

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Bakalářská práce

**Srovnání reaktivních JS frameworků
React, Vue a Angular**

Filip Teš

© 2022 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Filip Teš

Informatika

Název práce

Srovnání reaktivních JS frameworků React, Vue a Angular

Název anglicky

Comparison of reactive JS frameworks React, Vue and Angular

Cíle práce

Hlavním cílem práce je ukázka rozdílů mezi těmito JavaScript frameworky na tvorbu reaktivních webových aplikací. V práci jsou demonstrovány hlavní rozdíly v základních principech daných technologií. Práce dále obsahuje srovnání komunit jednotlivých frameworků a poptávky na trhu práce.

Metodika

Po analýze informací z dokumentací bude provedena syntéza získaných poznatků. V dalším kroku bude provedeno srovnání rozdílných přístupů jednotlivých frameworků.

Praktická část obsahuje ukázkou kódu pro demonstraci rozdílného psaní kódu v každém frameworku. Dále budou porovnány počty aktivních pracovních nabídek na portálech LinkedIn, Indeed, Jobs.cz a StartupJobs ke zjištění poptávky na trhu práce po pozicích na jednotlivé frameworky. Součástí práce bude také srovnání velikostí a aktivity jednotlivých komunit pomocí statistik v oficiálních repozitářích na GitHubu.

Doporučený rozsah práce

40-50

Klíčová slova

JavaScript, React, Vue, Angular, webová aplikace, reaktivní aplikace

Doporučené zdroje informací

BANKS, Alex a Eve PORCELLO. Learning React. 2nd ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2020. ISBN 978-1-492-05172-5.

DAITYARI, Shaunik. Angular vs React vs Vue: Which Framework to Choose in 2021 In: CodeinWP [online]. March 15 2021. Dostupné z: <https://www.codeinwp.com/blog/angular-vs-vue-vs-react/>

FILIPOVA, Olga. Learning Vue.js 2. Birmingham: Packt Publishing, 2016. ISBN 978-1-78646-994-6.

ULUCA, Doguhan. Angular for Enterprise-Ready Web Applications. 2nd ed. Birmingham: Packt Publishing, 2020. ISBN 978-1-83864-880-0.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Tomáš Vokoun

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 23. 8. 2021

doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 10. 2021

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 14. 03. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Srovnání reaktivních JS frameworků React, Vue a Angular" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.3.2022

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Tomáši Vokounovi za odborné vedení mé práce a veškerý věnovaný čas.

Srovnání reaktivních JS frameworků

React, Vue a Angular

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá porovnáním a ukázkou hlavních rozdílů mezi reaktivními JavaScript frameworky React, Vue a Angular.

První kapitola, která je založená na teoretické části, pojednává obecně o základní definici frameworků a následně o jednotlivých reaktivních frameworkích.

V další kapitole je pojednáno o vzájemném srovnání rozdílných přístupů frameworků. Praktická část demonstruje ukázkou a rozdílné psaní kódu v každém frameworku.

Následně je poukazováno pomocí grafů na počty aktivních pracovních nabídek na portálech LinkedIn, Indeed, Jobs.cz a StartupJobs ke zjištění poptávky na trhu práce po jednotlivých frameworkích.

V předposlední kapitole je srovnání velikosti aktivity jednotlivých komunit pomocí statistik v oficiálních repozitářích na GitHubu.

Na závěr jsou shrnuty výsledky celkového porovnávání frameworků a je doporučen nejvhodnější framework podle analýzy na zmíněném trhu práce, celkové funkčnosti a aktivity jednotlivých komunit.

Klíčová slova: vývoj webové stránky, webová aplikace, reaktivní aplikace, framework, JavaScript, React, Vue, Angular

Comparison of Reactive JS Frameworks React, Vue and Angular

Abstract

This bachelor thesis deals with the comparison and demonstration of the main differences between the reactive JavaScript frameworks React, Vue and Angular.

The first chapter, which is based on the theoretical part, deals in general with the basic definition of frameworks and then with the individual reactive frameworks.

The next chapter deals with the mutual comparison of different approaches of frameworks. The practical part demonstrates the example and different code writing in each framework.

Subsequently, the numbers of active job offers on the LinkedIn, Indeed, Jobs.cz and StartupJobs portals are pointed out using graphs to determine the demand on the labor market for individual frameworks.

The penultimate chapter compares the size of the activity of individual communities using statistics in the official repositories on GitHub.

Finally, the results of the overall comparison of frameworks are summarized and the most suitable framework is recommended according to the analysis on the mentioned labor market, overall functionality and activity of individual communities.

Keywords: Web Development, Web Application, Reactive Application, Framework, JavaScript, React, Vue, Angular

Obsah

Obsah	8
Seznam obrázků	10
Seznam tabulek	10
Seznam grafů	10
Seznam použitých zkratk	11
1. Úvod.....	12
2. Cíl práce a metodika	13
2.1 Cíl práce	13
2.2 Metodika	13
3. Teoretická východiska	14
3.1 React	14
3.1.1 Historie.....	14
3.1.2 Princip	14
3.1.3 Aplikace využívající React	15
3.2 Vue.....	16
3.2.1 Historie.....	16
3.2.2 Princip	16
3.2.3 Aplikace využívající Vue.....	17
3.3 Angular	18
3.3.1 Historie.....	18
3.3.2 Princip	18
3.3.3 Aplikace využívající Angular	18
3.4 Srovnání výkonu	20
3.4.1 Perf Track	20
3.4.2 Velikost frameworků	21
4 Vlastní práce	23
4.1 Porovnání syntaxe.....	23
4.2 Popularita a vyhledávání.....	25
4.2.1 Google Trends	26
4.2.2 GitHub	27
4.3 Migrace	28
4.3.1 React	29
4.3.2 Vue.....	29
4.3.3 Angular	29

4.4	Porovnání složitosti.....	29
4.4.1	React	30
4.4.1.1	Křivka učení	30
4.4.1.2	Dokumentace	30
4.4.2	Vue.....	30
4.4.2.1	Křivka učení	30
4.4.2.2	Dokumentace	30
4.4.3	Angular	30
4.4.3.3	Křivka učení	30
4.4.3.3	Dokumentace	31
4.5	Komunity	31
4.5.1	Hvězdičky a sledování	32
4.5.2	Větve (forks)	33
4.5.3	Vydání.....	34
4.5.4	Příspěvatelé	34
4.6	Trh práce	35
4.6.1	Jobs.cz.....	35
4.6.2	StartupJobs.cz	35
4.6.3	Indeed.....	36
4.6.4	LinkedIn.....	36
5	Závěr.....	38
6	Seznam použitých zdrojů	39

Seznam obrázků

Obrázek 1: Webová aplikace Facebook [21]	15
Obrázek 2: Webová aplikace Airbnb [22]	16
Obrázek 3: Úvodní stránka Behance [23]	17
Obrázek 4: Konfigurátor BMW [24]	17
Obrázek 5: Uživatelské rozhraní aplikace Gmail [25].....	19
Obrázek 6: Uživatelské rozhraní PayPal [26].....	19
Obrázek 7: Uživatelské rozhraní Word Online [27]	20
Obrázek 8: Srovnání rychlosti frameworků podle Perf Track [31]	20
Obrázek 9: Srovnání velikosti populárních frameworků [33]	22

Seznam tabulek

Tabulka 1: Terminologie na platformě GitHub	31
Tabulka 2: React – statistiky oficiálního repositáře na GitHubu	31
Tabulka 3: Vue – statistiky oficiálního repositáře na GitHubu	32
Tabulka 4: Angular – statistiky oficiálního repositáře na GitHubu	32

Seznam grafů

Graf 1: Popularita vyhledávání frameworků ve vyhledávači Google v týdnech během roku 2021	26
Graf 2: Popularita vyhledávání frameworků ve vyhledávači Google za rok 2021	26
Graf 3: Popularita vyhledávání frameworků ve vyhledávači Google za rok 2021 s úpravou pro vyřazení nesouvisejících výsledků	27
Graf 4: Vývoj popularity oficiálních repositářů mezi vývojáři [29].....	28
Graf 5: Popularita oficiálních repositářů mezi vývojáři v roce 2022	28
Graf 6: Srovnání oblíbenosti oficiálních repositářů frameworků	33
Graf 7: Počet Forks oficiálních repositářů frameworků	33
Graf 8: Počet přispěvatelů oficiálních repositářů frameworků	34
Graf 9: Počet pracovních nabídek na portálu Jobs.cz	35
Graf 10: Počet pracovních nabídek na portálu StartupJobs.cz	36
Graf 11: Počet pracovních nabídek na portálu Indeed.....	36

Seznam použitých zkratek

- **SPA** – Single-page aplikace. Jedná se o jednostránkové webové aplikace, které nabízí díky JavaScriptu oproti klasickým webovým stránkám rychlejší odezvu díky dynamickému načítání na straně klienta.
- **Framework** – Softwarová struktura. Obsahuje funkce, které usnadňují programátorovi vývoj. [1]
- **Reaktivní framework** – JavaScript framework, který pomocí manipulaci s Virtuálním DOM dynamicky reaguje na události bez nutnosti obnovení stránky. Frameworky porovnávají při změnách stavů uvnitř aplikace virtuální DOM se skutečným a poté provádí v reálném DOM úpravy pouze modifikovaných prvků.
- **DOM** – Objektově orientovaná reprezentace XML nebo HTML dokumentu. Umožňuje pomocí API přístup nebo modifikaci obsahu, struktury nebo stylu dokumentu nebo jeho součástí.
- **Virtuální DOM** – JavaScriptová reprezentace DOM. Slouží k rychlejšímu upravování reálného DOM.
- **Frontend** – Uživatelská část webové aplikace. Nejčastěji vyvíjena pomocí technologií JavaScript, HTML a CSS.
- **Backend** – Logika aplikace, která je umístěna na webovém serveru. U webových aplikací se nejčastěji jedná o API, s kterou se poté pracuje pomocí HTTP requestů z Frontendu.
- **Fullstack** – Kombinace Frontendu a Backendu

Pozn.: Seznam neobsahuje zkratky všeobecně známé nebo používané jen ojediněle s vysvětlením v textu.

1. Úvod

Webové aplikace se v dnešní době využívají čím dál častěji a stávají se velkou součástí jak soukromé, tak i komerční sféry. Firmy investují do vývoje webových aplikací kvůli možnosti přístupu z jakéhokoliv zařízení bez nutnosti instalace a řešení multiplatformního vývoje.

Multiplatformní vývoj je velmi nákladný. Velmi často se také hledá kompromis v případě nepřítomnosti některých funkcí – např. použití Face ID vs. Čtečky otisku prstu. Vývoj pro web má také svoje úskalí – zejména vyvíjení aplikací kompatibilních se staršími prohlížeči (např. starší verze programu Internet Explorer) – není však tolik obtížné je řešit.

Webové aplikace je možné používat ať už v interních aplikacích dostupných z intranetu či jako veřejně dostupné aplikace. Technologie kolem webů se poslední roky vyvíjí velmi rychle a díky novým technologiím je možné vyvíjet weby, které se pro uživatele tváří téměř jako nativní aplikace. Díky technologiím jako např. PWA (Progressive Web Apps) je možné si webovou aplikaci uložit na plochu a aplikace může díky lokálnímu cachování částečně fungovat i při výpadku připojení k webovému serveru.

Podle průzkumu největšího portálu, zaměřujícího se na otázky a odpovědi pro vývojáře a programátory, Stack Overflow, tvořili největší procento respondentů webovými vývojáři. [2] Větší webové aplikace je potřeba vyvíjet co nejefektivněji a k usnadnění práce především u SPA je možné využít reaktivních JavaScript frameworků. Každý z porovnávaných frameworků je použitelný ve většině případů a o jejich výběru při vývoji rozhoduje především dostupnost externích knihoven pro požadované funkce.

V této práci demonstruji hlavní rozdíly mezi těmito a porovnávám jejich popularitu mezi komunitami vývojářů i mezi zaměstnavateli.

2. Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Hlavním cílem práce je ukázka rozdílů mezi těmito JavaScript frameworky na tvorbu reaktivních webových aplikací. V práci jsou demonstrovány hlavní rozdíly v základních principech daných technologií. Práce dále obsahuje srovnání komunit jednotlivých frameworků a poptávky na trhu práce.

2.2 Metodika

Po analýze informací z oficiálních dokumentací je provedena syntéza. V dalším kroku je provedeno srovnání rozdílných přístupů jednotlivých frameworků. Praktická část obsahuje ukázkou kódu v každém frameworku. Dále jsou porovnány počty aktivních pracovních nabídek na portálech LinkedIn, Indeed, Jobs.cz a StartupJobs. Jsou srovnány trendy ve vyhledávání daných frameworků pomocí nástroje Google Trends a statistik na GitHubu. Součástí práce je také srovnání velikostí aktivity jednotlivých komunit pomocí statistik v oficiálních repositářích na GitHubu.

3. Teoretická východiska

V principu fungování aplikace zohledňují hlavně celkový přístup jednotlivých frameworků k webové aplikaci, dostupné nástroje pro vývojáře a míru podpory pro uživatele.

Pro porovnání „vybavenosti“ různými nástroji budu porovnávat na bázi pěti základních funkcí důležitých pro každou bezpečnou webovou aplikaci:

- Tvorba UI / Manipulace s DOM
- State management
- Routing
- Validace a zpracování vstupních dat – důležité pro bezpečnost aplikace, bez validace a vyčištění uživatelského vstupu prostřednictvím formulářů lze napadnout aplikaci pomocí např. SQL injection
- HTTP klient

U většiny aplikací je nutné doplnit tuto knihovnu o další knihovny zajišťující například routing, který React neposkytuje. [3]

3.1 React

JavaScript knihovna pro tvorbu uživatelských rozhraní. Umožňuje vývoj SPA. Ve verzi React Native je možné vyvíjet mobilní aplikace. Je spravován společností Meta a komunitou vývojářů a dalších firem. Je dostupný pod MIT licenci. [6]

3.1.1 Historie

React byl poprvé využit na Facebook News Feed v roce 2011. Veřejnosti byl představen v roce 2013 na konferenci JS ConfUS, která probíhala od 29. do 31. května. V březnu 2015 byl představen React Native, který z tohoto frameworku vychází a slouží k vývoji mobilních aplikací. [3]

3.1.2 Princip

Aplikace v Reactu jsou rozkouskované na takzvané komponenty, které je možné vnořovat do sebe. Komponenty je možné vytvářet pomocí tříd nebo funkcí. [3]

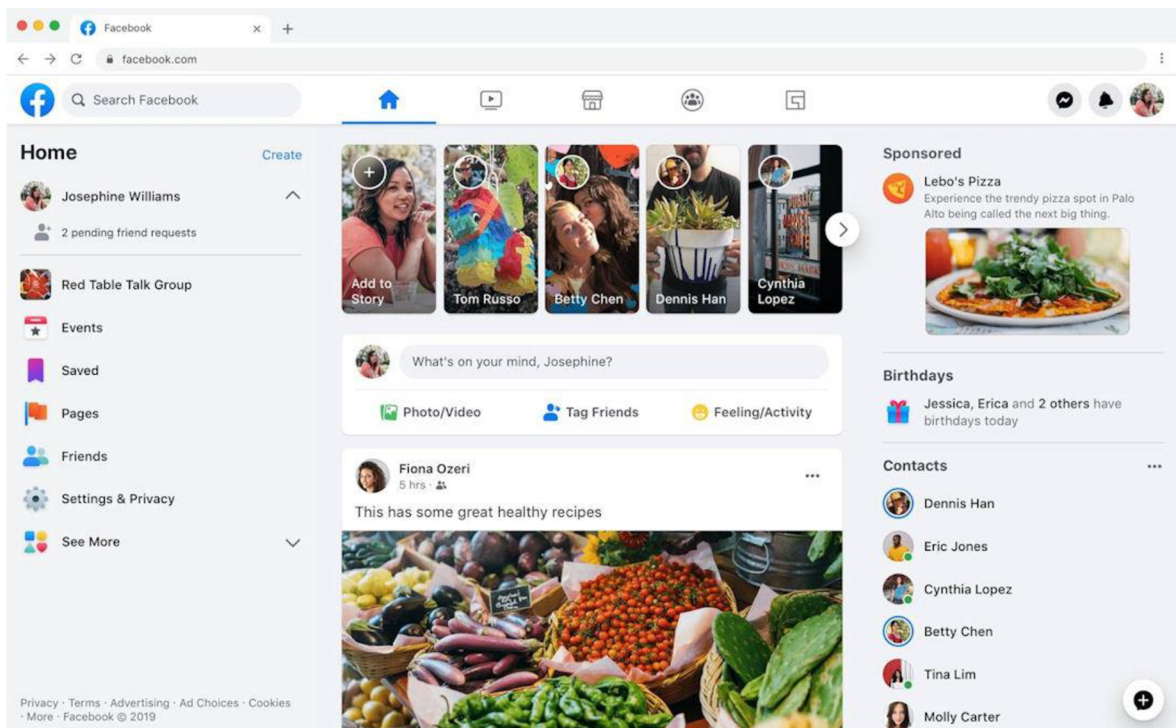
V komponentech se využívá JSX, což je rozšíření syntaxe jazyka JavaScript, které se v kódu podobá HTML, avšak při kompilaci se převádí na JavaScript. [3]

Komponenty mohou využívat states (stavy) pro data, která se mění v průběhu času. Data mohou také předávat svým potomkům pomocí props (parametrů). Framework nabízí také jednoduchou správu globálních stavů pomocí contextu. [3]

React poskytuje množství funkcí díky kterým je možné optimalizovat výkon aplikace například pomocí zapamatování si výsledku výstupu funkcí nebo komponent při stejných vstupních parametrech. [3]

3.1.3 Aplikace využívající React

Mezi nejpoblárnější aplikace naprogramované ve frameworku React patří webová aplikace sociální sítě Facebook. Firma Meta tento framework využívá i na webové aplikaci Instagram a jeho verzi Native v jeho mobilní verzi. Z dalších populárních aplikací je v Reactu vyvinutá například webová aplikace streamovací služby Netflix anebo srovnávač ubytování Airbnb, jehož vývojáři také spravují množství vlastních open-source knihoven pro tento framework. [10]

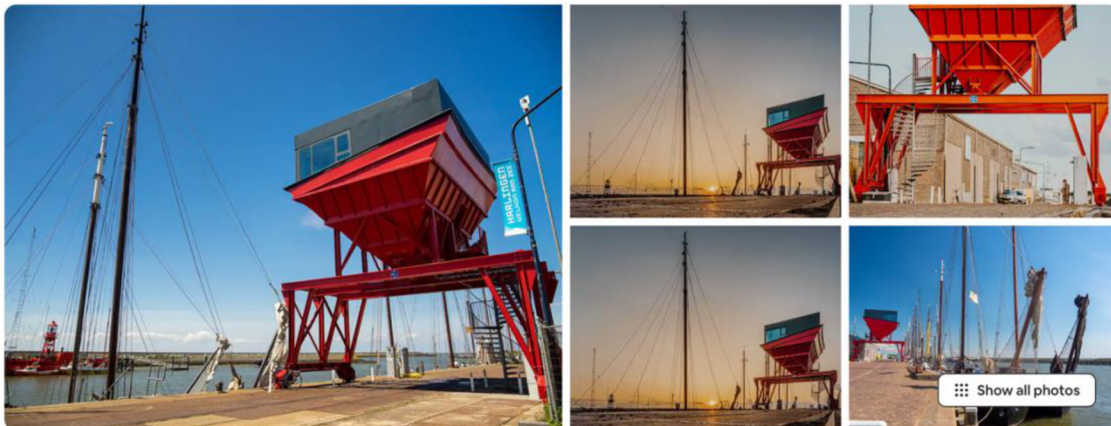


Obrázek 1: Webová aplikace Facebook [21]

Luxe suite met uitzicht op de Waddenzee, Harlingen

★ 4.97 · 29 reviews · Superhost · Harlingen, Friesland, Netherlands

[Share](#) [Save](#)



Lighthouse hosted by Marcel & Linda

2 guests · 1 bedroom · 1 bed · 1 bath



7,903 Kč ~~7,903 Kč~~ 6,718 Kč / night

★ 4.97 · 29 reviews

CHECK-IN
5/8/2022

CHECKOUT
5/15/2022

Entire home

You'll have the lighthouse to yourself

Obrázek 2: Webová aplikace Airbnb [22]

3.2 Vue

JavaScript framework pro vytváření uživatelských rozhraní. Může být používán také jako webový aplikační framework pro pokročilé SPA. Je vydáván s licencí MIT. [6]

3.2.1 Historie

Framework byl vytvořen Evan You, ve snaze vytvořit jednodušší framework pro vývojáře, než byl Angular, se kterým pracoval jako zaměstnanec Google. První verze byla vydána v únoru 2014. [4]

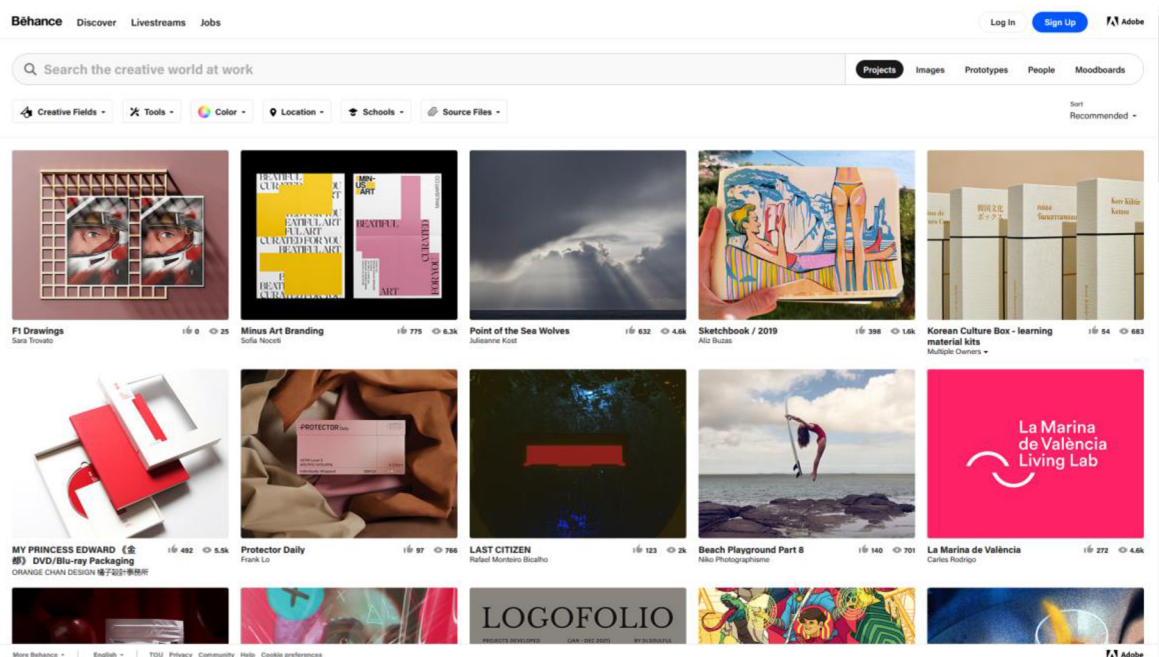
3.2.2 Princip

Vue rozděljuje webovou aplikaci na komponenty. Komponenty rozšiřují HTML prvky do kódu, který je možné používat po celé aplikaci. Každá komponenta je Vue instance, která má předem dané vlastnosti. [4]

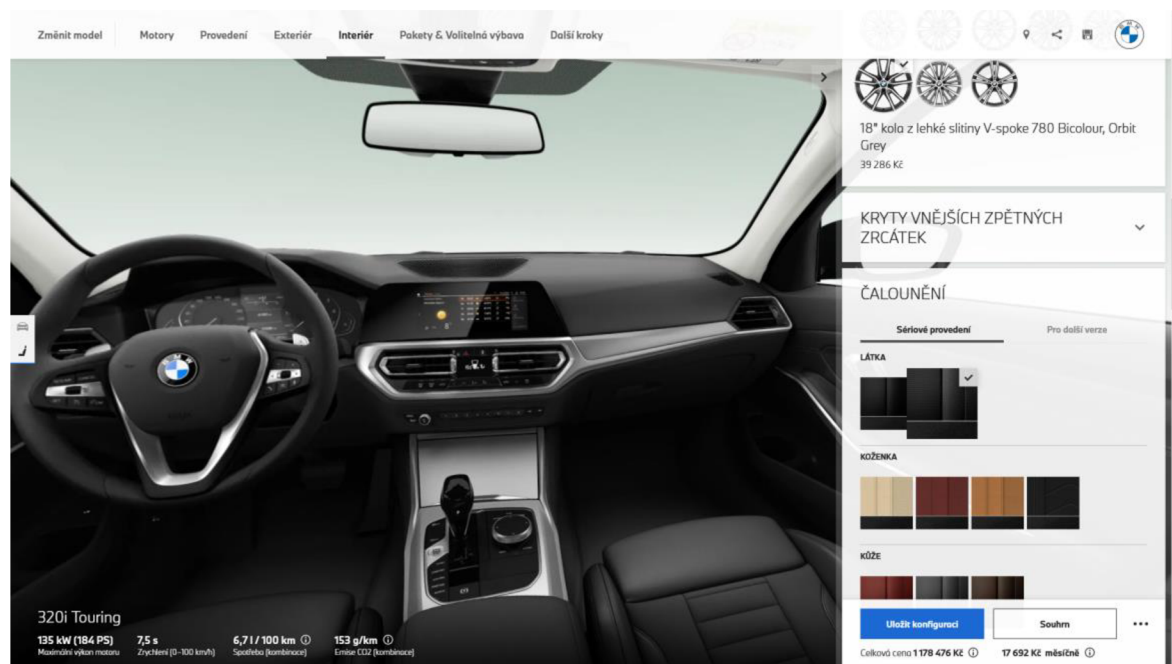
Framework používá šablony, které jsou založené na HTML syntaxi a párují renderovaný DOM s Vue instancemi. Šablony jsou kompilovány do virtuálního DOM. Alternativním zápisem šablon je i JSX syntaxe. [4]

3.2.3 Aplikace využívající Vue

Vue je využíváno internetovým srovnávačem pro porovnávání cen hotelů Trivago. Mezi další populární aplikace patří sociální platforma pro sdílení kreativní práce Behance nebo webové rozhraní Git repositáře GitLab. Tento framework je také využit ve webovém konfigurátoru BMW. [11]



Obrázek 3: Úvodní stránka Behance [23]



Obrázek 4: Konfigurator BMW [24]

3.3 Angular

JavaScript framework na tvorbu SPA. Pro psaní kódu používá místo čistého JavaScriptu jeho nadstavbu TypeScript, který jazyk rozšiřuje o statické typování, třídy a rozhraní. Framework je spravován společností Google a skupinou vývojářů a firem. [6]

3.3.1 Historie

Angular vznikl jako kompletní přepsání původního AngularJS. První verze Angular 2.0 byla oznámena 22-23. října 2014 na konferenci ng-Europe. První stabilní verze frameworku byla vydána 14. září 2016. [5]

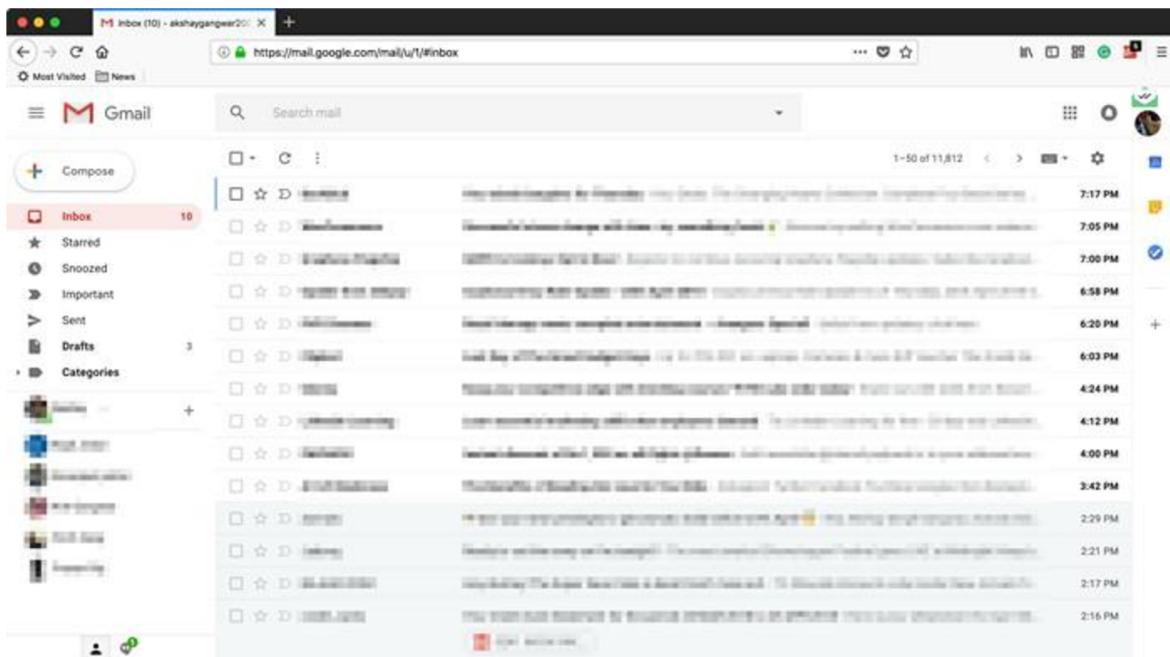
3.3.2 Princip

Framework je založený na komponentách, které se starají o vykreslování a funkcionalitu samotné aplikace. Komponenty reprezentuje programová třída, ke které Angular navazuje vlastní HTML šablonu a CSS pomocí takzvaných *direktiv*. Komponenty je možné také logicky rozdělit to modulů. [5]

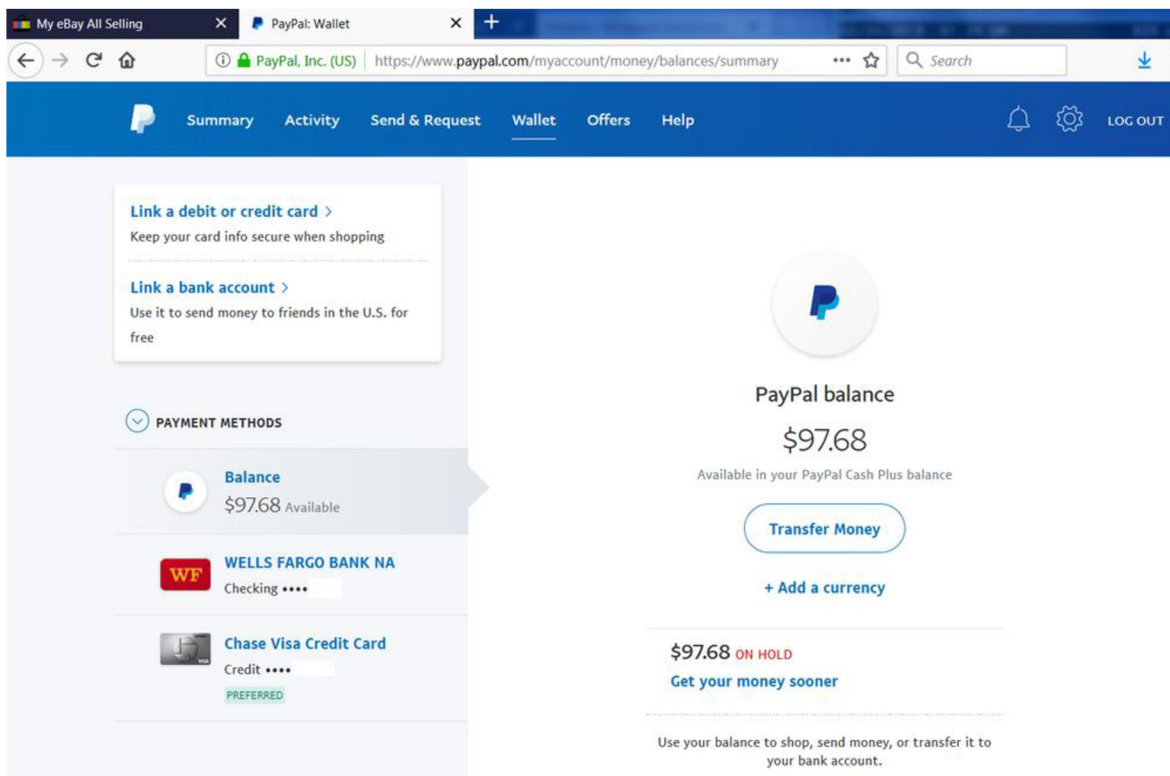
Logika aplikace je zajištěna pomocí *služeb*, které slouží například pro distribuci dat mezi a komunikací mezi klientskou aplikací v Angularu a serverovým API. [5]

3.3.3 Aplikace využívající Angular

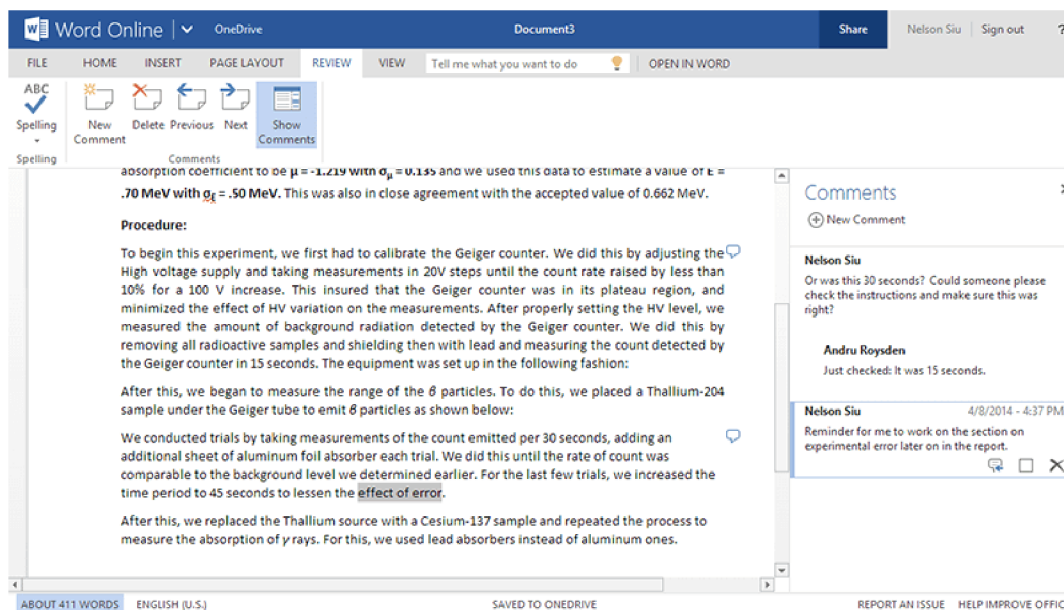
Mezi největší aplikace používající Angular patří například webové rozhraní Gmail nebo PayPalu. Tento framework také využívá Microsoft Office Online pro všechny webové verze aplikací. [11]



Obrázek 5: Uživatelské rozhraní aplikace Gmail [25]



Obrázek 6: Uživatelské rozhraní PayPal [26]

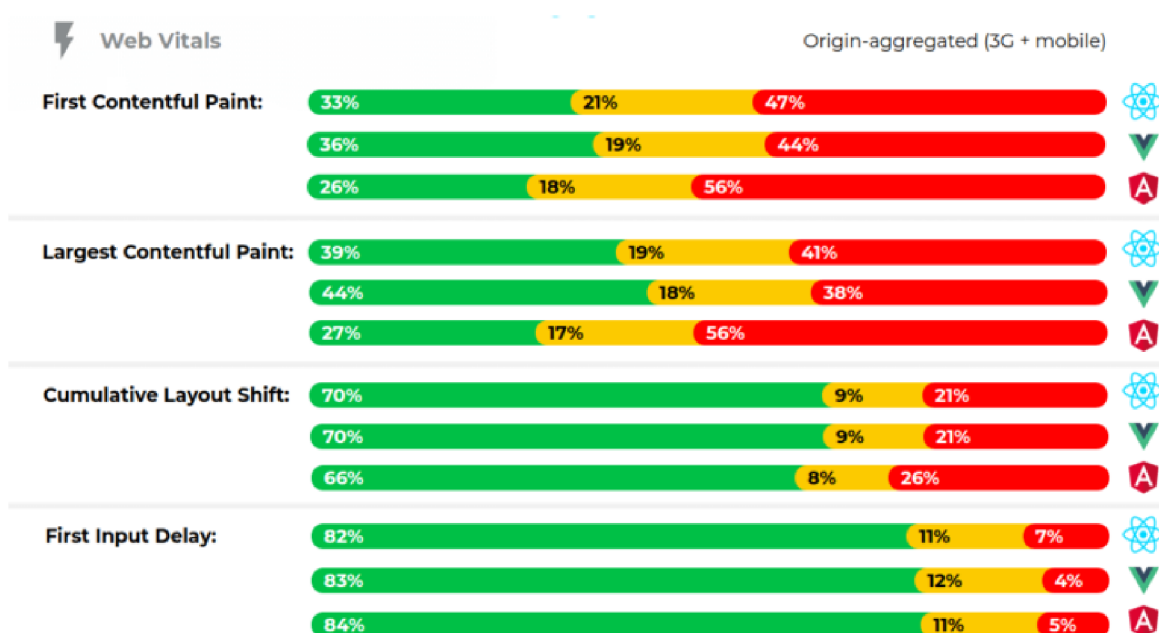


Obrázek 7: Uživatelské rozhraní Word Online [27]

3.4 Srovnání výkonu

3.4.1 Perf Track

Srovnání výkonu lze porovnávat podle dat z Perf Track od Google Chrome Labs. Data jsou měřena pomocí Web Vitals na rychlosti 3G a vychází z tisíců měření a mohou být ovlivněna i externími vlivy z reálného prostředí jako například výkon webového serveru. [31]



Obrázek 8: Srovnání rychlosti frameworků podle Perf Track [31]

Všechna měření vychází z Web Vitals, které se používají mezi vývojáři k optimalizaci rychlosti webu.

Mezi hlavní měřené prvky patří především:

- **First Contentful Paint** – Čas od začátku načítání webové stránky až po vykreslení prvního obsahu. Uvádí se v sekundách.
- **Largest Contentful Paint** – Rychlost načítání webové stránky. Měří se v sekundách.
- **Cumulative Layout Shift** – Vizuální stabilita webové stránky. Měří, jak moc se při načítání stránky přesouvají dané elementy (může být způsobeno např. načítáním souborů z více různých webových serverů). Nabývá hodnoty od 0 do 1 (0 je nejlepší).
- **First Input Delay** – Čas od kliknutí na prvek (tlačítko, odkaz apod.) do momentu kdy prohlížeč začne provádět event., který je k prvku přiřazený. Uvádí se v milisekundách.

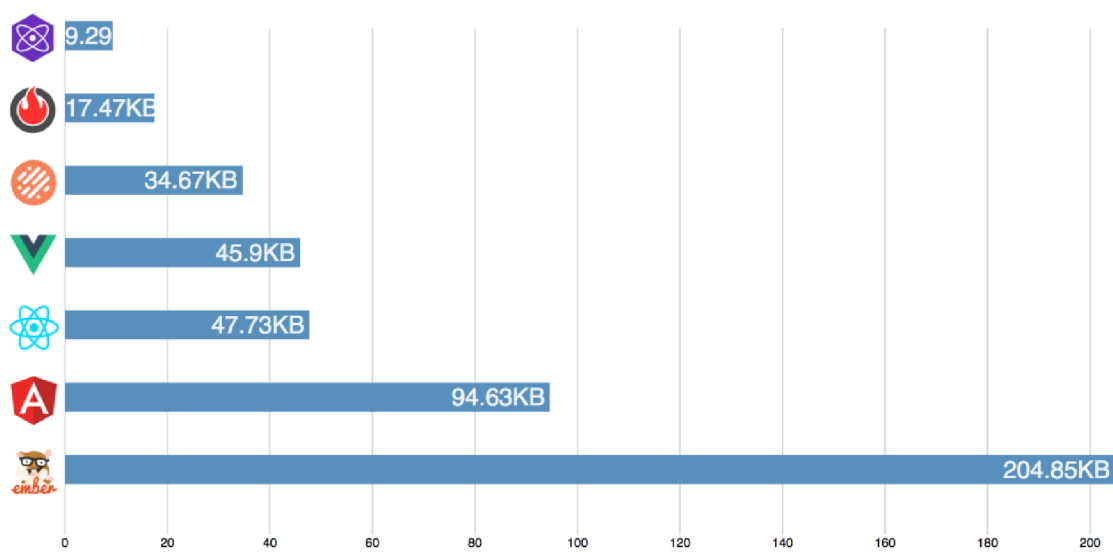
Z výsledků měření je možné pozorovat, že Angular je v mnoha ohledech zřetelně pomalejší než React a Vue.

Zpracováno podle [32]

3.4.2 Velikost frameworků

Velikost frameworků může při načítání hrát velkou roli a je především důležitá při tvorbě menších aplikací, kde nemusí být využit maximální potenciál.

Frameworky Vue a React jsou téměř totožně velké. Angular je více jak dvojnásobně velký, kvůli jeho robustnosti, což zhoršuje i rychlost načítání a není proto vhodný pro menší aplikace. [33]



Obrázek 9: Srovnání velikosti populárních frameworků [33]

4 Vlastní práce

4.1 Porovnání syntaxe

Syntaxe je soubor pravidel, která určují správnost dokumentu v konkrétním programovacím jazyce nebo frameworku.

Pro vývojáře, programátory a kodéry je jedním z nejdůležitějších vlastností právě syntaxe jazyka. Příliš komplikovaná syntaxe může také podle několika studií, zejména pak „*Impact of Programming Language Fragmentation on Developer Productivity*“^[U-1], znamenat pokles produktivity z důvodu častých chyb a oprav kódu, špatné orientace v kódu a také velké nepohodlí při práci.

Všechny porovnávané frameworky mají podobnou syntaxi a záleží tak spíše na osobní preferenci kodéra.

Kód ke srovnání je poměrně triviální komponenta zobrazující uživatele webové aplikace v nečíslovaném seznamu. Každá položka seznamu má přiřazený event, který zavolá funkci, kterou komponenta přijímá a do parametru předá objekt se zvoleným uživatelem.

4.1.3 React

React využívá přímo JavaScript – využívá rozšíření JSX – syntaktické rozšíření JavaScriptu, které upravuje vzhled uživatelského rozhraní.

JSX není přímo součástí JavaScriptu, ale framework React tuto syntaxi podporuje a s kódem pracuje obdobně jako Angular s kódem TypeScript. JSX se kompiluje jako browser-compatible JavaScript.

V uvedeném příkladu si lze všimnout atributu *key* u *li* elementu, který slouží k identifikaci elementu při mapování pole. Pomocí tohoto atributu dokáže React rozlišit, zdali se daná položka aktualizovala a je nutné ji znovu vykreslit.

React má definované atributy a funkce pro elementy v camel case tvaru, které je možné rozšířit pomocí props komponent. Kvůli následné kompilaci JSX jsou některé běžné HTML atributy pojmenované odlišně – např. místo *class* pro přiřazení CSS třídy je nutné používat *className*, kvůli použití slova *class* v JavaScriptu pro práci s třídami.

```
import React from "react";

export function UserList({ onSelectUser, users }) {
  function userSelectHandler(userId) {
    onSelectUser(users.find(u => u.id === userId));
  }

  return (
    <ul>
      {users.map((user) => (
        <li
          key={user.id}
          onClick={userSelectHandler.bind(null, user.id)}
        >
      )}
    </ul>
  );
}
```

```

>
  {user.name}
</li>
  )})
</ul>
);
}

```

4.1.2 Vue

Vue využívá JavaScript bez dalších rozšíření. Díky tomuto není oproti ostatním frameworkům potřeba kód kompilovat a je možné ho také importovat pomocí HTML *link* tagu a používat ho i jako součást webů psaných v PHP (např. pouze pro validaci formulářů).

Dynamické vlastnosti a eventy se přiřazují elementům pomocí takzvaných direktiv. U vlastností se píše před direktivou dvojtečka, pokud se předávají dynamické vlastnosti (jinak jsou předávány jako statický string). Je možné vytvářet vlastní direktivy lokálně v komponentě i globálně v projektu.

Stejně jako React využívá k optimalizaci vykreslování atribut `key` pro detekci změn v poli.

```

import Vue from "vue";

Vue.component('user-list', {
  props: ['onSelectUser', 'users'],
  methods: {
    userSelectHandler(userId) {
      this.onSelectUser(users.find(u => u.id === userId));
    }
  },
  template: `<ul>
<li
  v-for='user in users'
  v-on:click='userSelectHandler(user.id)'
  :key='user.id'
>
  {{ user.name }}
</li>
</ul>`
});

```


4.1.3 Angular

Angular využívá TypeScript – Kód projektu není spouštěný v prohlížeči, ale je kompilován do kódu v JavaScript, kompatibilního s prohlížečem.

```
import { Component, Input, Output, EventEmitter } from '@angular/core';

@Component({
  selector: 'app-user-list',
  template: `
    <ul>
      <li *ngFor="let user of users" (click)="onSelectUser(user.id)">
        {{ user.name }}
      </li>
    </ul>
  `
})
export class UserListComponent {
  @Output() selectUser = new EventEmitter<{ id: string; name: string }>();
  @Input() users: { id: string; name: string }[];

  onSelectUser(id: string) {
    this.selectUser.emit(this.users.find(u => u.id === id));
  }
}
```

V kódu frameworku Angular jsou použity „dekorátory“ (@Komponent) – obdoba anotací v jazyce Java – umožňují specifikovat, jak se k takto označeným třídám chovat a připojit další data k normálním třídám.

Developer tedy nemusí při použití tohoto frameworku psát kód, který přímo vytváří nebo odstraňuje prvky v DOM. Místo toho jsou vytvářeny komponenty, podle kterých Angular manipuluje s DOM

Můžete definovat vstupy (properties) a výstupy (events) komponent a spravovat některé stavy specifické pro komponentu nebo celou aplikaci (není vidět ve výše uvedeném úryvku).

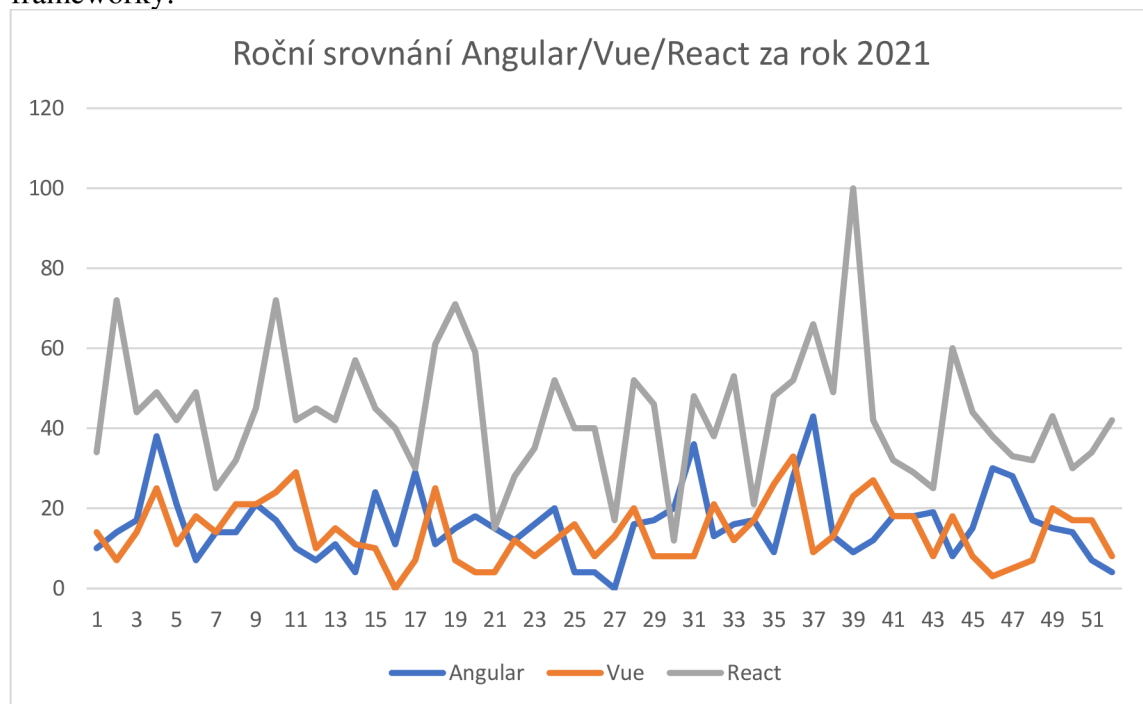
4.2 Popularita a vyhledávání

Popularitu zvolených frameworků i mezi lidmi nevěnujícími se vývoji jsem srovnal na platformě Google Trends.

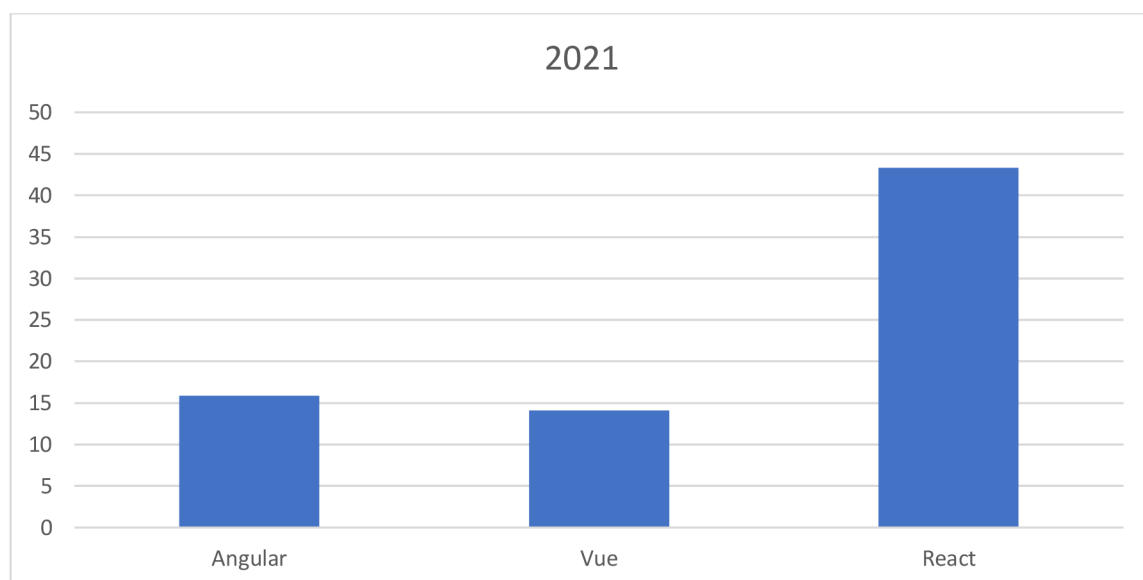
Pro srovnání popularity mezi vývojáři jsem zvolil statistiky na platformě GitHub, kde je hostována většina repositářů open-source projektů pro tyto frameworky.

4.2.1 Google Trends

Podle platformy Google Trends, která sleduje historii a trendy ve vyhledávání ve vyhledávači Google. Ve vybraných regionech lze zjistit zájem uživatelů o jednotlivé frameworky.

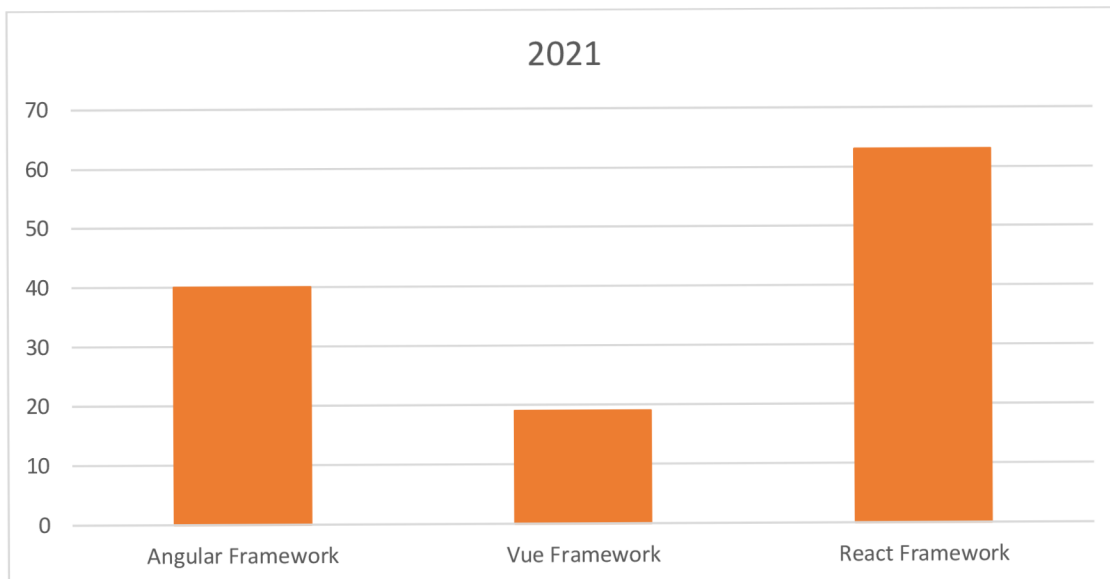


Graf 1: Popularita vyhledávání frameworků ve vyhledávači Google v týdnech během roku 2021



Graf 2: Popularita vyhledávání frameworků ve vyhledávači Google za rok 2021

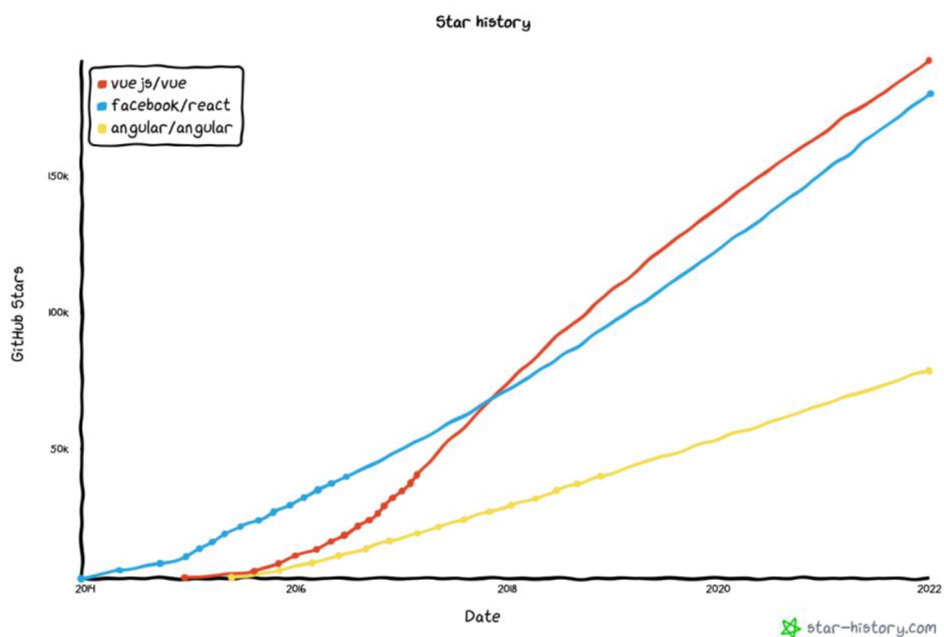
Srovnání podle klíčových slov ukazuje React jako nejvyhledávanější termín, výsledky však mohou být zkresleny. „React“ i „angular“ jsou relativně běžná anglická slova. Po úpravě vyhledávání se mírně zvýšila popularita frameworku Angularu, avšak React byl stále nejpopulárnější.



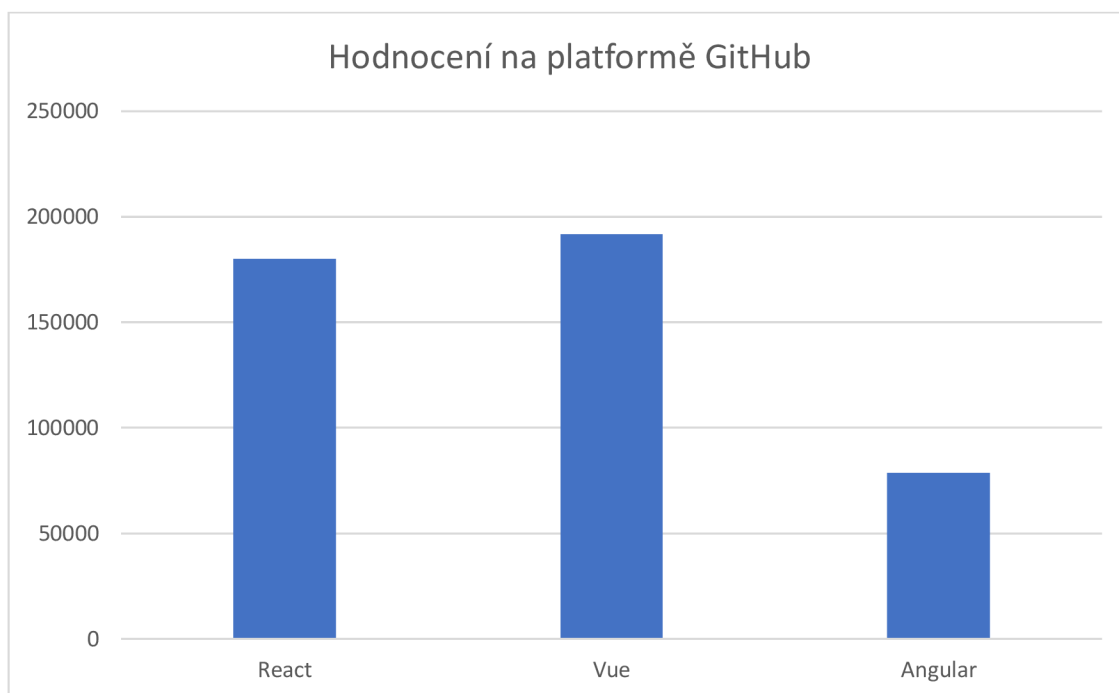
Graf 3: Popularita vyhledávání frameworků ve vyhledávači Google za rok 2021 s úpravou pro vyřazení nesouvisejících výsledků

4.2.2 GitHub

Pro nejvyšší přesnost lze sledovat i platformu GitHub a její uživatele. Na platformě GitHub lze označit repozitáře ostatních hvězdou – hvězdy fungují jako metrika pro popularitu repozitářů mezi uživateli.



Graf 4: Vývoj popularity oficiálních repositářů mezi vývojáři [29]



Graf 5: Popularita oficiálních repositářů mezi vývojáři v roce 2022

4.3 Migrace

U webových aplikací, u kterých se často plánuje dlouhodobý vývoj, je nutné počítat s možnými budoucími migracemi na nové verze.

Mezi verzemi frameworku může být rozdíl a může dojít k nekompatibilitě nebo porušení kódu.

Ve většině případů na tak závažný problém developeri nenarazí, je však důležité držet krok se změnami v jednotlivých verzích. Může se jednat např. o důležité vylepšení zabezpečení aplikací.

4.3.1 React

Společnost Meta (dříve Facebook) uvedla, že stabilita je pro ně nanejvýš důležitá. React totiž používají nadnárodní společnosti jako jsou Twitter a Airbnb.

Aktualizace v prostředí React jsou tedy jedny z nejjednodušších – s migrací lze použít script *react-codemod*.

4.3.2 Vue

Při aktualizaci z verzí 2.x na verze 3.x se nejedná o aktualizaci. Vývojáři nabízejí verzi 3.x s rozhraním API, které je kompatibilní s verzemi 2.x. Pokud vývojář migruje aplikaci z verzí 1.x na verze 2.x, lze použít nástroj *vue-migration-helper*, který se spouští v konzoli. Navíc 90 % celého API verze 2 je totožná s verzemi 1.x.^[7] Spolu s tím je potřeba zvlášť migrovat router aplikace, ten je kompatibilní pouze s jednou podporovanou verzí.

4.3.3 Angular

Vývojáři plánují rozsáhlé aktualizace každých 6 měsíců. Další 6 měsíců jsou podporovány všechna hlavní API rozhraní. To dává vývojářům čas dvou cyklů vydání pro provedení nezbytných změn a migrací.

4.4 Porovnání složitosti

K srovnání složitosti jednotlivých frameworků jsem zvolil porovnání oficiálních dokumentací a srovnání komplexnosti principů, které nabízí po instalaci bez dalších dodatečných knihoven (mimo Angularu jsou u reálných aplikací téměř vždy potřeba). Všechny srovnávané frameworky nabízí mimo klasické dokumentaci i přehledně strukturované návody podle kterých se lze učit pracovat ve zvoleném frameworku krok za krokem.

4.4.1 React

4.4.1.1 Křivka učení

React není úplný framework a pokročilé funkce vyžadují použití knihoven třetích stran. Díky tomu je křivka učení méně strmá. Záleží však, jakou cestou se vývojář vydá a které funkce a knihovny se rozhodne použít.

4.4.1.2 Dokumentace

React nabízí průvodce „Getting Started“, který pomůže se základním nastavením, které trvá 30-60 minut. Dokumentace je úplná a přehledná, řešení běžných problémů je dostupné na platformách jako StackOverflow.

Vývojáři také nabízí některé ukázky prostřednictvím platform CodePen a CodeSandbox a odkazuje na ně přímo v oficiální dokumentaci.

4.4.2 Vue

4.4.2.1 Křivka učení

Vue poskytuje vyšší přizpůsobitelnost než Angular nebo React. Tato jednoduchost a flexibilita je však dvojsečná – umožňuje psaní špatného kódu, který je velmi těžké ladit a testovat. Vue se některými mechanikami překrývá s ostatními platformami, a proto je přechod na tuto platformu velmi snadný.

4.4.2.2 Dokumentace

Dokumentace je přehledná a strukturovaná. Začíná instalací a základními mechanikami a vede vývojáře postupně.

Na oficiálních stránkách je také dostupné alternativní řešení v podobě videokurzu popisující základy frameworku.

4.4.3 Angular

4.4.3.3 Křivka učení

Křivka učení je u tohoto frameworku velmi strmá. Je nutné porozumět a v praxi zvládat související koncepty jako MVC a TypeScript.

Pomocí frameworku Angular lze úplně porozumět vývoji front-endu.

4.4.3.3 Dokumentace

Dokumentace pro platformu Angular nabízí startovací kurz, který nabízí již hotovou aplikaci, prostřednictvím které může uživatel prozkoumat bez jakékoliv instalace. Dokumentace dále zahrnuje sekce, která popisuje instalaci v lokálním prostředí pomocí Angular CLI a také sekci „Hello World“, která vývojáře provádí vytvořením jejich první aplikace.

4.5 Komunity

Srovnání komunit je provedeno pomocí statistik z GitHubu, kde jsou umístěny oficiální repositáře s kódem daných technologií.

Měření a srovnání bylo provedeno k 5. lednu 2022.

Tabulka 1: Terminologie na platformě GitHub

Star	Označení hvězdičkou je ekvivalent označení „to se mi líbí“ na sociálních sítích. Usnadňuje hledání mezi repositáři nebo tématy. Všechny takto označené repositáře a témata uživatel najde na svém profilu.
Watch	Slouží ke sledování změn v repositáři nebo tématu. Ekvivalent sledování uživatele. Při změně sledované položky uživateli přijde upozornění. Všechny takto označené repositáře a témata uživatel najde na svém profilu
Fork	Fork je kopie repositáře – dovoluje experimentovat se změnami, které neovlivňují původní projekt. Používá se většinou k navrhování změn již existujících projektů nebo pro získání základu pro vlastní projekt.

Tabulka 2: React – statistiky oficiálního repositáře na GitHubu

Hvězdičky (stars)	180000
Sledování (watching)	6700
Větve (forks)	36700
Počet vydání	96
První vydání	2. července 2013
Licence	MIT
Uživatelé	8.6 milionů

Příspěvatelé	1533
--------------	------

Tabulka 3: Vue – statistiky oficiálního repositáře na GitHubu

Hvězdičky (stars)	192000
Sledování (watching)	6200
Větve (forks)	31100
Počet vydání	210
První vydání	8. prosince 2013 (veřejná verze – únor 2014)
Licence	MIT
Uživatelé	9.3 milionů / měsíc
Příspěvatelé	404

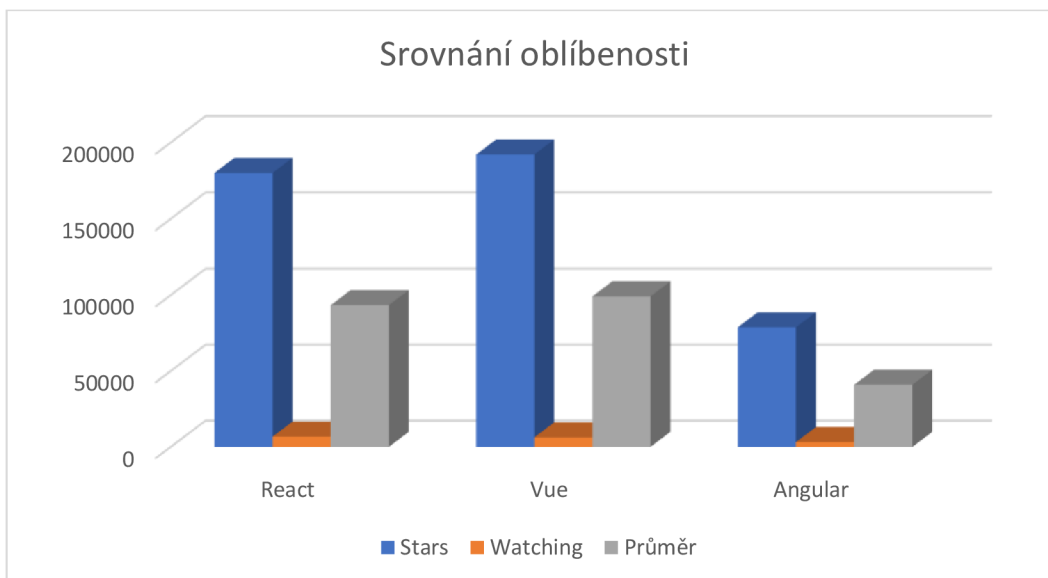
Tabulka 4: Angular – statistiky oficiálního repositáře na GitHubu

Hvězdičky (stars)	78700
Sledování (watching)	3100
Větve (forks)	20700
Počet vydání	127
První vydání	2010 jako AngularJS, 14. září 2016 jako Angular
Licence	MIT
Uživatelé	2.1 milionů
Příspěvatelé	1513

4.5.1 Hvězdičky a sledování

Pro srovnání byla použita kombinace označení hvězdičkou a sledování repositáře.

Srovnání ukazuje, že na platformě GitHub je nejoblíbenější platforma Vue.js. Toto může být způsobeno relativní jednoduchostí a přístupností frameworku Vue. Oproti tomu Angular, který je obecně pokládán za – z této trojice – nejnáročnější.



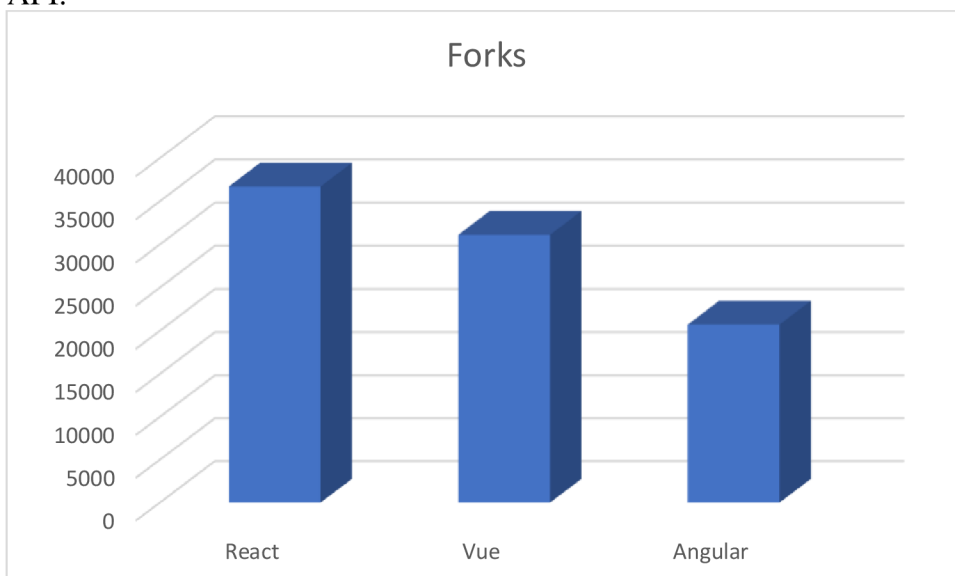
Graf 6: Srovnání oblíbenosti oficiálních repositářů frameworků

4.5.2 Větve (forks)

Ze srovnání dat vyplývá, že uživatelé platformy Github v největší míře navazují na framework React.

Například firma **Strapi** využila React pro tvorbu stejnojmenného Headless CMS. Tento projekt si na platformě GitHub uložilo přes 42 tisíc uživatelů

Headless CMS – „bezhlavé systémy pro správu obsahu“ jsou redakční systémy nezahrnující funkce pro zobrazování. Obsah dále předají ke zpracování, většinou pomocí API.



Graf 7: Počet Forks oficiálních repositářů frameworků

4.5.3 Vydání

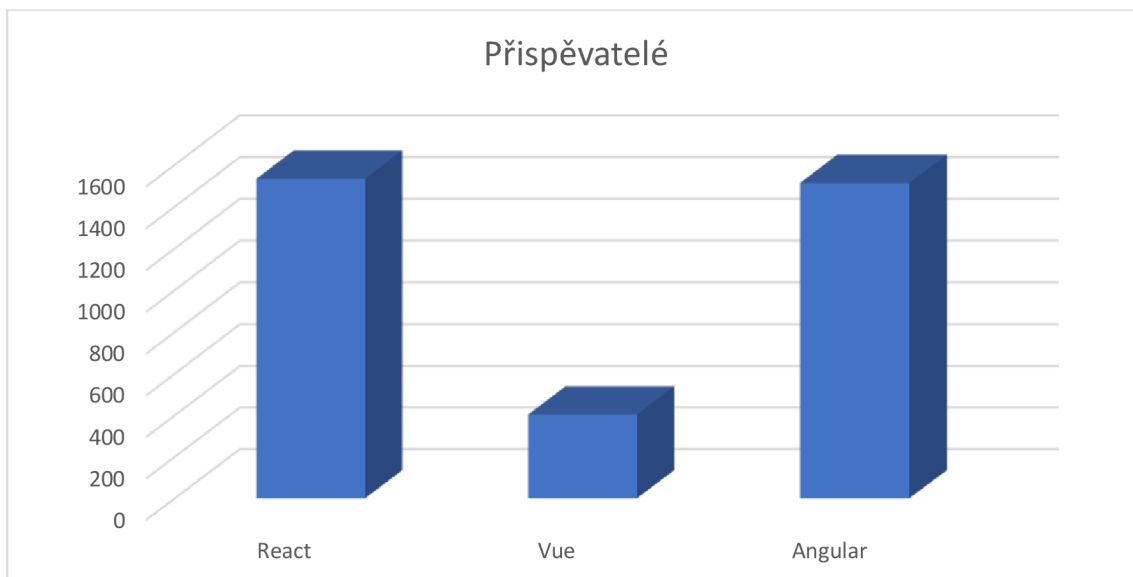
Nejstarší a nejdřívejší je framework Angular, ten byl vyvinut již v roce 2010 a jeho původní pojmenování je AngularJS. S verzí Angular 2 došlo ke kompletnímu přepsání do jazyka TypeScript. Tato verze byla plně zveřejněna v roce 2016.

Nejnovejším frameworkem je Vue, jehož první veřejná verze byla zveřejněna v roce 2014. Všechny frameworky mimo Reactu byly představeny pod licenci MIT. Se softwarem vyvinutým pomocí licence MIT je možné nakládat dle vlastního uvážení. React byl do roku 2017 pod licenci „BSD+Patents“, která byla vytvořena společností Meta (tehdy Facebook). Tato licence měla největší překážku pro většinu vývojářů v podmínce, která umožňovala společnosti Meta používat a rozhodovat o aplikacích, které byly pomocí této technologie vyvinuty. Před změnou licence nebyl tento framework kvůli této licenci tak populární. [30]

4.5.4 Přispěvatelé

Ke kódu frameworků React a Angular přispívá nejvíce uživatelů, jsou totiž vyvíjeny nadnárodními korporacemi – Meta (React) a Google (Angular).

Oproti tomu Vue za sebou nemá žádnou společnost a je vyvíjen zcela nezávisle. Jeho vývojář se však inspiroval u frameworku Angular, který chtěl výrazně odlehčit a zjednodušit.



Graf 8: Počet přispěvatelů oficiálních repositářů frameworků

4.6 Trh práce

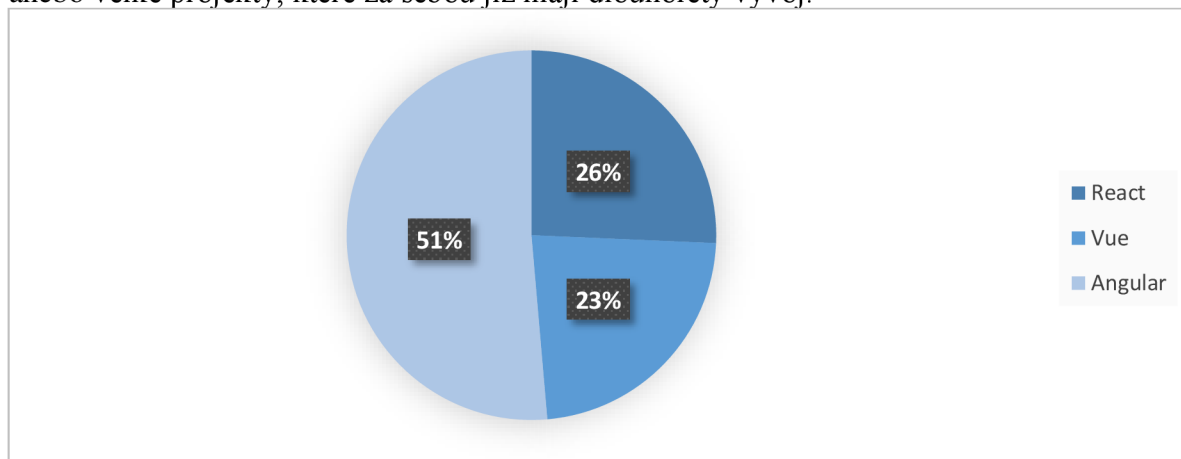
K porovnání nabídek na trhu práce ve vybraných technologiích byly využity vybrané webové portály pro inzerci prací. Srovnání probíhalo pomocí vyhledání daných technologií a následného srovnání počtů nabídek.

Ve výsledných číslech jsou zahrnuty mimo Frontend developerů specializujících se pouze na dané technologie i poptávky po Fullstack developerech, kde je technologie pouze součástí dalších požadavků.

Všechna porovnávaná data jsou platná k 2. lednu 2022.

4.6.1 Jobs.cz

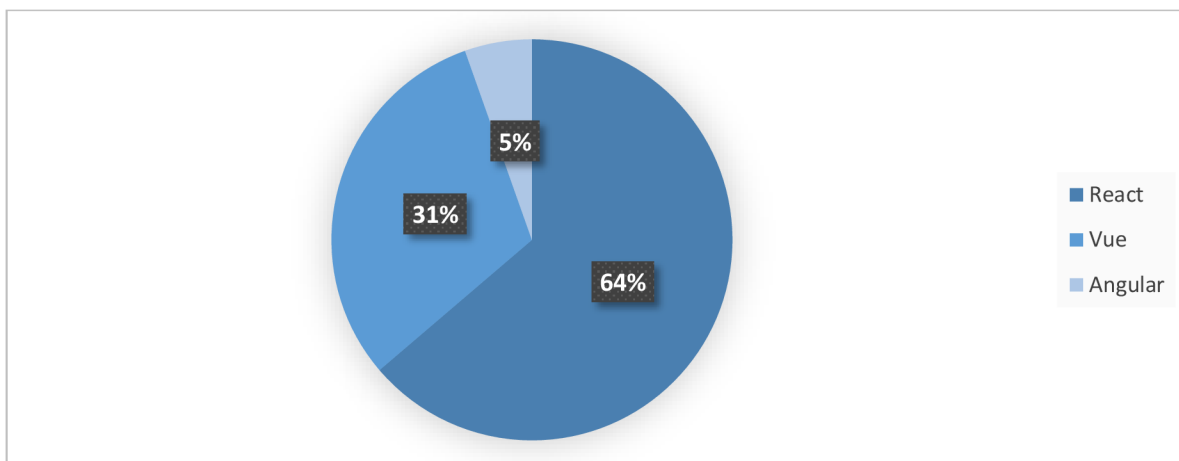
Jedná se o největší český inzertní portál s nabídkou prací. Převažují inzeráty od středních až velkých firem. Vue a React jsou zde požadovány především v menších až středních firmách. Oproti ostatním porovnávaným portálům převažuje poptávka po vývojářích v Angularu. U většiny pracovních nabídek v Angularu se jedná o větší firmy anebo velké projekty, které za sebou již mají dlouholetý vývoj.



Graf 9: Počet pracovních nabídek na portálu Jobs.cz

4.6.2 StartupJobs.cz

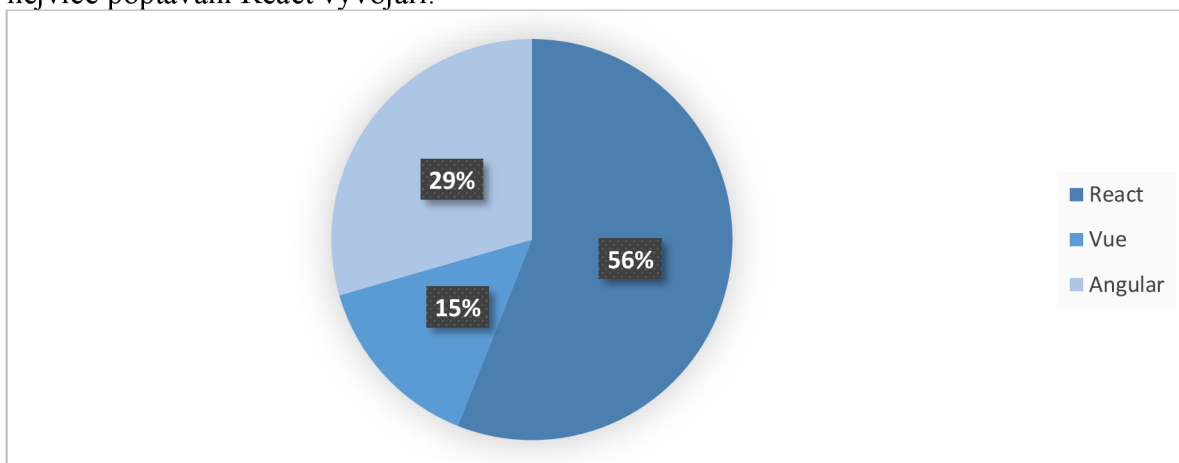
StartupJobs je český inzertní portál specializující se primárně na inzerci prací v IT sektoru. Většina nabídek je tvořena startupy a menšími až středními firmami. Oproti ostatním portálům je zde minimální poptávka po Angular vývojářích, kvůli malému množství větších firem anebo firem, které by vyvíjeli starší aplikace, které byly vytvořené v době největší popularity Angularu.



Graf 10: Počet pracovních nabídek na portálu StartupJobs.cz

4.6.3 Indeed

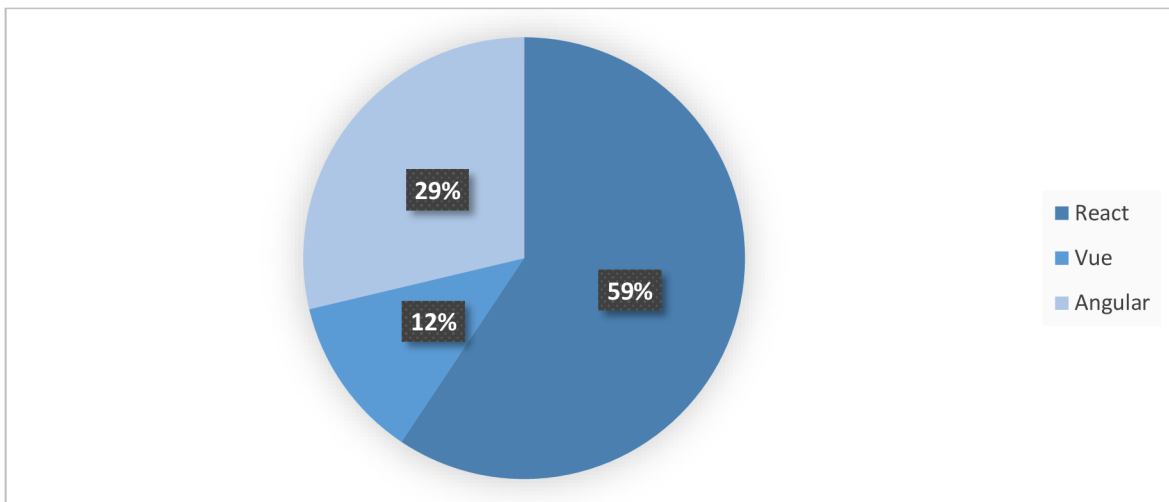
Indeed je globální portál pro inzerování pracovních nabídek. Ve srovnání byla použita jeho verze pro český trh pro co nejobektivnější srovnání s ostatními portály. Na webu jsou nejvíce poptávani React vývojáři.



Graf 11: Počet pracovních nabídek na portálu Indeed

4.6.4 LinkedIn

LinkedIn je největší celosvětová profesní síť. Ke srovnání pracovních nabídek byla použita podstránka „Jobs“. Ke srovnání nebylo použito filtrování pouze na Českou republiku. V inzercích převažuje poptávka po React vývojářích.



Graf 12: Počet pracovných nabídek na portáli LinkedIn

5 Závěr

Většina rozdílů mezi vybranými frameworky není pro zkušeného vývojáře překážkou. Při výběru velmi často rozhoduje osobní preference, aktuální nabídka na trhu práce a potřeba různých specifických nástrojů při vybraném projektu.

Angular je ze všech frameworků nejvyspělejší, je kvalitně podporována vývojářem a je kompletním balíčkem. Velkou výhodou je že jako jediný framework nabízí přímo po instalaci např. nástroje na testování a předepisuje strukturu projektu, a proto není nutné psát zdouhovou dokumentaci u nových webových aplikací, na které pracuje tým lidí, které by využívaly specifický balíček knihoven a měli vlastní strukturu. Křivka učení je však strmá a koncepty vývoje mohou nové vývojáře odradit. Ideální volbou je pro společnosti s vývojáři se zkušenostmi s konceptem MVC (Model-View-Controller), který je v práci v Angularu klíčový.

Je často využíván u starších webových aplikací, které se nadále udržují a rozšiřují, protože se jedná o nejstarší z vybraných frameworků. Nové aplikace v Angularu vznikají pouze zřídka a často jsou poptáváni Fullstack vývojáři, kteří mají často znalost MVC z některého z jazyků používaných na Backendu.

Kvůli klesající popularitě je tento framework nejméně vhodný pro nově vznikající projekty, protože je na trhu práce čím dál méně lidí, kteří by se specializovali na tento framework a tedy měli zkušenosti i s nejnovější verzí Angularu. S klesající popularitou se i zmenšuje komunita aktivních vývojářů, kteří by přispívali do open-source knihoven pro tento framework. Framework není tak flexibilní a pro menší aplikace může být zbytečně komplexní a je složité nahradit např. zabudovanou knihovnu pro testování za jinou. Framework React je komunitou vývojářů přijímán velmi dobře. Podle výsledků z analýzy trhu práce má mezi vývojáři jasnou budoucnost. Je dobrou volbou pro začátečníky v oblasti Frontend frameworků a vývojáře požadující určitou flexibilitu a integraci s jinými knihovnami. Díky minimu zabudovaných funkcí není problém vytvářet i menší aplikace. Je často používán u nově vznikajících projektů, jelikož má aktuálně nejaktivnější komunitu a nabízí množství open-source řešení usnadňují integraci různých nástrojů přímo do tohoto frameworku.

Hlavní nevýhodou Reactu může být příliš velká flexibilita při špatně zvolené volbě knihoven nebo struktury projektu, která může zkomplikovat vývoj a vyžadovat budoucí refaktorování.

Vue je ze všech frameworků nejmladší a postrádá podporu nadnárodní společnosti.

V poslední době a s vydáním verze 3.0 se stal konkurentem pro Angular i React. Mnoho čínských společností (např. Alibaba a Baidu) si technologii Vue vybralo jako svůj primární Frontend framework, avšak mezi většími firmami není tak populární jako předchozí dva frameworky.

Vue je volba pro vývojáře požadující jednoduchost a flexibilitu. Ze všech frameworků je nejvhodnější pro vývojáře, kteří umí pouze základy JavaScriptu, CSS a HTML, jelikož ze všech zmíněných frameworků není nutné znát komplexní funkce a koncepty v JavaScriptu. Z tohoto důvodu je skvělou volbou při práci na projektech, kde není nutný větší tým anebo je hlavní logika aplikace na Backendu, protože má ze všech frameworků nejjednodušší křivku učení a není nutné se oproti ostatním frameworkům učit složitější koncepty a návrhové vzory JavaScriptu. Je vhodný také pro menší projekty.

Nevýhodou je méně aktivní komunita oproti Reactu a tedy i méně vývojářů specializujících se na tento framework a menší množství open-source knihoven.

6 Seznam použitých zdrojů

1. BARÁŠEK, Jan. Proč a jak používat frameworky a knihovny. *Český PHP manuál* [online]. 16. 02. 2020 [cit. 2021-08-06]. Dostupné z: <https://php.baraja.cz/proc-pouzivat-frameworky>
2. Stack Overflow Developer Survey 2021 [online]. [cit. 2021-08-06]. Dostupné z: <https://insights.stackoverflow.com/survey/2021>
3. BANKS, Alex a Eve PORCELLO. *Learning React*. 2nd ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2020. ISBN 978-1-492-05172-5.
4. FILIPOVA, Olga. *Learning Vue.js 2*. Birmingham: Packt Publishing, 2016. ISBN 978-1-78646-994-6.
5. ULUCA, Doguhan. *Angular for Enterprise-Ready Web Applications*. 2nd ed. Birmingham: Packt Publishing, 2020. ISBN 978-1-83864-880-0.
6. React.js Docs [online]. [cit. 2021-08-06]. Dostupné z: <https://reactjs.org/docs/>
7. Vue.js Docs [online]. [cit. 2021-08-06]. Dostupné z: <https://v3.vuejs.org/guide/introduction.html>
8. Angular Docs [online]. [cit. 2021-08-06]. Dostupné z: <https://angular.io/docs>
9. DAITYARI, Shaumik. Angular vs React vs Vue: Which Framework to Choose in 2021 In: CodeinWP [online]. March 15 2021 [cit. 2021-08-06]. Dostupné z: <https://www.codeinwp.com/blog/angular-vs-vue-vs-react/>
10. KOSTRZEWSKI, Rafal; WARCHOLINSKI, Matt. 10 Famous Apps Using ReactJS Nowadays. *BRAINHUB* [online]. May 12 2021 [cit. 2021-08-06]. Dostupné z: <https://brainhub.eu/library/famous-apps-using-reactjs/>
11. BREWSTER, Cordenne. 15 Examples of Global Websites Using Vue.js. *Trio Developers* [online]. 2021 [cit. 2021-08-06]. Dostupné z: <https://trio.dev/blog/websites-using-vue>
12. PARAFINIUK, Paweł. 8 Examples of Highly-Successful Angular Apps Many of Us Use Daily. *netguru* [online]. Jan 22 2022 [cit. 2021-08-06]. Dostupné z: <https://www.netguru.com/blog/angular-apps-examples>
13. GitHub – facebook/react [online]. [cit. 2021-08-06]. Dostupné z: <https://github.com/facebook/react>
14. GitHub – vuejs/vue [online]. [cit. 2021-08-06]. Dostupné z: <https://github.com/vuejs/vuejs>
15. GitHub – angular/angular [online]. [cit. 2021-08-06]. Dostupné z: <https://github.com/angular/angular>
16. LinkedIn Jobs [online]. [cit. 2021-08-13]. Dostupné z: <https://linkedin.com/jobs/>
17. StartupJobs.cz [online]. [cit. 2021-08-13]. Dostupné z: <https://startupjobs.cz/>
18. Jobs.cz [online]. [cit. 2021-08-13]. Dostupné z: <https://www.jobs.cz/>
19. Indeed.com [online]. [cit. 2021-08-13]. Dostupné z <https://indeed.com/>
20. KREIN, Jonathan L., Alexander C. MACLEAN, Charles D. KNUTSON, Daniel P. DELOREY a Dennis L. EGGETT. Impact of Programming Language Fragmentation on Developer Productivity. *International Journal of Open Source Software and Processes*. 2010, 2(2), 41-61. ISSN 1942-3926. Dostupné z: <https://www.igi-global.com/gateway/article/44971>

21. CIESIELSKI, Aleksander; Facebook odświeża wygląd oraz dodaje ciemny motyw! *APYnews* [online]. Oct 26 2019 [cit. 2022-02-06]. Dostępne z: <https://apynews.pl/facebook-odswieza-wyglad-oraz-dodaje-ciemny-motyw>
22. LEKH, Natasha; The shortest guide to scraping Airbnb data. *Apify Blog* [online]. Feb 10 2022 [cit. 2022-16-06]. Dostępne z: <https://blog.apify.com/how-to-scrape-airbnb-listings-and-reviews/>
23. Behance [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostępne z <https://www.behance.net/>
24. BMW [online]. [cit. 2021-08-08]. Dostępne z <https://www.bmw.com/>
25. Gmail [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostępne z <https://mail.google.com/>
26. Paypal [online]. [cit. 2021-08-13]. Dostępne z <https://www.paypal.com/ao/webapps/mpp/home>
27. Word Online [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostępne z <https://www.office.com/launch/word?ui=cs-CZ&rs=CZ&auth=1>
28. Gmail [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostępne z <https://mail.google.com/>
29. GitHub Star History [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostępne z <https://star-history.com/>
30. LARSON, Quincy; Facebook just changed the license on React. Here's a 2-minute explanation why. *freeCodeCamp* [online]. Sep 28 2017 [cit. 2022-03-08]. Dostępne z: <https://www.freecodecamp.org/news/facebook-just-changed-the-license-on-react-heres-a-2-minute-explanation-why-5878478913b2/>
31. PATTAKOS, Aris; Angular vs React vs Vue 2022. *aThemes* [online]. Jan 04 2022 [cit. 2022-03-08]. Dostępne z: <https://athemes.com/guides/angular-vs-react-vs-vue/>
32. WALTON, Philip; Web Vitals. *web.dev* [online]. Oct 26 2021 [cit. 2022-03-08]. Dostępne z: <https://web.dev/vitals/>
33. GOR, Christian; AngularJS vs NodeJS vs ReactJS: Which One You Should Opt For? *eSparkBiz* [online]. [cit. 2022-03-08]. Dostępne z: <https://www.esparkinfo.com/blog/angular-vs-node-vs-react.html>