następną sekcją która jest dla nas interesująca jest sekcja 5.2 w której autor prezentuje wyniki swoich testów. Wartym zauważenia jest wersja przeglądarki chrome, która wynosi 50.0.26661.102m. Najnowsza wersja chrome, w czasie pisania tego tekstu, to wersja 80.0.3987.16 czyli aż o 30 wersji nowszej.

W pierwszym teście, autor porównuje wydajność pomiędzy rozwiązaniami na przykładzie ładowania elementów od 10 aż do 5000 przedstawionym na rysunku 2.2.

Z badania tego, możemy zauważyć jak bardzo AngularJS różni się od pozostałych, nowszych rozwiązań. Do pierwszych 100 elementów, wyniki są zbliżone, natomiast powyżej tej wartości, mamy nagłą zmianę stopnia nachylenia funkcji. Przyczyną takiego zachowania jest fakt, iż AngularJS nigdy nie był zoptymalizowany dla takich przypadków użycia podczas, gdy React oraz Angular2 już tak. W drugim teście, autor bada czas potrzebny do załadowania określonej ilości elementów. Wyniki przedstawiono na rysunku 2.3.



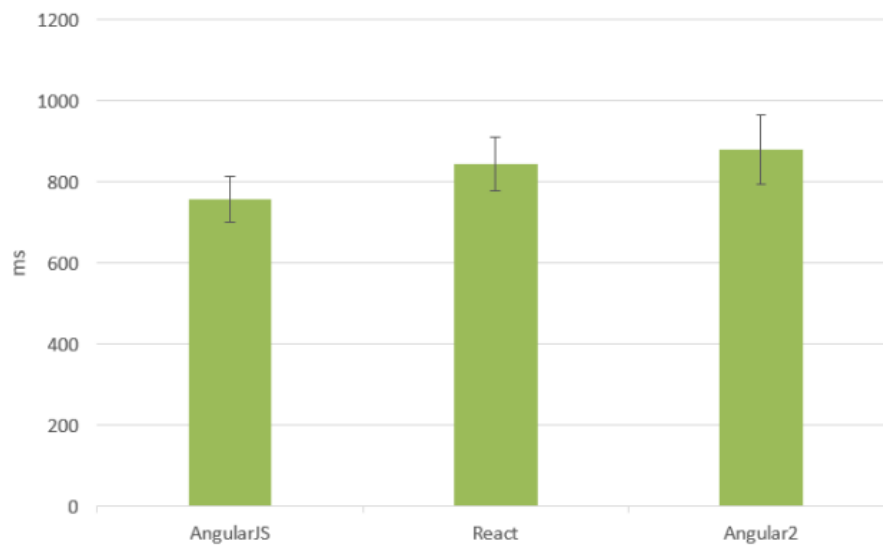
Rysunek 2.2. Grafika przedstawiająca wzrost czasu ładowania elementów od 10 do 5000 przy użyciu AngularJS Angular2 oraz React [4]



Rysunek 2.3. Grafika przedstawiająca wykres zależności czasu do ilości edytowanych elementów na stronie [4]

Widzimy znaczną dysproporcję pomiędzy każdym z rozwiązań. Z jednej strony AngularJS przypomina funkcję wykładniczą gdzie po przeciwnej stronie Angular2 zachowuje się jak funkcja liniowa. Pokazuje to jak bardzo istotne zmiany zaszły pomiędzy zmianą generacji oraz wpływ doświadczenia jakie zebraliśmy w okresie panowania frameworka AngularJS. Wszak AngularJS był pierwszym podejściem do generycznego narzędzia dla dynamicznych aplikacji internetowych. W ostatnim teście wydajnościowym, autor porównuje czas ładowania się aplikacji. Wyniki przedstawiono na rysunku 2.4.





Rysunek 2.4. Grafika przedstawiająca wykres czasu ładowania aplikacji [4]

O ile autor faktycznie porównuje wydajność rozwiązań, nie określa on w sposób klarowny jak zaimplementowano mechanizm dodawania oraz aktualizacji elementów w pierwszym oraz drugim teście. Są to informacje bardzo istotne, gdyż każdy z frameworków działa w inny sposób, i ma to bezpośredni wpływ na otrzymane wyniki. Dodatkowo, autor nie podaje błędu pomiaru [9] który wyznaczył podczas przeprowadzania badania. Jest to bardzo istotna informacja, gdyż frameworki takie opierają się na całej piramidzie warstw oprogramowania które współdzielą zasoby komputera z innymi procesami. Ponadto autor nie zastosował żadnej warstwy abstrakcji nad systemem operacyjnym co powoduje, że wyniki mogą znacząco różnić się pomiędzy różnymi wersjami systemu.

### 2.2.2 Lighthouse

### 2.2.3 Porównanie narzędzi do tworzenia aplikacji typu SPA na przykładzie Angular2 i React

## **Część praktyczna**

## 3. Część praktyczna

---

### 3.1

#### 3.1.1

Do listingów też można zrobić odniesienie np poniżej mamy listing nr 3.1

**Listing 3.1 . Przykładowy listing pliku konfiguracyjnego**

---

```
<Extension _syslog>
  Module xm_gelf
</Extension>

<Input in>
  Module im_msvistalog
</Input>

<Output out>
  Module      om_udp
  Host        192.168.21.211
  Port        12201
  OutputType  GELF
</Output>

<Route 1>
  Path        in => out
</Route>
```

## **4. Podsumowanie**

---

# Bibliografia

---

- [1] JSON.org, <https://www.json.org/>
- [2] Peleke Sengstacke *JavaScript Transpilers: What They Are and Why We Need Them*, Kwiecień 25, 2016  
<https://scotch.io/tutorials/javascript-transpilers-what-they-are-why-we-need->
- [3] Sławomir Kołodziej *What Are Single Page Applications? What Is Their Impact on Users' Experience and Development Process?*, 3 Lipiec 2019  
<https://www.netguru.com/blog/what-are-single-page-applications>
- [4] Eric Molin, *Comparison of Single-Page Application Frameworks*, Instytut KTH w Sztokholmie  
<https://pdfs.semanticscholar.org/fa9f/f75f32de61cddafa8805ea433d4d8a0e20da.pdf>
- [5] <https://octoverse.github.com/>
- [6] Maja Nowak, *Reasons, Why Vue.js Is Getting More Traction Every Month*, 19 Grudzień 2018,  
<https://www.monterail.com/blog/reasons-why-vuejs-is-popular>
- [7] <https://github.com/angular/angular/blob/master/CHANGELOG.md>
- [8] <https://github.com/facebook/react/blob/master/CHANGELOG.md>
- [9] *Probabilistyczny opis błędu jako podstawa definiowania niepewności pojedynczego wyniku pomiaru*  
<http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BSW4-0034-0011>
- [10] Google Developers, *Lighthouse*  
<https://developers.google.com/web/tools/lighthouse>
- [11] Kyle Simpson *You Don't Know JS: Async & Performance*  
[http://cdn.lxqnsys.com/05\\_You\\_Don't%20Know\\_JS\\_Async\\_&\\_Performance.pdf](http://cdn.lxqnsys.com/05_You_Don't%20Know_JS_Async_&_Performance.pdf)

- [12] Jadwiga Kalinowska, Beata Pańczyk, *Porównanie narzędzi do tworzenia aplikacji typu SPA na przykładzie Angular2 i React*, Politechnika Lubelska, Instytut Informatyki  
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1037481/FULLTEXT01.pdf>
- [13] Paul Lewis, *Google Developers, Rendering Performance*,  
<https://developers.google.com/web/fundamentals/performance/rendering>
- [14] *ReactJS, Lists and Keys*,  
<https://reactjs.org/docs/lists-and-keys.html>
- [15] *ReactJS, Virtual DOM and Internals*,  
<https://reactjs.org/docs/faq-internals.html>
- [16] *ReactJS, Reconciliation*,  
<https://reactjs.org/docs/reconciliation.html>
- [17] GNU.org, *Makefile*,  
[https://www.gnu.org/software/make/manual/html\\_node/Introduction.html](https://www.gnu.org/software/make/manual/html_node/Introduction.html)
- [18] NpmJs.com, *npm | build amazing things*,  
<https://www.npmjs.com/>
- [19] *ReactJS, Optimizing Performance*,  
<https://reactjs.org/docs/optimizing-performance.html>
- [20] magnifier.pl, *Konteneryzacja - czym jest i dlaczego staje się tak popularna?*, 24 Październik. 2019,  
<https://magnifier.pl/konteneryzacja-docker-kubernetes/>
- [21] MDN web docs, *Promise - JavaScript*,  
[https://developer.mozilla.org/en/docs/Web/JavaScript/Reference/Global\\_Objects/Promise](https://developer.mozilla.org/en/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Promise)
- [22] MDN web docs, *What is a web server?*, 18 Stycznia 2019,  
[https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Common\\_questions/What\\_is\\_a\\_web\\_server](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Common_questions/What_is_a_web_server)
- [23] Docker Docs, *Docker*,  
<https://docs.docker.com/get-started/#docker-concepts>

- [24] Nginx, *Nginx for Windows*,  
<http://nginx.org/en/docs/windows.html>
- [25] Nginx, *Linux packages*,  
[http://nginx.org/en/linux\\_packages.html](http://nginx.org/en/linux_packages.html)
- [26] Wiki Alpine Linux, *Docker*,  
<https://wiki.alpinelinux.org/wiki/Docker>
- [27] Docker Hub, *Ubuntu*,  
[https://hub.docker.com/\\_/ubuntu](https://hub.docker.com/_/ubuntu)
- [28] Meggin Kearney, Addy Osmani, Kayce Basques, Jason Miller, *Measure Performance with the RAIL Model | Web Fundamentals*, 12 Luty. 2019,  
<https://developers.google.com/web/fundamentals/performance/rail>
- [29] Jesus Castello, *Ruby Templating Engines: ERB, HAML & Slim - RubyGuides*,  
<https://www.rubyguides.com/2018/11/ruby-erb-haml-slim/>
- [30] Whatsabyte, *What Are Threads in a Processor?*, 24 Sierpień 2018,  
<https://whatsabyte.com/blog/processor-threads/>
- [31] Dimiter Petrov, *A tale of flaky Cypress tests*, 24 Październik 2019,  
<https://dimiterpetrov.com/blog/a-tale-of-flaky-cypress-tests/>
- [32] Selenium Dev, *The Selenium project and tools*,  
[https://www.selenium.dev/documentation/en/introduction/the\\_selenium\\_project\\_and\\_tools/](https://www.selenium.dev/documentation/en/introduction/the_selenium_project_and_tools/)
- [33] Docker Docs, *Overview of Docker Compose*,  
<https://docs.docker.com/compose/>
- [34] Docker Documentation, *Networking in Compose*.  
<https://docs.docker.com/compose/networking/>
- [35] MDN - Mozilla, *Memory Management*, 4 Marca 2020,  
[https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Memory\\_Management](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Memory_Management)
- [36] MDN - Mozilla, *Performance - Web APIs*, 30 Styczeń 2020,  
<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Performance>

- [37] MDN - Mozilla, *DOMHighResTimeStamp* - *Web APIs*, 19 Lusty 2020,  
<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/DOMHighResTimeStamp>
- [38] MDN - Mozilla, *First paint* - *MDN Web Docs Glossary*, 10 Marca. 2020,  
[https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/First\\_paint](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/First_paint)



## Spis rysunków

---

2.1	Grafika przedstawiająca ocenę wpływu wybranego elementu na atrakcyjność danego narzędzia [4] . . . . .	6
2.2	Grafika przedstawiająca wzrost czasu ładowania elementów od 10 do 5000 przy użyciu AngularJS Angular2 oraz React [4] . . . . .	7
2.3	Grafika przedstawiająca wykres zależności czasu do ilości edytowanych elementów na stronie [4] . . . . .	7
2.4	Grafika przedstawiająca wykres czasu ładowania aplikacji [4] . . . . .	8

Wrocław, dnia 2020-05-08

**Wydział Informatyki, Administracji i Fizjoterapii**

Kierunek studiów: **informatyka (INF)**

Daniel Słaby

.....

(imię i nazwisko studenta)

6781

.....

(nr albumu)

**OŚWIADCZENIE O UDOSTĘPNIANIU PRACY  
DYPLOMOWEJ**

Tytuł pracy dyplomowej: Analiza porównawcza nowoczesnych rozwiązań technologicznych aplikacji SPA za pomocą jednakowej aplikacji zaimplementowanej w każdym z wybranych rozwiązań

Wyrażam zgodę (nie wyrażam zgody)<sup>1</sup> na udostępnianie mojej pracy dyplomowej.

.....

(podpis studenta)

---

<sup>1</sup>Niepotrzebne skreślić.

Wrocław, dnia 2020-05-08

## **Wydział Informatyki, Administracji i Fizjoterapii**

Kierunek studiów: **informatyka (INF)**

Daniel Słaby

.....

(imię i nazwisko studenta)

6781

.....

(nr albumu)

## **OŚWIADCZENIE AUTORSKIE**

Oświadczam, że niniejszą pracę dyplomową pod tytułem:

**Analiza porównawcza nowoczesnych rozwiązań technologicznych aplikacji SPA za pomocą jednakowej aplikacji zaimplementowanej w każdym z wybranych rozwiązań**

napisałem/am samodzielnie. Nie korzystałem/am z pomocy osób trzecich, jak również nie dokonałem/am zapożyczeń z innych prac.

Wszystkie fragmenty pracy takie jak cytaty, ryciny, tabele, programy itp., które nie są mojego autorstwa, zostały odpowiednio zaznaczone i zamieszczono w pracy źródła ich pochodzenia. Treść wydrukowanej pracy dyplomowej jest identyczna z wersją pracy zapisaną na przekazywanym nośniku elektronicznym.

Jednocześnie przyjmuję do wiadomości, że jeżeli w przypadku postępowania wyjaśniającego zebrany materiał potwierdzi popełnienie przeze mnie plagiatu, skutkować to będzie niedopuszczeniem do dalszych czynności w sprawie nadania mi tytułu zawodowego do czasu wydania orzeczenia przez komisję dyscyplinarną oraz złożenie zawiadomienia o popełnieniu przestępstwa.

.....

(podpis studenta)