



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У
НОВОМ САДУ



Давид Ћеранић, ПР-145/2016

Микросервисна веб апликација за резервисање
авионских карата и rent-a-car возила

ПРОЈЕКАТ

- Примењено софтверско инжењерство (ОАС) -

Нови Сад, 25.12.2020.

САДРЖАЈ

Опис решаваног проблема.....	3
Опис коришћених технологија и алата.....	4
Angular.....	4
.NET.....	4
Docker.....	4
Опис решења проблема.....	5
Нерегистровани корисници.....	5
Регистровани корисници.....	7
Администратори rent-a-car сервиса/авио компанија.....	9
Администратори система.....	10
Задња страна (Backend).....	10
Предлози за даља усавршавања.....	11
Литература.....	12

ОПИС РЕШАВАНОГ ПРОБЛЕМА

Како би се корисницима олакшало резервирање rent-a-car возила, као и резервација авионских карата било је неопходно развити микросервисну апликацију која би то омогућила. Поред корисника апликација доприноси бољем функционисању rent-a-car сервиса и авио компанија. Тако администратори rent-a-car сервиса и авио компанија уз ову апликацију могу имати бољу евиденцију оцена својих возила односно летова, прихода у одређеном временском периоду и увид у резервације.

Апликација има подршку за различите типове корисника:

1. Нерегистровани корисници
2. Регистровани корисници
3. Администратори rent-a-car сервиса
4. Администратори авио компанија
5. Администратор система

Нерегистровани корисници имају могућност прегледа аутомобила односно летова, претраживање и филтрирање у складу са задатим параметрима. Они могу видети информације о rent-a-car сервисима, доступним аутомобилима односно авио компанијама, летовима, слободним местима. Нерегистровани корисник се може регистровати на систем креирањем налога.

Регистровани корисник поред могућности које имају нерегистровани корисници могу резервисати аутомобиле и летове у жељеном периоду уколико је тај период слободан. Корисник такође може отказати резервацију. Овај тип корисника може додати другог корисника као пријатеља и позвати га за заједничку резервацију аутомобила односно лета. Приликом резервације лета регистрованом кориснику се нуди резервација аутомобила након лета.

Rent-a-car администратори имају могућност додавања возила са одређеним карактеристикама у rent-a-car сервисима, те управљања информацијама које су доступне корисницима приликом прегледа rent-a-car сервиса. Такође имају могућност дефинисања цена за свако возило, као и додавања филијала на којима послују. Поред тога они могу изменити до сада све унете информације. Њихов задатак је и одређивање попушта на одређене аутомобиле.

Ради унапређења услуга имају увид у финансијско стање на дневном, месечном и годишњем нивоу као и увид у оцене rent-a-car сервиса и аутомобила. На основу тих оцена и финансијског стања могу проценити колико и на који начин треба унапредити услуге.

Администратори авио компанија имају могућност додавања летова са местом поласка и доласка као и време узлетања и слетања, цена лета, те и уношења и измена информација које су доступне корисницима приликом прегледа авио компанија.

Како би услуге биле у складу са преференцијама корисника администратори авио компанија имају увид у финансијско стање на дневном, месечном и годишњем нивоу као и увид у оцене авио компаније и летова.

Администратор система има важну функцију додавања rent-a-car сервиса и авио компанија као и дефинисање њихових администратора.

Као добар пример постојећег решења можемо навести WizzAir [1]. Иако је примарна намена WizzAir-а била претраживање летова и резервација истих за различите дестинације можемо видети развој система, тако да се сада корисницима пружа могућност претраживања аутомобила, као и хотелског смештаја. Поред ових битних карактеристика WizzAir нуди додатне опције попут “Trip Planner” помоћу које се корисницима приказују популарне дестинације које могу посетити у складу са својим преференцијама.

Како би се олакшало претраживање и планирање путовања корисници имају велики избор апликација које им у томе помажу, те као још један добар пример постојећег решења можемо навести Booking [2]. Битна одлика Booking-а јесте интеграција великог броја апликација које нуде резервацију смештаја, летова и аутомобила.

ОПИС КОРИШЋЕНИХ ТЕХНОЛОГИЈА И АЛАТА

За развој предметног пројекта коришћене су следеће технологије и алати:

1. Предња страна:
 - Angular
 - TypeScript
 - HTML/CSS
2. Задња страна:
 - .NET
 - MySQL Workbench
 - Docker

Angular

Angular [3] framework је развио Google, први пут је објављен 2010. године као AngularJS. Шест година касније је имао потпуни преокрет када је Google исписао комплетан framework помоћу TypeScript-a, те је нова верзија названа Angular 2.

Као најбитнија карактеристика Angulara се издваја могућност развијања single-page апликација. Приликом учитавања нових или промене података није неопходно поновно учитавање целе странице и то се постиже тако што Angular користи прави DOM, који ажурира целу структуру при свакој промени. Angular користи откривање промена, како би идентификовао компоненте које је потребно изменити.

Примарни блокови за израду су модули “NgModules” који прикупљају повезани код у функционалне скупове. Свака Angular апликација садржи коренски модул “root module” уз који уобичајно иде више додатних модула.

Angular је базиран на MVC архитектури. Код се састоји из различитих Angular компоненти, а свака се пише у четири одвојена фајла:

- TypeScript за имплементацију компоненти
- HTML за дефинисање View-a
- CSS за дефинисање стила, који се користи на View-u
- Специјални фајл за сврхе тестирања

Као предност Angulara често се наводи повезаност са Google-ом и богатим избором компоненти за креирање корисничког интерфејса.

.NET

.NET [4] представља окружење за развој софтвера, развијен од стране Microsoft-a за Windows платформе и укључује велику библиотеку класа (Framework Class Library). Почетак развоја везан је за ране 1990-те године и напредовање је довело до тога да сада .NET платформа више није један ентитет, већ сет платформи које су у власништву различитих тимова и који се посебно одржавају.

Међутим, за развој апликације значајан је ASP.NET који представља популаран framework за развој web апликација на .NET платформи; На ASP.NET Core се апликације могу развити и покренути на Windows-y, Linux-y, macOS-y и Docker-y. Флексибилни deployment Runtime ASP.NET Core на којем ради апликација може бити deploy-ован као део апликације или инсталиран на web серверу. ASP.NET Core је такође веома погодан за Docker контејнере и омогућава развој RESTful web API апликације.

Docker

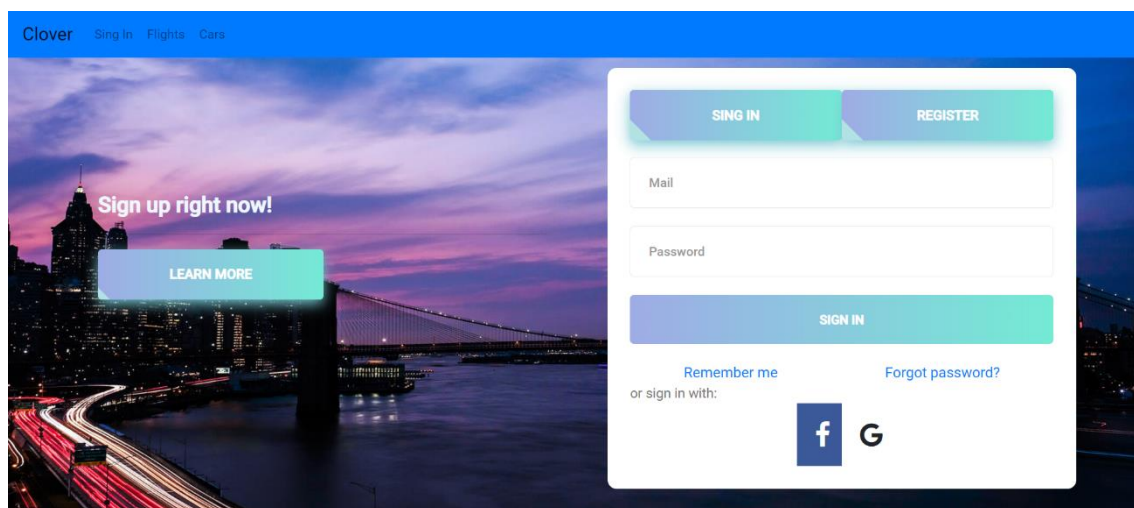
Docker [5] је скуп platform as a service (PaaS) производа који користе виртуелизацију на нивоу оперативног система за испоруку софтвера смештеног у пакетима који се називају контејнери [6]. Тако организована апликација не зависи од осталих елемената инфраструктуре. Контејнери су међусобно изоловани и сваки поседује свој самостални софтвер, потребне библиотеке и конфигурационе фајлове. Контејнери пружају виртуелизовану средину на нивоу оперативног система – користе заједнички кернел оперативног система. У поређењу са традиционалном виртуелизацијом предност дељења оперативног

система је то што су ресурси много ефикасније искоришћени. Контејнери се покрећу из слика које су флексибилне и могу да се деле, мењају и оне представљају изворни код контејнера.

Docker укључује Kubernetes [7] сервер и клијент. Kubernetes сервер ради локално у оквиру Docker инстанце. Kubernetes се користио на овом пројекту јер нуди делимична ажурирања, односно извесне промене можемо применити само на одређеним корисницима. Kubernetes је алат отвореног кода који служи за управљање високо скалираних контејнерских окружења (у овом случају Docker контејнера). Kubernetes је у основи систем који се бави ресурсима у кластеру и помаже управљању развојем апликација и контејнера у Cloud окружењу.

ОПИС РЕШЕЊА ПРОБЛЕМА

Као што је наведено на почетку документације апликација омогућава корисницима преглед, претраживање и резерацију аутомобила односно летова. Приликом резервације аутомобила кориснику се нуди велики избор различитих аутомобила у жељеном периоду, док се приликом резервације летова нуди велики број дестинација.



Слика 1 – Почетна страница апликације

Корисници могу имати следеће улоге:

1. Нерегистровани корисници
2. Регистровани корисници
3. Администратори rent-a-car сервиса
4. Администратори авио компанија
5. Администратор система

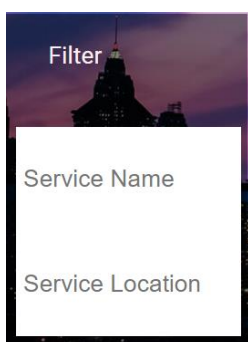
Нерегистровани корисници

Нерегистровани корисници могу прегледати, претраживати, филтрирати и сортирати аутомобиле односно летове. Међутим, овај тип корисника нема могућност резервације возила и летова, као регистровани корисници, али могу променити свој тип корисника и регистровати се на систем чиме остварају могућност резервације и друге погодности. Приликом претраживања нерегистровани корисници могу уносити име rent-a-car сервиса и/или жељене локације.

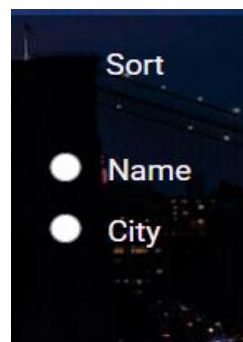
<input type="text" value="RENTA CAR SERVICE"/>	<input type="text" value="RENTA CAR LOCATION"/>	<input type="button" value="SEARCH"/>
--	---	---------------------------------------

Слика 2 – Претраживање rent-a-car сервиса

Такође, поред ове функционалности нерегистрованом кориснику се нуди и опција филтрирања која је имплементирана помоћу pipeline. Док се приликом сортирања корисницима олакшава преглед rent-a-car сервиса односно летова на основу назива или локације сервиса тј. авио компанија.



Слика 3 – Филтрирање

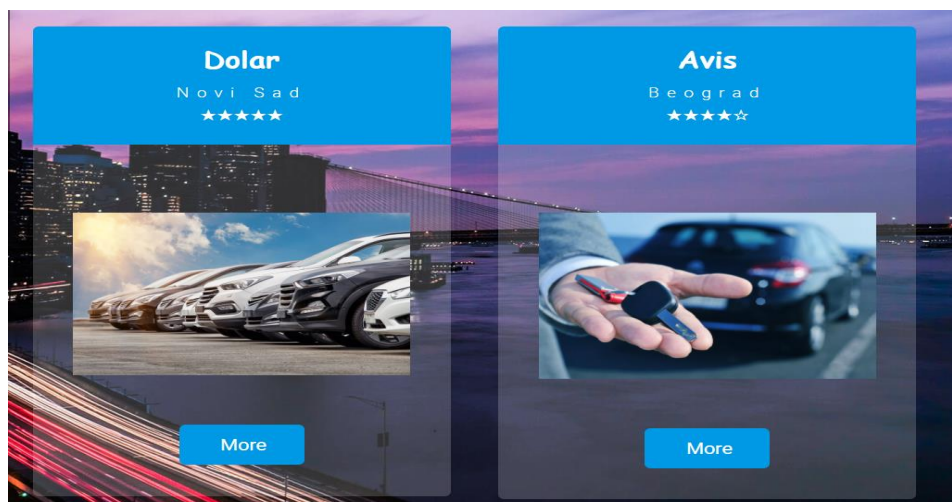


Слика 4 – Сортирање

```
@Pipe({
  name: 'rentFilter'
})
export class RentFilterPipe implements PipeTransform {
  transform(rentService: RentService[], searchCompanyName: string): RentService[] {
    const filteredArray = [];
    if (!rentService || !searchCompanyName) {
      return rentService;
    }
    return rentService.filter(rentService => rentService.serviceName.toLowerCase().indexOf(searchCompanyName.toLowerCase()) !== -1);
  }
}
```

Листинг 1 – Пример коришћења pipeline-а

Резултати примене функционалности попут претраживања, филтрирања и сортирања биће понуда rent-a-car сервиса или авио компанија. Понуда представља основне податке о сервисима попут назива, седишта и оцене. Детаљнију понуду аутомобила са просечном оценом сваког модела, информација као што су промотиван опис, филијале са локацијама на којима сервиси послују и ценовник корисник може видети одабиром опције *More*.



Слика 5- Приказ rent-a-car сервиса

Приликом претраживања, филтрирања и сортирања авио компанија корисник ће добити преглед назива авио компаније, адресе на којој послује, промотиван опис, просечну оценоу авио компаније, просечне оцене сваког лета са ценом и локацијама на којима авио компанија обавља летове.

Поред ових могућности кориснику се нуди и претраживање аутомобила rent-a-car сервиса према својим преференцијама уносом филијале преузимања возила, филијале враћања возила, провере датума доступности возила, бројем седишта возила, цене и тип аутомобила. За разлику од rent-a-car сервиса код летова може се изабрати повратни или једносмерни лет, полазни и долазни аеродром, датум и класа лета и количина максимално дозвољеног пртљага.

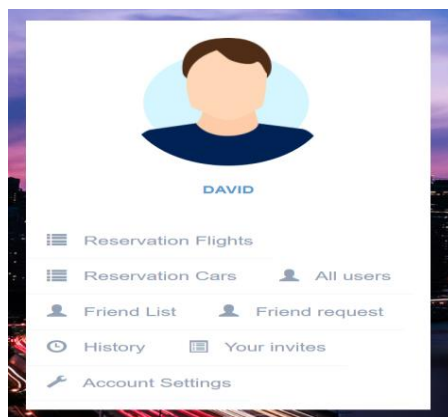
Веома важна карактеристика нерегистрованих корисника јесте могућност регистрације на систем при чему остварују додатне функционалности као што су резервације, оцењивање и додавање пријатеља. Корисник се на систем региструје попуњавањем форме која садржи корисничко име, email, град, број телефона и лозинку. Ради исправности уноса корисник је у обавези да лозинку упише у два поља чиме се проверава подударност лозинке и спречава настајање грешке у уносу. Након регистрације корисник на својој email адреси добија поруку о активацији налога и након потврде његов налог постаје активан. Затим се корисник може пријавити на систем коришћењем своје email адресе и лозинке. Такође се кориснику поред ове могућности нуди и пријава на систем помоћу Google налога чиме се прескаче унос информација, а исте се преузимају са Google налога.

Слика 6 – Регистрација на систем

Слика 7 – Пријава на систем

Регистровани корисници

Након пријаве на систем корисник се редиректује на свој профил на коме се приказују његови основни подаци. Регистровани корисник има увид у резервисане летове, резервисане аутомобиле, све кориснике који су регистровани на систем и које може додати за пријатеље, листу пријатеља и захтева за пријатељство, историју резервација, позивнице за заједничке резервације и поставке профила.



Слика 8 – Преглед профила корисника

Регистровани корисник као што је наведено има увид у листу корисника који су регистровани на систем и за разлику од нерегистрованог корисника може их додавати за пријатеља и одговарати тј. прихватити или одбити захтев за пријатељство. Предност ове функционалности јесте заједничка резервација летова и аутомобила. Корисник који добије позив за заједничку резервацију може исту да откаже три дана пре предвиђеног термина за преузимање возила односно три сата пре почетка лета.

Као што је наведено раније регистровани корисник за разлику од нерегистрованог корисника може резервисати аутомобиле тј. летове. С обзиром на то да се резервисање може издвојити као главна функција апликације поступак резервације биће детаљније описан. Као што се може видети на слици 9 регистрованом кориснику су презентовани сви аутомобили са њиховим спецификацијама као што су бренд аутомобила, модел, година производње, број седишта, локација на којој се аутомобил налази и тип аутомобила. Такође корисник може видети оцену аутомобила коју су дали други корисници и цену изнајмљивања на дневном нивоу.



Слика 9 – Преглед аутомобила са спецификацијама

Након прегледа аутомобила како би корисник наставио поступак резервације потребно је да на жељени аутомобил одабере опцију *Rent*. Одабиром поменуте опције кориснику се отвара нови прозор у коме је потребно да унесе неопходне податке како би се извршила резервација. Неопходно је унети почетни датум тј. датум преузимања возила, крајњи датум односно датум враћања возила, почетну локацију преузимања возила и локацију на којој се аутомобил доставља након коришћења. Након уноса података на Backend-у се проверава доступност аутомобила у жељеном периоду тј. датум који је корисник навео приликом резервације. Уколико је аутомобил доспутан корисник о томе бива обавештен и приказује му се укупна цена његове резервације чиме се поступак резервације завршава. Такође, корисник на својој email адреси добија поруку о успешности резервације чиме се корисник додатно обавештава. У супротном корисник добија обавештење да жељени аутомобил није доступан у одабраном периоду те се кориснику даје могућност бирања новог датума или прекидања резервације.

Brend: BMW Model: M5

Start Date

End Date

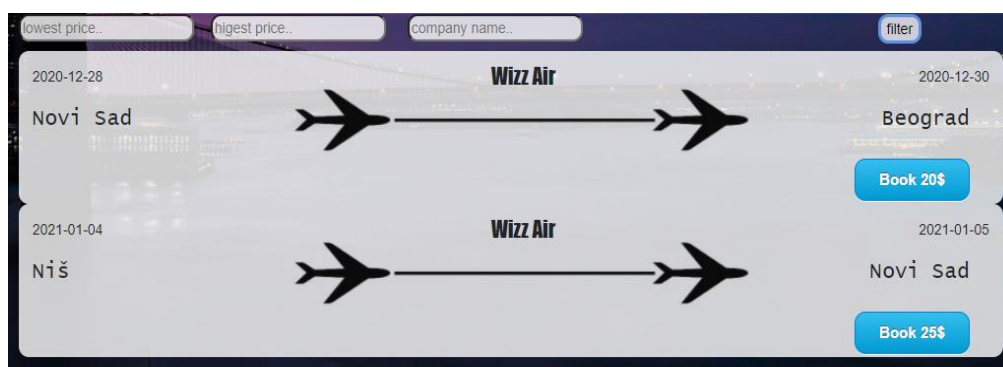
Start Location

End Location

Rent

Слика 10 – Унос података о резервацији аутомобила

Како апликација није предвиђена само за резервисање аутомобила већ и за резервацију летова овај поступак ће сада бити објашњен. Као и код аутомобила корисник има преглед свих летова различитих авио компанија, али може и олакшати претрагу претраживањем према својим преференцијама. Управо то је приказано на слици 11 где корисник може видети локацију поласка, локацију доласка тј слетања, датум поласка и доласка, назив авио компаније, као и цену лета.



Слика 11 – Преглед летова са спецификацијама

Уколико корисник жели да настави поступак резервисања то може учинити одабиром опције *Book*. Након одабира наведене опције отвара се нови прозор у коме корисник бира број и локацију седишта међу нерезервисаним седиштима у авиону. Он може резервисати више седишта и позвати пријатеља на заједничку резервацију опцијом *Invite a friend*. На крају се кориснику приказује целокупна цена лета и уколико је цена одговарајућа поступак резервације је успешно обављен. Додатна погодност јесте могућност резервације аутомобила непосредно након резервације лета што представља брзу резервацију. Тачније, корисник добија понуду аутомобила од аеродрома који је означен као тачка слетања корисника приликом резервације лета. Ово представља предност јер се кориснику нуди и обезбеђује превоз до крајње дестинације, те корисник не мора да улаже своје додатно време у проналажењу жељеног возила од аеродрома до крајње дестинације. Такође, кориснику се нуди и брза

резервација летова. Брза резервација летова представља преглед летова одређене авио компаније тј. авио компаније коју је корисник одабрао. Оно што разликује овај тип резервације у односу на класичан тип резервације јесте што корисник не мора одабрати жељено седиште већ се број седишта предвиђених за брзе резервације одређује приликом креирања лета тј. тај број седишта је унапред предефинисан.

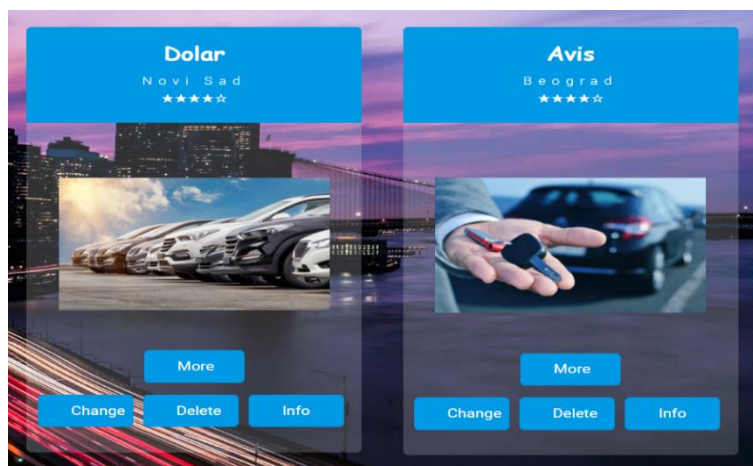
Као што је раније наведено корисник може прегледати све резервисане аутомобиле и летове. На овом приказу кориснику је омогућено и отказивање резервација. Резервацију је могуће отказати три дана пре почетка преузимања возила односно три сата пре поласка лета. Овде се кориснику такође нуди и могућност оцењивања аутомобила тј. лета. Оцењивање је могуће тек након завршетка резервације. Оцена авио компаније тј. rent-a-car сервиса формира се као просечна вредност свих оцена аутомобила/возила.



Слика 12 – Преглед резервација аутомобила

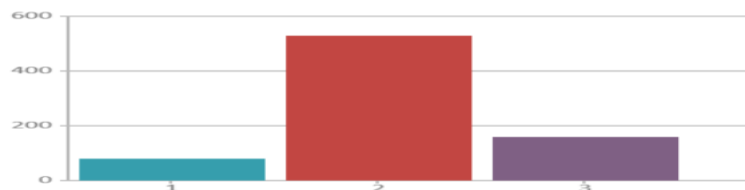
Администратори rent-a-car сервиса/авио компанија

Главна особина ових типова корисника јесте додавање rent-a-car сервиса тј. авио компанија. Приликом додавања rent-a-car сервиса потребно је дефинисати назив, локацију седишта фирме, опционо може се додати слика, промотивни опис и контакт rent-a-car сервиса. Његова функција јесте и додавање аутомобила одређеног rent-a-car сервиса са карактеристикама аутомобила. Поред ових информација администратор rent-a-car сервиса треба додати и филијале на којима фирма послује, које је неопходно изабрати приликом резервације аутомобила. Такође битна особина администратора јесте могућност измене свих информација као и могућност брисања филијала и самог сервиса. На слици 13 представљен је преглед rent-a-car сервиса из угла администратора са његовим додатним могућностима.



Слика 13 – Преглед rent-a-car сервиса из угла rent-a-car администратора

Као што се на слици види поред додатних опција као што су *Change* и *Delete* налази се и опција *Info*. Одабиром ове функционалности администратор има увид у просечну оцену сервиса, оцену сваког аутомобила, као и увид у приходе за различите интервале који су графички приказани.



Слика 14 – График зараде rent-a-car сервиса

Уколико је у питању администратор авио компаније приликом додавања компаније потребно је навести назив авио компаније, адресу пословања, промотивни опис, дестинације на којима се обављају летови, број седишта у авиону, број седишта резервисаних за брзе резервације. Додавање летова са карактеристикама је још једна функција администратора авио компаније. Као и администратор rent-a-car сервиса и овај тип администратора има могућност измене свих информација о авио компанијама и летовима које су доступне корисницима.

Администратори система

Апликација поседује једног предефинисаног администратора система. Овај тип корисника је на врху хијерархије и има највећа права. Та права и обавезе администратора система досежу до других администратора тј. додавања rent-a-car администратора и додавања авио администратора. Такође, овај тип администратора има задатак дефинисања попушта. Како би се дефинисали попусти администратор треба да одреди на колики број поена ће се остварити одређен проценат попушта. Приликом прорачуна цене узима се у обзир досадашњи број скупљених поена и проверава се да ли корисник остварује попуст, те се уколико остварује од укупне цене одузима проценат сразмеран броју скупљених поена.

```
onSubmit() {
  if (this.checkDate(this.reservationForm.get("startDate").value, this.reservationForm.get("endDate").value)) {
    this.days = this.calculatePrice(this.reservationForm.get("startDate").value, this.reservationForm.get("endDate").value);
    this.totalPrice = this.car.pricePerDay * this.days;

    this.pointsService.checkDiscount().subscribe(res => {
      if (res as number != -1) {
        this.totalPrice -= this.totalPrice * (res as number) / 100;
      }
      var reservation = new Reservation(this.reservationForm.get("startDate").value, this.reservationForm.get("endDate").value, this.car, this.user, this.startOffice, this.endOffice);
      this.insertReservation(reservation);

      alert("Uspesno ste rezervisali. Ukupna cena je: " + this.totalPrice);
      this.router.navigateByUrl('/car/rent-a-car/' + this.rentService.serviceId + '/cars');
    })
  }
}

calculatePrice(startDate, endDate) : number {
  let days = new Array<Date>();
  let start = new Date(startDate);
  let end = new Date(endDate);
  let daysNum = (end.setHours(0, 0).valueOf() - start.setHours(0, 0).valueOf()) / 86400000;

  for (let i = 0; i < daysNum; i++) {
    let date = new Date();
    date.setDate(start.getDate() + 1);
    days.push(date);
  }

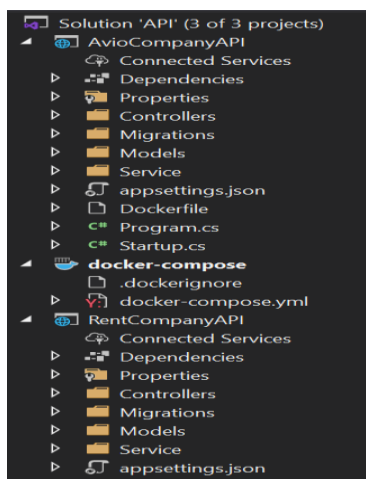
  return days.length;
}
```

Листинг 2 – Поступак прорачуна укупне цене резервације возила

Задња страна (Backend)

До сада је у раду објашњена предња страна апликације коју корисник може видети и објашњене су функционалности са сликама. Међутим, постоји и задња страна која није доступна корисницима о којој ће сада бити више речи. Како би се урадила задња страна било је потребно претворити монолитну апликацију у микросервисну коришћењем „Docker Desktop“ окружења за креирање Docker контејнера и Kubernetes програмског пакета за оркестрацију контејнера.

Израда је започета раздвајањем на два пројекта RentCompanyAPI и AvioCompanyAPI што је довело до њихове потпуне независности. Постојање две базе података додатно доприноси тој независности између ова два пројекта.



Слика 15 – Solution пројекта

```
"ConnectionStrings": {  
  "SQL_Database": "Server=mysql-server; Database=aviocompany_db; User=user; Password=Password!123;"  
}  
  
"ConnectionStrings": {  
  "SQL_Database": "Server=mysql-server; Database=rentcompany_db; User=user; Password=Password!123;"  
}
```

Листинг 3 – Одвајање база података

Оно што је уследило након раздвајања пројекта јесте додавање Docker Support-а сваком пројекту и то је довело до креирања Docker Compose-а. Унутар Docker Compose-а формиране су слике (image) са дефинисаним портовима међу којима је и слика базе података. Према упутству и спецификацији за израду пројекта задатак је био урадити оркестрацију контејнера помоћу Kubernetes-а, те се у складу са тим задатком docker-compose.yml фајл конвертовао у kubernetes.yaml фајл помоћу команде *compose convert -f docker-compose.yml -o kubernetes.yaml*. Након креирања *kubernetes.yaml* фајла биле су потребне минималне измене за жењено функционисање контејнера.

ПРЕДЛОЗИ ЗА ДАЉА УСАВРШАВАЊА

Од самог настанка апликација је напредовала и прошла кроз поступак усавршавања, па је од почетне монолитне конвертована у микросервисну апликацију. Ово побољшање је довело до тога да апликација подржава већи број приступа. Такође, примена Kubernetes-а омогућава да се неке функционалности примене само над одређеном групом корисника. Предност ове функционалности јесте у томе што приликом додавања нових опција на апликацији само одређени број корисника има приступ и преглед њима и уколико они означе поменуте функционалности као задовољавајуће исте могу бити примењене на свим корисницима. Овакав приступ нам омогућава лакше усавршавање и додавање нових функционалности тако да корисници остану задовољни услугама.

У наредном периоду апликација може достићи још већи напредак додавањем функционалности као што су подршка за остале типове уређаја као што су мобилни телефони како би корисници лакше могли приступити апликацији. Додавањем коментара приликом оцењивања услуга другим корисницима се пружају додатне информације, јер приликом прегледа и резервације немају увид само у оцене, већ и у предности и мане аутомобила/летова које су исказане у коментарима од стране корисника који су услуге већ користили. Корисници могу добити нове идеје за путовање и дестинације уколико би се додао одељак *Explore* намењен за истраживање нових локација. Напредовање система би се остварило и додавањем комуникације између корисника приликом позива за заједничке резервације и/или међу корисницима који су користили услуге и корисницима који су заинтересовани за те исте услуге, као и додавања система за наплату.

Након свих ових усавршавања апликација би могла да одговори на захтеве корисника попут апликација као што су Booking и WizzAir и да парира свим постојећим решењима.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] WizzAir - <https://www.wizzair.com/> (посећено 25. децембра 2020)
- [2] Booking - <https://www.booking.com/> (посећено 25. децембра 2020)
- [3] Angular - <https://angular.io/> (посећено 27. децембра 2020)
- [4] .NET - <https://dotnet.microsoft.com/> (посећено 27. децембра 2020)
- [5] Docker - <https://www.docker.com/> (посећено 27. децембра 2020)
- [6] Docker container - <https://www.docker.com/resources/what-container> (посећено 28. децембра 2020)
- [7] Kubernetes - <https://kubernetes.io/> (посећено 28. децембра 2020)