

SLEZSKÁ UNIVERZITA V OPAVĚ
Filozoficko-přírodovědecká fakulta v Opavě

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

SLEZSKÁ UNIVERZITA V OPAVĚ
Filozoficko-přírodovědecká fakulta v Opavě

Lukáš Sukeník

Studijní program: Moderní informatika
Specializace: Informační a komunikační technologie

Porovnání SPA frontend frameworků

Comparison of SPA frontend frameworks

Bakalářská práce

Opava 2024

Vedoucí bakalářské práce:
doc. RNDr. Lucie Cíencialová, Ph.D.

Kopie podkladu zadání práce
z IS, podepsaná

Abstrakt

Text abstraktu v češtině. Rozsah by měl být 50 až 100 slov. Abstrakt není cíl práce, zde stručně popište, co čtenář má na následujících stránkách očekávat. Typické formulace: „V práci se zabýváme...“, „Tato bakalářská práce pojednává o...“, „součástí je“, „je provedena analýza“, „praktickou částí práce je aplikace xxx“ ... Prostě napište stručný souhrn či charakteristiku obsahu práce.

Klíčová slova

Napište 5–8 klíčových slov v českém jazyce (v jednotném čísle, první pád atd.), měla by vystihovat téma práce. Slova odděľujte čárkou. Snažte se vystihnout nejdůležitější pojmy vystihující práci.

Abstract

Anglická verze abstraktu by měla odpovídat české verzi, třebaže nemusí být úplně doslova. Když nutně potřebujete automatický překlad, použijte raději <https://www.deepl.com/cs/translator>, je lepší než Google Translator. Není nutno překládat doslova.

Keywords

Anglická obdoba českého seznamu klíčových slov.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpal, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Opavě dne 2. března 2024

.....
Lukáš Sukeník

Poděkování

Rád bych poděkoval za odborné vedení, rady a cenné poznatky k danému tématu vedoucímu práce doc. RNDr. Lucii Ciencialové, Ph.D. Také bych rád poděkoval mé rodině a přátelům za podporu a pomoc během mého studia.

Obsah

Úvod	1
1 Webové aplikace	2
2 Analýza frameworků	3
2.1 Angular	3
2.1.1 Komponenty	3
2.1.2 Správa stavů	3
2.1.3 Předávání vlastností	3
2.1.4 Servisy a direktivy	3
2.1.5 Životní cyklus	3
2.1.6 State management	3
2.1.7 Routování	3
2.1.8 Ekosystém	3
2.2 React	3
2.2.1 Komponenty	4
2.2.2 JSX	5
2.2.3 Správa stavů	5
2.2.4 Hooky	6
2.2.5 Životní cyklus	6
2.2.6 State management	7
2.2.7 Routování	7
2.2.8 Ekosystém	7
2.3 Svelte	8
2.3.1 Komponenty	8
2.3.2 Reaktivita	9
2.3.3 Předávání vlastností	10
2.3.4 Eventy	10
2.3.5 Životní cyklus	11
2.3.6 State management	12
2.3.7 Routování	12
2.3.8 Ekosystém	13
2.4 Vue	13
2.4.1 Single-File Components	14
2.4.2 Reaktivita	14
2.4.3 Předávání vlastností	15
2.4.4 Direktivy a eventy	16

2.4.5	Životní cyklus	17
2.4.6	State management	17
2.4.7	Routování	18
2.4.8	Ekosystém	18
2.5	Porovnání	18
3	Testování frameworků	19
3.1	Analýza a návrh testových úloh	19
3.2	Demonstrační aplikace	19
3.2.1	Angular	19
3.2.2	React	36
3.2.3	Svelte	36
3.3	Testování aplikací a výsledky	36
4	Ukázková kapitola	33
4.1	Obrázky a tabulky	33
4.1.1	Vkládání ukázkového kódu	34
4.2	Pojmenované odstavce	34
	Závěr	36
	Seznam použité literatury	37
	Seznam obrázků	41
	Seznam tabulek	42
	Seznam zkratk	43
	Přílohy	44

3 Testování frameworků

- proč a co je obsahem kapitoly?

3.1 Analýza a návrh testových úloh

- co a proč porovnávám,
- v návrhu - jak, jaké testové úlohy?
- (dokumentace - možná nahoře, syntax, výkonnostní testy, velikosti bundlů, účel aplikace, rychlost, srozumitelnost, ...)

3.2 Demonstrační aplikace

V této kapitole srovnáme implementaci stejných funkcionalit ve třech vybraných frameworkcích.

3.2.1 Angular

Instalace projektu

- Node.js + NPM
- `npm init @angular@latest NAZEV_APLIKACE`
- <https://www.npmjs.com/package/@angular/create>
- <https://tailwindcss.com/docs/guides/angular>

Správa stavů, předávání vlastností

Pro implementaci jednoduchého counteru nejprve vytvoříme counter komponentu. Můžeme začít se strukturou HTML značek pro hlavní komponentu.

```
// Soubor counter.component.html

<div class="bg-gray-200 p-6 rounded-md shadow-md">
  <p class="text-xl font-semibold mb-4">Current count: {{ count }}</p>

  <div class="flex gap-4">
    <counter-button
      [className]='`bg-blue-500 text-white hover:bg-blue-600`'
      (buttonClicked)="increment()"
    >
```

```

        Increment
      </counter-button>

      <!-- další tlačítka... ->
    </div>
  </div>

```

Jelikož potřebujeme opakovaně použít logiku jednotlivých tlačítek, vytvoříme komponentu `counter-button`. Ta může přijímat například CSS styly nebo přes `output` (`EventEmitter`) posílat informaci o kliknutí na tlačítko směrem nahoru ve stromě komponent.

```

// Soubor counter-button.component.ts

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

// Nastavení komponenty.
@Component({
  selector: 'counter-button',
  standalone: true,
  templateUrl: './counter-button.component.html',
  imports: [CommonModule],
})
export class CounterButtonComponent {
  // Vstupní vlastnost komponenty.
  @Input() public className = '';

  // Výstupní vlastnost komponenty.
  @Output() public buttonClicked = new EventEmitter<void>();
}

```

Funkci `emit()` našeho `EventEmitteru` zavoláme na tlačítku v `counter-buttonu` právě tehdy, když uživatel klikne na tlačítko – použijeme `listener` ve formě (`click`). K propsání textu či jiných elementů nebo komponent mezi párovými tagy `<counter-button></counter-button>` pak poslouží párový či nepárový element `<ng-content />`.

```

// Soubor counter-button.component.html

<button
  class="px-4 py-2 rounded-md focus:outline-none"
  [ngClass]="className"
  (click)="buttonClicked.emit()"
>
  <!-- ng-content slouží k vykreslení obsahu, který vložíme
    mezi párové tagy (selectory) dané komponenty. ->
  <ng-content></ng-content>
</button>

```

Následně v counter komponentě musíme importovat třídu CounterButtonComponent a do všech elementů counter-button předat jejich vstupy a výstupy. Námi defikovanovanému outputu buttonClicked předáme v šabloně metodu, která se vykoná po emitu (kliknutí na tlačítko ve vnořené komponentě) a metodu zavoláme pomocí kulatých závorek. V rámci counter komponenty pak definujeme stav jako vlastnost count na třídě. Vlastnost pak můžeme modifikovat skrze metody třídy, které voláme v outputu buttonClicked.

```
// Soubor counter.component.ts

import {CommonModule} from '@angular/common';
import {Component} from '@angular/core';
import {CounterButtonComponent} from '../button/counter-button.component';

@Component({
  selector: 'counter',
  standalone: true,
  templateUrl: './counter.component.html',
  imports: [CommonModule, CounterButtonComponent],
})
export class CounterComponent {
  protected count = 0;

  protected increment(): void {
    this.count++;
  }

  protected decrement(): void {
    this.count--;
  }

  protected reset(): void {
    this.count = 0;
  }
}
```

- šablony + logika komponenty
- správa stavů (reaktivita)
- body k vypíchnutí: boilerplate frameworku

Interakce v uživatelském prostředí

Při vytváření jakékoli UI komponenty můžeme začít šablonou, nebo definovat funkční stránku. My začneme s tvorbou šablony. V případě vlastního dropdown samotným tlačítkem a seznamem možností. Otevření možností zajistíme tak, že

na tlačítko přidáme click listener. Funkčnost pak zajistíme díky modifikaci stavu `isOpen`, který se provede při volání metody `toggleDropdown`. V rámci této metody je třeba zavolat i `event.stopPropagation()`. Předejdeme tak potenciální chybě ve formě tzv. event bubblingu – spuštění událostí na prvcích odlišných od cílového.

```
// Část souboru dropdown.component.html

<div class="rounded-md shadow-sm">
  <!-- Pro poslouchání na události v DOMu můžeme
    použít syntaxi: (NÁZEV_UDÁLOSTI)="OBSLUŽNÁ_METODA". ->
  <button
    type="button"
    class="" <!-- Statické style... ->
    [ngClass]="buttonStyles + ' ' + sizeStyles"
    (click)="toggleDropdown($event)"
  >
    {{ selectedOption ? selectedOption.label : placeholder }}
    <!-- Pro podmíněné vykreslování můžeme využít bloky @if, @else if, @else. ->
    @if (isOpen) {
      <arrow-up-icon />
    } @else {
      <arrow-down-icon />
    }
  </button>
</div>
```

Podmíněně pak můžeme vypsát list možností, které získáme v jednom z inputů. Pro vypsání všech možností použijeme blok `@for`. K vybraní konkrétní možnosti použijeme zase `(click)` a do obslužné metody pošleme aktuální prvek v poli – `option`. Metoda `handleOptionClick` pak zajistí uložení aktuálně vybrané možnosti, zavření dropdownu a vyemitování vybrané možnosti do rodičovské komponenty.

```
// Část souboru dropdown.component.html

@if (isOpen)
  <div
    class="" <!-- Statické style... ->
    [ngClass]="divStyles"
  >
    <div class="py-1" role="menu"> <!-- WAI-ARIA atributy... ->
      <!-- Pro vykreslení listu (pole hodnot) můžeme využít blok @for. ->
      @for (option of options; track option.value)
        <button
          class="block w-full text-left px-4 py-2 text-sm hover:text-gray-900"
          [ngClass]="optionStyles"
          role="menuitem"
          (click)="handleOptionClick(option)"
        >
          option.label
        </button>
```

```

    </div>
  </div>

```

V případě, že máme dropdown otevřen a chceme jej po kliknutí mimo tentýž dropdown bezpečně zavřít, nehledě na počet vykreslených dropdown komponent na stránce, budeme postupovat následovně. Pro každou komponentu vytvoříme unikátní vlastnost ve formě ID. To pak dynamicky umístíme na kořenový element dropdownu.

```

// Část souboru dropdown.component.ts

protected dropdownId = 'id-$crypto.randomUUID()';

// Část souboru dropdown.component.html

<div class="relative inline-block text-left" [id]="dropdownId">

```

V komponentě pak budeme naslouchat na události v DOM pomocí dekorátoru @HostListener. Dekorátor přijímá DOM událost, na který má poslouchat – document:pointerdown, případně další argumenty nebo také formu vypublikované události. Pod dekorátorem pak definujeme obslužnou metodu, která se volá při emitu specifikované události. V rámci metody pak zajistíme uzavření aktuálně otevřeného dropdownu.

```

// Část souboru dropdown.component.ts

@HostListener('document:pointerdown', ['$event.target'])
onClickOutsideDropdown(target: HTMLElement): void {
  if (this.isOpen && !target.closest('#${this.dropdownId}')) {
    this.isOpen = false;
  }
}

```

Dropdown pak může mít různé inputy, které povedou k lepší znovupoužitelnosti. Hodnotu inputu (konkrétně např. defaultValue) v komponentě získáme v metodě životního cyklu OnInit. Styly ve formě JavaScriptových hodnot do šablony přidáme pomocí ngClass. Když těchto hodnot potřebujeme na elementu více, zřetězíme předávané hodnoty pomocí JavaScriptu. Další možnost spočívá ve sloučení požadovaných stylů na úrovni třídy.

- body k vypíchnutí: dynamické stylování, logika v template

- problémy: zavírání posledně otevřeného dropdownu před otevřením dalšího D.
- výhody frameworku: podle bodů nahoře..., tvorba typů ve Svelte

Reaktivita, asynchronní operace

Pro ukázkou reaktivity a asynchronních operací můžeme vytvořit komponentu, která bude překládat zadaný text do vybraného jazyka. Začneme tedy vytvořením rodičovské komponenty, která při změně vlastností (zadaného textu uživatelem a výstupního jazyka) zavolá API, které vrátí přeložený text. V rámci této komponenty vytvoříme vnořené komponenty, které budou sloužit k zadání vstupního textu, výběru jazyka a zobrazení výsledku.

LanguageDropdownComponent umožní uživateli vybrat jazyk, do kterého chce přeložit text. Přes EventEmitter aktualizujeme výstupní jazyk v rodičovské komponentě. V rámci obslužné metody handleLanguageChange pak také aktualizujeme hodnotu vlastnosti inputValuesChanges\$. Tato vlastnost je Subject, speciální typ observable, z knihovny RxJS. Později dovolí na základě změny hodnoty poslat dotaz na server ve správný moment. Podobným způsobem poté můžeme registrovat událost změny vstupního textu – naslouchat na změnu vstupního textu.

```
// Část souboru translator.component.ts

protected handleLanguageChange(outputLanguage: Option): void {
  this.outputLanguage = outputLanguage.value;
  // Synchronní aktualizace hodnoty observable (v tomto případě Subjectu).
  // Slouží pro následné operace při změně hodnoty observable.
  this.inputValuesChanges$.next(outputLanguage.value);
}
```

Zadání vstupního textu pak může řešit komponenta TranslationInputComponent, která obdobným způsobem aktualizuje hodnotu vstupního textu v rodičovské komponentě. Aktuální hodnotu formulářového prvku nastavíme pomocí [ngModel]. Pro naslouchání na změnu hodnoty formulářového prvku zase využijeme (ngModelChange).

```
// Část souboru translation-input.component.html

<textarea
  autosizeTextArea
  class="block w-full min-h-0 p-3 pr-12 pb-8 resize-none !outline-none"
  placeholder="Type to translate ..."
```

```

    [ngModel]="inputText"
    (ngModelChange)="handleInputChange($event)"
  >
</textarea>

```

V případě, že potřebujeme aktualizovat výšku textového pole na základě jeho obsahu, můžeme využít vlastní direktivu `AutosizeTextAreaDirective`. V konstruktoru direktivy získáme `element`, na který přidáme tuto direktivu. Dále budeme potřebovat třídu `Renderer2`, která umožňuje manipulovat s DOM. V direktivě budeme naslouchat na změnu hodnoty textového pole pomocí dekorátoru `@HostListener` a události `input`. Následně v rámci obslužné metody zajistíme aktualizaci výšky.

Změny hodnoty vlastnosti `inputValuesChanges$` začneme odebírat pomocí `subscribe`. Abychom předešli dotazování serveru ihned po změně hodnoty vlastnosti `inputValuesChanges$`, použijeme operátor `debounceTime`. Ten povolí poslat dotaz na server až po uplynutí určité doby od poslední změny, kterou můžeme nastavit. `Subscribe` zavolá veřejnou metodu služby (`getTranslation`), která vrací přeložený text. Nakonec, aby dotazování serveru fungovalo, je třeba metodu `setupInputChangeSubscription` zavolat v konstruktoru nebo hooku `OnInit`.

```

// Část souboru translator.component.ts

private setupInputChangeSubscription(): void {
  // Naslouchá změnám vstupního textu a výstupního jazyka.
  // Operátor debounceTime zajistí, že se změna vstupního textu
  // nebo výstupního jazyka vyhodnotí až po uplynutí 300 ms.
  // Dále operátor distinctUntilChanged zajišťuje,
  // že se změna vyhodnotí pouze v případě, kdy je odlišná od předchozí hodnoty.
  // Operátor takeUntil() zajišťuje,
  // že se subscription zruší při zničení komponenty.
  // Pokud se změní vstupní text nebo výstupní jazyk,
  // v rámci metody subscribe se spustí překlad.
  this.inputValuesChanges$
    .pipe(debounceTime(300), distinctUntilChanged(), takeUntil(this.destroy$))
    .subscribe(() => this.triggerTranslation());
}

```

Se službou `TranslationService` a veřejnou metodou pro vykonání dotazu nám pomůže třída `HttpClient`. Ta je dostupná přímo v základních modulech Angularu. Službu `HttpClient` získáme v konstruktoru, kde ji pomocí klíčového slova `private` přiřadíme do vlastností třídy. Následně na HTTP klientovi zavoláme metodu `post` vůči API, které vrátí přeložený text ze serveru. Pokud úspěšná odpověď ze serveru obsahuje složitější strukturu, ze které potřebujeme získat jen nějakou část, pak s konverzí

odpovědi pomůže RxJS operátor `map()`. Metoda `getTranslation` vrací observable, v translator komponentě proto hodnoty odebíráme pomocí metody `subscribe`.

```
// Část souboru translation.service.ts

return this.httpClient
  .post<TranslationResponseData>(url, body, options)
  .pipe(map(data => this.convertToOutputText(data)));

// Část souboru translator.component.ts

// Slouží ke zrušení subscriptions při zničení komponenty.
private destroy$: Subject<void> = new Subject();
// Slouží k naslouchání na změny vstupního textu a výstupního jazyka.
private inputValuesChanges$ = new Subject<string>();

public ngOnDestroy(): void {
  // Slouží k manuálnímu unsubscribe všech observables při zničení komponenty.
  this.destroy$.next();
  this.destroy$.complete();
}

this.translationService
  .getTranslation(this.inputText, this.outputLanguage)
  .pipe(
    // Zajišťuje, že se subscription zruší při zničení komponenty.
    takeUntil(this.destroy$),
    // Zachytí chybu v observable.
    catchError(error => this.handleError(error)),
  )
  // V metodě subscribe dostaneme transformovanou odpověď
  // (v rámci next callbacku) nebo chybu (v rámci error callbacku).
  // Po poslední úspěšné aktualizaci observable se volá callback funkce complete.
  .subscribe({
    next: response => (this.outputText = response),
    error: error => (this.error = error),
    complete: () => (this.loading = false),
  });
```

V momentě, kdy obdržíme odpověď ze serveru, zobrazíme přeložený text uživateli. K tomu poslouží `TranslationOutputComponent`, které na vstupu předáme výstupní text spolu s dalšími vstupními vlastnostmi. V rámci šablony pak podmíněně vykreslíme přeložený text, chybu nebo načítání.

Při zarovnání vstupního a výstupního pole v UI si musíme dát pozor na to, že šířku je potřeba nastavit již v prvním potomku `div` elementu, na kterém nastavíme flexbox. Důvod spočívá v tom, že Angular v DOMu vytváří element pro každou komponentu.

```
// Část souboru translation.service.ts
```



```

<div class="flex text-xl">
  <translation-input
    <!-- Vstupní a výstupní vlastnosti... -->
    class="relative w-1/2"
    <!-- Šířka musí být nastavena zde. -->
  />

  <translation-output
    <!-- Vstupní a výstupní vlastnosti... -->
    class="relative w-1/2"
    <!-- Šířka musí být nastavena zde. -->
  />
</div>

```

- předávání vlastností nahoru a dolů
- fetchování dat
- body k vypíchnutí: velice odlišné reakce na změny, stylování komponent nebo elementů, update textarey (hodnoty), jiné řešení modularity (update stylů textarey)
- problémy:
- výhody frameworku: předávání vlastností má nej Svelte

Tvorba formulářů, validace

Angular je flexibilní z pohledu možností tvorby formulářů. My použijeme reaktivní formuláře, jelikož jsou flexibilnější a umožní nám jednodušší reakce na změny prvků. Vytvoříme komponentu zaměřenou na jednoduché investiční kalkulace. Bude obsahovat dvě vnořené komponenty: formulář pro zadání vstupních dat a komponentu výsledku kalkulace, která se zobrazí po potvrzení formuláře.

Začneme s tvorbou reaktivního formuláře. Typ `InvestForm` popisuje strukturu souvisejících formulářových prvků formuláře.

```

// Část souboru invest-form.component.ts

type InvestForm = FormGroup<{
  oneOffInvestment: FormControl<number | null>;
  investmentLength: FormControl<number | null>;
  averageSavingsInterest: FormControl<number | null>;
  averageSP500Interest: FormControl<number | null>;
}>;

```

Protože prvků budeme mít více, deklarujeme formulářovou skupinu jako vlastnost třídy, ve které následně definujeme samotné formulářové prvky. Vlastnost

investForm pak umožní přístup k hodnotám formuláře a jeho validaci. Zde narazíme na problém s nenastavením počáteční hodnoty vlastnosti přímo nebo v konstruktoru. Můžeme ho vyřešit za pomoci vykřičníku – řekneme tak TypeScriptu, že obsah proměnné je nenulový. Další možností je vypnout pravidlo strictPropertyInitialization v souboru tsconfig.json.

```
// Část souboru invest-form.component.ts
```

```
protected investForm!: InvestForm;
```

Hodnotu vlastnosti investForm nastavíme pomocí metody initializeInvestForm v rámci OnInit hooku. Tento postup zvolíme, protože chceme nastavovat počáteční hodnoty formuláře na základě vstupní vlastnosti defaultValues. Důvodem je, že hodnoty vstupních vlastností jsou v komponentě dostupné nejdříve v rámci hooku OnInit.

Metoda initializeInvestForm vrátí instanci třídy FormGroup, kterou vytvoříme pomocí třídy FormBuilder ze základního balíčku @angular/forms. Argumentem pro metodu group pak je objekt, který popisuje strukturu formuláře.

```
// Část souboru invest-form.component.ts
```

```
private initializeInvestForm(): InvestForm {
  // Vytvoření formuláře s výchozími hodnotami
  // (případně vlastnostmi) a validátory.
  // Jednotlivé prvky FormGroup bývají označovány jako FormControl.
  return this.fb.group({
    oneOffInvestment: [
      this.defaultValues.oneOffInvestment,
      [Validators.required, Validators.min(20), Validators.max(99_999_999)],
    ],
    // Další formulářové prvky...
  });
}
```

V šabloně následně propojíme formulářovou skupinu s formulářem. K tomu poslouží direktiva [formGroup] a její hodnotu nastavíme na vlastnost investForm. V rámci formuláře pak vytvoříme formulářové prvky, které propojíme direktivou FormControlName. Hodnota pak musí odpovídat klíči prvku ve formulářové skupině. Pro zajištění efektivní obsluhy chyb formuláře můžeme využít getter metody, které vrátí konkrétní formulářový prvek.

```
// Část souboru invest-form.component.html
```

```

<form [formGroup]="investForm" (ngSubmit)="onSubmit()">
  <div class="md:flex md:gap-4">
    <div class="mb-4 md:w-1/2">
      <input-label id="oneOffInvestment">
        One-off investment (20-99.999.999€)
      </input-label>

      <!-- Direktiva formControlName slouží k propojení inputu
        s odpovídajícím FormControl v FormGroup. -->
      <input
        id="oneOffInvestment"
        type="number"
        formControlName="oneOffInvestment"
        class="" <!-- Statické styly... -->
      />

      @if (oneOffInvestmentControl.errors?.['required']) {
        <p class="text-red-500 text-xs italic mt-1">
          Please enter a valid amount of one-off investment (positive number).
        </p>
      }
      <!-- Další chybové hlášky... -->
    </div>

    <!-- Další formulářové prvky... -->
  </div>
</form>

```

Dále vytvoříme tlačítko s typem submit, přes které uživatel formulář potvrdí. Na form značku přidáme (ngSubmit), který vyemituje událost při potvrzení formuláře. Obslužná metoda pak prostřednictvím výstupové vlastnosti publikuje aktuální hodnotu reaktivního formuláře do rodičovské komponenty.

V rámci rodičovské komponenty tedy vykreslíme samotný formulář a při jakémkoli potvrzení formuláře získáme aktuální hodnoty z formuláře díky outputu. Hodnoty formuláře pak dostaneme v obslužné metodě handleFormChanged. Pomocí služby FutureValuesCalculatorService tyto hodnoty transformujeme do požadovaného formátu. Výsledek uložíme do vlastnosti futureValues.

Když jsou hodnoty vypočteny, vykreslíme je na stránce prostřednictvím komponent future-values-info a future-value-info. První z komponent slouží k rozložení výsledků do požadovaného formátu a vytvoření komponent pro jednotlivé výsledky. Komponenta future-value-info pak přijímá vstupní vlastnost, kterou v šabloně před vykreslením v DOM přetransformujeme díky rouře (LocalizedNumberPipe).

```
// Část souboru future-value-info.component.html
```

```
<p class="text-5xl font-bold"> futureValue | localizedNumber </p>
```

Stejného výsledku bychom mohli dosáhnout i přes metodu na třídě. Tento přístup Angular nedoporučuje, jelikož metody se v rámci šablony spouští opakovaně a mohou způsobit problémy s výkonem. Oproti tomu roura umožní lepší znovupoužitelnost a přehlednost.

```
// Soubor localized-number.pipe.ts

import Pipe, PipeTransform from '@angular/core';

// Roura, která převede číslo na formátovaný string s měnou (€).
@Pipe({name: 'localizedNumber', standalone: true})
export class LocalizedNumberPipe implements PipeTransform {
  public transform(value: number): string {
    return `${value.toLocaleString('de-DE')}€`;
  }
}
```

Modularita, použití knihoven

V této sekci vytvoříme webovou hru, kde cílem uživatele bude uhádnout název státu na základě poskytnutých nápověd. Práci si ulehčíme pomocí externích knihoven a služeb. Ve hře se postupně bude odkrývat 8 nápověd, které by měly pomoci s uhádnutím daného státu. Klíčovým prvkem je textové pole, přes které uživatel zadává názvy hádaných zemí a tlačítko pro potvrzení. Součástí je také seznam již zadaných hádaných zemí a modální okna sloužící k vyhodnocení hry.

Začneme s implementací rodičovské komponenty, jež bude získávat data o všech zemích světa z veřejného API. Další zodpovědností této komponenty bude vykreslování odpovídajících stavů při získávání dat – stav načítání, úspěšné získání dat a chyba při získávání dat. Vytvoříme službu `CountryService`, díky které budeme moci získávat data o zemích. Konkrétně k tomu využijeme metodu `getAllCountries`, která vrátí observable pole všech zemí. Výsledek registrace služby a přímé zavolání metody `getAllCountries` uložíme do vlastnosti třídy.

```
// Soubor country-guesser-wrapper.component.ts

protected countries$: Observable<Countries>
  = inject(CountryService).getAllCountries();
```

V šabloně posléze potřebujeme odebírat hodnotu z observable. Práci v šabloně výrazně ulehčí knihovna `ngx-load-with`. Tato knihovna poskytuje integrovanou

podporu načítání a zpracování chyb. To programátorovi umožní využívat předdefinované šablony pro dané stavy bez nutnosti další implementace. Navíc se programátor nemusí starat o zrušení odběru observable.

```
// Část souboru country-guesser-wrapper.component.html

<ng-container
  *ngLoadWith="countries$ as countries;
  loadingTemplate: loading; errorTemplate: error"
>
  <country-guesser [countries]="countries" />
</ng-container>

<!-- #loading je reference na načítací šablonu. -->
<ng-template #loading>
  <!-- Vlastní načítací šablona... -->
</ng-template>

<!-- #error je reference na chybovou šablonu. -->
<!-- let-error umožňuje přístup k chybě. -->
<ng-template #error let-error>
  <!-- Vlastní chybová šablona... -->
</ng-template>
```

V rámci komponenty country-guesser budeme implementovat jednotlivé herní prvky, komponenta také bude vyhodnocovat průběh hry. Definujeme tedy vlastnosti třídy, které budou reprezentovat stav a průběh hry. V hooku OnInit získáme náhodou zemi (zemi pro uhádnutí). Dále zde zavoláme veřejnou metodu usePolyfill na službě CountryFlagPolyfillService, která zajistí podporu zobrazení ikon vlajek v prohlížečích, které to přímo nepodporují. Do komponenty také přidáme obslužné metody handleEvaluateGuessAndUpdateState a handleSetInitialState, ve kterých implementujeme logiku hry. V šabloně následně vykreslíme UI komponenty hry a podmíněně modální okna při výhře či prohře.

Služba CountryFlagPolyfillService, jak již bylo popsáno výše, nám dopomůže s podporou zobrazení ikon vlajek v prohlížečích, které nemají podporu zobrazení vlajek. Pokud prohlížeč uživatele podporuje emojis a webové fonty, zavoláním funkce polyfillCountryFlagEmojis přes metodu usePolyfill knihovna přidá webové fonty Twemoji Country Flags do HTML hlavičky. Aby se programaticky přidané fonty použily, nesmíme zapomenout nastavit font-family pravidlo v rámci CSS stylů.

```
// Část souboru styles.css

@layer base {
```

```

html {
    font-family: 'Twemoji Country Flags', 'ALTERNATIVNÍ_FONTY...';
}

```

HintBoxesComponent postupně vykreslí nápovědy. Při jakékoli změně vstupních vlastností vytvoříme pole nápověd pomocí vlastnosti randomCountry. V šabloně iterujeme přes pole nápověd a vykreslíme jednotlivé nápovědy. Vlastnost hintEnabled nastavíme pomocí indexu a vstupní vlastnosti hintsEnabledCount. Samotný hint-box pak dynamicky vykreslí název a SVG ikonu nápovědy, textovou nápovědu, případně obrázek vlajky státu.

Pokračujeme komponentou country-guess-input, která uživateli umožní zadat svůj tip. Začneme šablonou, kde vytvoříme formulářový prvek pro zadání názvu země, potvrzovací tlačítko. Dále podmenu textového pole, které zobrazí nejpodobnější země na základě zadaného textu – filtrované země a chybové hlášky. Můžeme také rovnout přidat obslužné metody pro akce a události nad formulářem, které následně postupně doimplementujeme.

V třídě CountryGuessInputComponent při změně vstupních vlastností (v hooku OnChanges) aktualizujeme vlastnost countriesWithoutAlreadyGuessed a filteredCountries. V případě první vlastnosti jde o pole všech zemí bez těch, které uživatel již hádal. Druhá vlastnost poté představuje pole počátečních 8 prvků vlastnosti countriesWithoutAlreadyGuessed. Metoda handleGuessButtonClick zavolá obslužnou metodu rodičovské komponenty, která vyhodnotí tip a aktualizuje stav hry. Aktualizujeme také hodnoty aktuálního tipu, filtrovaných zemí a uzavřeme podmenu, k čemuž slouží metoda handleChangeSelectedGuess volaná i napřímo z šablony. Tělo metody handleInputChange převede uživateli tip do správného formátu a pomocí převedené hodnoty aktualizuje aktuální tip spolu s filtrovanými zeměmi. Metoda handleKeyDown se postará o interakce s podmenu pomocí klávesnice. Skrze šipky nahoru a dolů povolíme uživateli vybrat hádanou zemi. Enter umožní změnu aktuálního tipu názvu země na právě tu, kterou uživatel označil v podmenu. Escape poslouží k uzavření podmenu.

Pomocná metoda updateGuessAndFilteredCountries pak modifikuje vlastnost currentGuess. Následně pomocí metody getFilteredCountries získá aktuálně filtrované země na základě uživatelova tipu. Dále nastaví vlastnost isValidGuess,

kteřa určuje, zda je uživatelův tip validní (taková země existuje). V neposlední řadě se metoda stará i o aktualizaci vlastnosti `selectedGuessIndex`, jež určuje, která země je vybraná v podmenu. K tomu slouží metoda `clampSelectedGuessIndex`, která index udrží v požadovaném rozmezí (0 až počet filtrovaných zemí). Metoda `getFilteredCountries` získává filtrované země na základě vlastnosti `currentGuess`. Pomocná metoda `changeSelectedGuessIndex` aktualizuje vlastnost `selectedGuessIndex` o hodnotu předanou v argumentu. K převodu tipu uživatele slouží pomocná metoda `convertToFormattedGuess`. Metoda zajistí, aby tip začínal velkým písmenem a zbytek řetězce byl složen z malých písmen.

Ke zobrazení všech již hádaných zemí uživatelem implementujeme komponentu `guessed-countries-list`. Ze vstupních vlastností `countries`, `guessedCountries` a `randomCountry` pomocí služby `EnrichGuessedCountriesService` získáme pole již hádaných zemí s jejich vlajkou a vzdáleností od hádané země. Služba `EnrichGuessedCountriesService` ke každé hádané zemi přidá vlajku z pole všech zemí a vypočte vzdálenost od hádané země. Pro vypočtení vzdálenosti použijeme metodu `getDistanceBetweenTwoPoints` a vlastnost `latlng`, kterou získáme z API při získávání všech zemí. Hodnotu vlastnosti `enrichedGuessedCountries` aktualizujeme v rámci hooku `OnChanges`. Jednotlivé hádané země následně vykreslíme v šabloně.

Pokračujeme implementací modálních oken, které se zobrazí při výhře či prohře. Vlastnosti `isWinModalOpen` a `isLoseModalOpen`, určující, zda se mají okna zobrazit, bychom již měli aktualizovat v rámci metody `handleEvaluateGuessAndUpdateState` v `CountryGuesserComponent`. Oběma modálním oknům předáme vlastnost `randomCountry` a output `handleClose` v podobě obslužné události, která se vyvolá při zavření modálního okna. Výhernímu modálu také vlastnost `totalGuessesNeeded`, již využijeme v obsahu okna. Obě modální okna budou velice podobné, a proto je vhodné vytvořit komponentu `base-modal`, která bude sloužit jako šablona pro obě okna. `BaseModalComponent` bude přijímat titulek, obsah modálního okna a `handleClose` jako výstupní vlastnost. Šablona `base-modal` pak vykreslí základní strukturu modálního okna, s dynamicky nastaveným titulkem, obsahem a obslužnou metodou volanou při zavření modálního okna.

Layout aplikace, routování

Demonstrační aplikace bude složena z hlavičky, patičky a samotného obsahu, v němž se vykreslí jednotlivé komponenty. Mezi jednotlivými stránkami se uživatel bude moct přepínat pomocí navigačního menu.

K routování mezi jednotlivými stránkami využijeme modul Router přímo od Angularu. Nejprve vytvoříme cesty pro jednotlivé stránky v souboru `app.routes.ts`. Cesty nakonfigurujeme podle předpisu Routes a pole cest exportujeme. Následně tyto cesty aplikace poskytneme routeru v rámci `app.config.ts`.

```
// Část souboru app.routes.ts

export const routes: Routes = [
  {
    title: 'Home',
    path: '',
    component: LandingComponent,
    pathMatch: 'full',
  },
  {
    title: 'Counter',
    path: 'counter',
    component: CounterComponent,
  },
  // Další cesty...
  {path: '**', component: PageNotFoundComponent},
];

// Část souboru app.config.ts

export const appConfig: ApplicationConfig = {
  // V tomto nastavení poskytujeme služby a poskytovatele pro celou aplikaci.
  providers: [
    provideRouter(routes),
    // Další poskytované služby...
  ],
};
```

Pokračujeme vytvořením požadované struktury stránek v `AppComponent`. Šablona bude obsahovat hlavičku, patičku a obsah, který vykreslíme pomocí elementu `router-outlet`.

```
// Soubor app.component.html

<div class="min-h-screen flex flex-col">
  <app-header />

  <main class="flex-grow p-8">
    <!-- Router-outlet vykresluje šablonu (komponentu) pro aktuální URL adresu. -->
    <router-outlet></router-outlet>
  </main>
```



```
<app-footer />
</div>
```

V rámci komponenty hlavičky pak vytvoříme navigační menu, které bude obsahovat odkazy na jednotlivé stránky. Můžeme se inspirovat například architekturou a vzhledem navigačního menu Flowbite. Pokračujeme vypsáním všech cest aplikace, s čímž nám pomohou direktivy `routerLink`, `routerLinkActive`, `routerLinkActiveOptions` a reference `#link`. Do `routerLink` předáme cestu a `routerLinkActive` umožní naslouchání na aktuální cestu, kde se nacházíme. Direktiva `routerLinkActiveOptions` pak přepíše výchozí nastavení `routerLinkActive`. Reference `#link` nám umožní získat informaci o tom, zda je odkaz aktivní. To využijeme při podmíněném nastavení správných CSS tříd.

```
// Část souboru header.component.html

@for (route of appRoutes; track route.title) {
  <li>
    <a
      [routerLink]="route.path"
      routerLinkActive
      [routerLinkActiveOptions]="routerLinkActiveOptions"
      #link="routerLinkActive"
      class="block py-2 pr-4 pl-3 lg:p-0"
      [ngClass]="{
        'STATICKE_STYLY_PRO_AKTIVNI_LINK': link.isActive,
        'STATICKE_STYLY_PRO_NEAKTIVNI_LINK': !link.isActive
      }"
      ariaCurrentWhenActive="page"
    >
      {{ route.title }}
    </a>
  </li>
}
```

Přepínání barevného režimu, otevírání a zavírání mobilní navigace implementujeme pomocí obslužným metod a vlastností třídy. Informaci o tom, zda má uživatel zapnutý tmavý režim ukládáme do `LocalStorage` v prohlížeči. Při kliknutí na tlačítko pro přepnutí režimu zavoláme metodu `toggleDarkMode`, která změní hodnotu vlastnosti a uloží ji do `LocalStorage`.

```
// Část souboru header.component.ts

protected toggleDarkMode(): void {
  this.isDarkMode = !this.isDarkMode;
  this.updateDarkMode();
}
```

```
private updateDarkMode(): void {
  if (this.isDarkMode) {
    document.documentElement.setAttribute('data-mode', 'dark');
    localStorage.setItem('data-mode', 'dark');
  } else {
    document.documentElement.removeAttribute('data-mode');
    localStorage.removeItem('data-mode');
  }
}
```

3.2.2 React

Instalace projektu

Správa stavů, předávání vlastností

Interakce v uživatelském prostředí

Reaktivita, asynchronní operace

Tvorba formulářů, validace

Modularita, použití knihoven

Layout aplikace, routování

3.2.3 Svelte

Instalace projektu

Správa stavů, předávání vlastností

Interakce v uživatelském prostředí

Reaktivita, asynchronní operace

Tvorba formulářů, validace

Modularita, použití knihoven

Layout aplikace, routování

3.3 Testování aplikací a výsledky

- výsledky a průběh z 3.1

Seznam obrázků

1	Ukázka vložení titulku s označením zdroje	33
---	---	----

Seznam tabulek

1	Ukázka tabulky	34
---	--------------------------	----

PŘÍLOHY

Do tohoto seznamu napište přílohy vložené přímo do této práce a také seznam elektronických příloh, které se vkládají přímo do archivu závěrečné práce v informačním systému zároveň se souborem závěrečné práce. Elektronickými přílohami mohou být například soubory zdrojového kódu aplikace či webových stránek, předpřipravený produkt (spustitelný soubor, kontejner apod.), vytvořená metodická příručka, tutoriál... (tento text odstraňte)

- Přílohy v souboru závěrečné práce:

- Příloha A xxxx

-

- Elektronické přílohy:

- Příloha A xxxx

-