



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék

Bíró László

JÁRMŰKÖLCÖSÖNZŐ RENDSZER FEJLESZTÉSE

KONZULENS

Kövesdán Gábor

BUDAPEST, 2022

Tartalomjegyzék

SZAKDOLGOZAT	1
Összefoglaló	6
Abstract.....	7
1 Köszönetnyilvánítás	8
2 Bevezetés	10
3 Felhasznált technológiák	12
3.1 Backend technológiák	12
3.1.1 Java	12
3.1.2 MySQL	12
3.1.3 Spring keretrendszer	13
3.1.4 Spring Boot.....	14
3.1.5 Spring MVC.....	15
3.1.6 Spring Security	16
3.2 Kliens technológiák.....	16
3.2.1 Android	16
3.2.2 Kotlin	19
3.2.3 Retrofit2	19
3.2.4 Okhttp3	20
3.3 Tooling.....	20
3.3.1 GIT.....	20
3.3.2 Visual studio code.....	21
3.3.3 Android studio	21
3.3.4 Postman.....	21
4 Tervezés	22
4.1 Kommunikáció.....	24
4.2 CRUD és a REST	25
5 Implementáció	29
5.1 Adatbázis	29
5.2 Szerver alkalmazás	30
5.2.1 A domaineik.....	31

5.2.2 A Controller osztályok.....	33
5.2.3 A Service osztályok	36
5.2.4 A Repository osztályok.....	37
5.2.5 A biztonság	38
5.2.6 A validációk	39
5.3 Kliens alkalmazás	39
5.3.1 A kliens applikáció felépítése	40
5.3.2 Felületek.....	44
6 Tesztelés	52
7 Összefoglalás.....	54
8 Irodalomjegyzék.....	55
Függelék.....	57

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott **Bíró László**, szigorló hallgató kijelentem, hogy ezt a szakdolgozatot meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, csak a megadott forrásokat (szakirodalom, eszközök stb.) használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint, vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem.

Hozzájárulok, hogy a jelen munkám alapadatait (szerző, cím, angol és magyar nyelvű tartalmi kivonat, készítés éve, konzulens(ek) neve) a BME VIK nyilvánosan hozzáférhető elektronikus formában, a munka teljes szövegét pedig az egyetem belső hálózatán keresztül (vagy hitelesített felhasználók számára) közzétegye. Kijelentem, hogy a benyújtott munka és annak elektronikus verziója megegyezik. Dékáni engedéllyel titkosított diplomatervek esetén a dolgozat szövege csak 3 év eltelte után válik hozzáférhetővé.

Kelt: Budapest, 2022. 10. 24

.....
Bíró László

Összefoglaló

A szakdolgozat témája egy járműkölcsonzó cég teljes rendszerének a felépítése, amelyhez több modern technológiát is szükséges lesz majd felhasználni.

A rendszer fog állni egy folyamatosan futó szerverből, Java Spring keretrendszer felhasználásával, egy adatbázisból és egy kliensalkalmazásból, amelyhez react/react native vagy kotlin nyelveket szeretnék felhasználni. A kommunikáció REST API-k, illetve JSON adatstruktúrák segítségével fog megvalósulni.

A szakdolgozat elkészítése során a felhasználandó technológiák lehetőségeit kihasználva a kliens többfajta jármű közül biztonságosan választhat. Könnyen képes lesz a lehetőségek közül a neki legmegfelelőbb jármű kiválasztására és a járművek egyértelmű azonosítására. A járművek azonosítására lehetőség lesz majd barkódok, illetve QR kódok leolvasására a gyorsabb kölcsönzés végett, de a manuális beírásra is lehetőség lesz. A felhasználók adatainak a biztonságos kezelése érdekében többszintű validáció lesz megvalósítva (adatbázis, szerver, kliensalkalmazás). A beléptetést pedig a Java Spring lehetőségeit kihasználva szeretném még biztonságosabbá tenni. (Spring Security)

Összefoglalva a szakdolgozatom témája kiterjed egy komplex rendszer minden fontosabb elemére, ezek stabil megalkotására, biztonságossá tételére és a felhasználók szemszögéből a minél egyszerűbb kezelhetőségre a legmodernebb technológiák és módszerek felhasználásával.

Abstract

The topic of the thesis is the construction of the entire system of a vehicle rental company, for which it will be necessary to use several modern technologies.

The system will consist of a continuously running server using the Java Spring framework, a database, and a client application for which I would like to use react/react native or kotlin languages. Communication will be implemented using REST APIs and JSON data structures.

The client can safely choose from several types of vehicles. In addition, the client will easily be able to choose the vehicle that suits him best and clearly identify the vehicles. To identify the vehicles, it will be possible to read barcodes and QR codes for faster rental, but it will also be possible to enter them manually. In order to safely manage user data, multi-level validation will be implemented (database, server, client application), and I would like to make access even more secure by taking advantage of Java Spring. (Spring Security)

In summary, the topic of my thesis covers all the most important elements of a complex system, their stable creation, making them safe and making them as simple as possible from the users' point of view using the most modern technologies and methods.

1 Köszönetnyilvánítás

Ebben a fejezetben szeretném megköszönni a szakdolgozatom elkészítése során kapott anyagi, illetve erkölcsi segítséget és támogatást. Ebben több személyt és intézményt is meg szeretnék említeni, mert nélkülük valószínűleg nem jutottam volna el idáig.

Első sorban meg szeretném köszönni az édesapámnak, aki már nincsen köztünk, de számomra olyan, mintha végig mellettem lett volna, a jó és főleg a rossz időkben. A tőle kapott erkölcsi és anyagi támogatást már sosem tudom meghálálni sajnos, ezért szerettem volna külön megemlíteni.

Ezenkívül természetesen meg szeretném köszönni édesanyámnak, hogy mindig ott volt mellettem, így mindig volt, akivel megbeszéljem a dolgokat, még akkor is, ha 1000 km volt a távolság és természetesen minden rokonomnak, aki valamilyen módon támogatott egyetemi éveim alatt. Tudom néha erejükön felüli mértékben támogattak ezen évek során.

Megköszönném Dr. Pataricza Andrásnak, aki a témalaboratórium, illetve önálló laboratórium tantárgyaknál konzulensem volt a korábbi tanévben, aki értékes és hasznos megjegyzéseivel, észrevételeivel nagy mértékben a segítségemre volt. Elmagyarázta hogyan lehet jól beosztani az időmet, hogyan lehet egy dokumentumot jól megszerkeszteni, egy prezentációt elkészíteni és bemutatni, illetve a szakirodalom kutatást megfelelő precizitással elvégezni. Elmagyarázta, hogy nem az a jó programozó, aki sok nyelvet ismer, hanem aki jól ismeri a módszereket, az elméleteket, és tudja milyen programozóként gondolkodni. Hiszen a nyelvek változnak, illetve mindig jönnek ki újak, de a mögöttük lévő elméleti háttér állandó.

Szeretném még megköszönni jelenlegi konzulensemnek Kövesdán Gábornak, aki bevezetett a Java szerverek és a Spring működésébe. Sok jó tanáccsal és hasznos észrevétellel látott el a projekt készítése közben és mindig kaptam választ a kérdéseimre, ha valahol elakadtam. Az ő szakmai hozzáértése és hasznos megjegyzései nagy mértékben a segítségemre voltak a szakdolgozatom és a hozzá tartozó server-kliens alkalmazásom elkészítése során.

Köszönettel tartozok még a csíkszeredai Magic Solutions srl. munkatársainak, akik bevezettek a Java programozás és a Java szerverek világába régi és új Java technológiák segítségével megalkotott projektjeiben. Nagyon pozitívan fogadtak a munkába állásom kezdetén és a felmerülő kérdéseimre készséggel válaszoltak, illetve segítettek a kezdeti nehézségek leküzdésében.

Legvégül, de persze nem utolsó sorban, szeretném megköszönni a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatika Karának és valamennyi oktatójának, dolgozójának a lelkiismeretes munkáját, erőfeszítését, amellyel a hallgatók képzését, tanulását, a versenyképes tudás megszerzését bármilyen módon is támogatják, hiszen nélkülük egyikünk sem juthatna el idáig, vagy érhetne el komolyabb eredményeket az életben szakmai téren.

2 Bevezetés

A szakdolgozatom elkészítéséhez hosszú út vezetett el, először is el kellett készítenem a projektemet. Ez egy szerver-kliens alkalmazás, amely félig Java és félig Kotlin programozási nyelvek felhasználásával történt. Rengeteg technológia felhasználása volt szükséges, hogy egy könnyedén működő rendszer keletkezzen a végén, ami stabil és egyben biztonságos is.

A szakdolgozatom elkészítése alatt fejlesztettem egy komplex kliens-szerver rendszert, amelynek segítségével egy járműkölsönző cég feladatait lehet menedzselni. Ehhez olyan technológiák felhasználását terveztem, amelyek modernek, de a céges világban már elég stabilnak és bejáratottnak vannak elismerve. Lényege az, hogy a felhasználó a különböző típusú járművek közül választva egy felhasználóbarát mobilalkalmazás segítségével képes elvégezni a kölcsönzést, bizonyos esetekben csak egy QR kódot beolvasva. Ezzel a módszerrel sok papírmunka spórolható meg, hiszen egy regisztrált felhasználóról már rengeteg adatot tárol az adatbázis, így a szerződéskötés egy bejelentkezett felhasználó esetén már néhány kattintás alatt elvégezhető jóformán emberi beavatkozás nélkül.

A mai világban már rengeteg helyen elterjedt az a módszer, hogy a hosszadalmas papírmunkával járó procedúrákat egy mobilos alkalmazás segítségével valósítjuk meg ezzel könnyítve meg az éles adatok áttekinthetőségét, a folyamat átláthatóságát és logok segítségével az esetleges problémák minél könnyebb és gyorsabb megoldását is. A technológiák közötti kommunikáció mostanság egyre hatékonyabbá válik, így még jobban kilehet használni ennek az előnyeit.

A kliens alkalmazásom egy Android rendszerre írt alkalmazás, mely Rest API-k segítségével kommunikál a szerver alkalmazással. Programozási nyelvnek a Kotlin-t választottam, amely a háttérkutatásaim alapján egy elég modern nyelv így nagyon dinamikus és hatékonyan lehet benne fejleszteni. A nagy népszerűség és a komoly fejlesztőgárda következtében egy elég kifejlett programozási nyelvnek tekinthető. Fejlesztés során, ha elakadtam valahol általában elég hamar tudtam kapni megoldást az interneten, vagy keresni egy hasonló példát, így sikeresen tudtam venni az elém kerülő akadályokat. Ami még nagyon megtetszett a Kotlin nyelvben, az az erősen típusos

tulajdonsága, amely rengeteget segít számomra a forráskód átláthatóságában és a hibakeresés folyamatában.

Az applikáció segítségével meg lehet tekinteni, hogy milyen járművek állnak a rendelkezésünkre, lehetőségünk van a járművek közötti szűrésre, illetve köthetünk egy szerződést is a céggel a kiválasztott járműre vagy járművekre. Ehhez először regisztrálni kell a felhasználónkat, amely alatt adatokat adunk meg magunkról, amely segítségével megkülönböztethetővé válunk másoktól az applikáció előtt. A regisztráció után az újonnan elkészült felhasználónkkal rögtön be tudunk lépni az alkalmazásba. Ezután már dinamikusán és egyszerűen lehet úgymond böngészni a bérlendő járművek között és két három kattintás után kibérelni egy vagy akár több járművet is egyszerre. Ezenkívül lehetőségünk van a saját profilunk módosítására. Ha a jármű mellett vagyunk az azon lévő QR kódot beolvasva a járművet berakja a listánkba, ezután ki kell válasszunk egy kezdeti, illetve egy visszaadási időpontot és egy gombnyomás után kész a szerződés.

A regisztrációkor az adataink a szerveren tárolódnak el és teljes biztonságban vannak a Spring Security technológiáinak köszönhetően. A belépés után a szerver generál egy tokent, és ezután az adatok további lekérésekor ezt a tokent használja, mert másként nem is lehet a szerveren lévő bizonyos adatokhoz hozzáférni. Erről a szakdolgozat további részében részletesebben lehet olvasni.

Ha valamilyen gond adódik, vagy valamit nem írtunk be helyesen, akkor az applikáció egy felugró ablak segítségével értesít a megfelelő információkról, vagy figyelmeztet, ha gond adódik például a szerver kapcsolattal. Bármi is történik a kliens alkalmazás nem válik instabillá és így az adatvesztésnek, vagy a hibás adat bevitelének is nagyon kevés az esélye. Ez köszönhető a többszintű validációnak is, amelyet szintén kifejtek majd a szakdolgozatom további részében.

Az applikációból való kijelentkezés során a token törlődik a teljes kliens alkalmazásból, nyoma sem marad kliens oldalon a felhasználónak. Ez egy biztonságos működést eredményez, hiszen minden bejelentkezéskor egy teljesen új token jön létre., Ezenkívül a tokennek van egy lejárai ideje, amely a szerverben generáláskor állítódig be (jelenleg 2 nap).

3 Felhasznált technológiák

Itt szeretném összefoglalni a projektem összerakása során felhasznált technológiákat. Amennyire ismereteim engedték megpróbáltam a legmodernebb technológiákat felhasználni, persze a választásaim során a technológiák kiforrottsági szintjét is figyelembe vettem, hiszen egy többet használt technológiához szakirodalmat és bevált módszereket is könnyebben lehet találni.

3.1 Backend technológiák

Ebben a fejezetben foglalom össze azokat a technológiákat, amelyek szükségesek voltak a háttérműködésért felelős rész elkészítése során.

3.1.1 Java

A Java általános célú, objektumorientált programozási nyelv, amelyet a Sun Microsystems fejlesztett. A Java alkalmazásokat jellemzően bájt kód formátumra alakítják, de közvetlenül natív kód is készíthető Java forráskódból. Ebből fejlődött ki később a Kotlin nyelv is.

A programot objektumok alapján csoportosítja, nem az elvégzett műveletek szerint. A nagy projektek könnyebben kezelhetőek, visszaszorítható az elvett projektek száma. Különböző hardvereken is hasonlóan fut, köszönhető a platformfüggetlenségnek. A platformfüggetlenséget a JVM, azaz a Java Virtual Machine (JVM) biztosítja, amelyet viszont minden egyes platformra külön meg kell írni. A JRE a JVM működése szempontjából szükséges környezetet és egyéb eszközöket biztosít (Java, 2022).

3.1.2 MySQL

Több adatbázist is megvizsgáltam, hogy egy jó technológiát tudjak választani az adatok tárolásához. Utánanéztem többek között az Oracle adatbázisnak és a Microsoft SQL Servernek. Ezeket jól ismertem, mivel elég sokat találkoztam velük iskolai, illetve munkahelyi környezetben, így első gondolatra jó választásnak tűntek. Nagyon stabilok és könnyen kezelhetőek nagy programozói támogatottsággal, csak ezek fizetős alkalmazások. Ezután NoSQL adatbázisokat is megnéztem, mint a MongoDB, de mivel

ezek nem tudják garantálni az ACID tulajdonságokat, ezért tovább keresgéltem. Megnéztem melyiknek vannak a legjobb könyvtárcsomagjai, amelyeket kapcsolatba lehet hozni a Springgel és miután több helyen is láttam, hogy a MySQL-t ajánlják, végül ez mellett döntöttem.

A MySQL egy nagyon gyors, többszálú, többfelhasználós és robusztus SQL (Structured Query Language) adatbázis-kiszolgálót biztosít, amely kiforrott technológiai háttérrel rendelkezik. Megtalálható benne a relációs adatmodell egyszerűsége és rugalmassága. Ezenkívül jól skálázható és erős tranzakciós támogatással rendelkezik. (MySQL, 2022)

3.1.3 Spring keretrendszer

A Spring Framework átfogó programozási és konfigurációs modellt biztosít a modern Java-alapú vállalati alkalmazásokhoz – bármilyen telepítési platformon.

A lenti táblázatban látható előnyök miatt a Spring közkedveltebbé vált, könnyebben használható és gyorsabban is fejlődik. Az EJB-nek is meg vannak az előnyei, mivel az elosztott tranzakciókat jobban kezeli.

	EJB	Spring
Használat	Korábban nehézkes	Egyszerű
Függőségek	Teljes alkalmazáserver	Csak amit használni akarunk (Java SE, Servlet konténer)
Szabványos	Igen	Nem
Fejlődés	Szabványosítás miatt lassú	Gyors

ábra 1 - EJB és Spring

A Spring keretrendszer alapja a függőséginjektálás (Dependency Injection – DI). Függőséginjektáláskor a keretrendszer kezeli a konfigurációban megadott objektumok példányosítását, a keretrendszertől kérjük el a konkrét példányokat, a használt objektum konfigurációs beállítássá válik és nem szükséges újrafordítás sem, csak a konfigurációs fájl szerkesztése. Korábban ezt a koncepciót nevezték Inversion of Control-nak (IoC).

A Spring gerincét adják a Bean-ek, amely a keretrendszer kulcsfogalma. A Bean-ek konfigurációja történhet XML fájlal, újrafordítás sem szükséges. Ezenkívül történhet szórványos annotációkkal és konfigurációs fájlokkal is. (Alkalmazásfejlesztési környezetek (VIAUAC04), 2022)

A Spring Annotations lehetővé teszi a függőségek konfigurálását és a függőségek beillesztésének megvalósítását Java programokon keresztül. Pl.: `@Bean`, `@Controller`, `@RequestBody`, `@Service`, `@Repository`, `@Configuration`, `@Entity`, `@Id`, `@GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)`, `@ManyToOne`, `@Email`, `@PreAuthorize("isAuthenticated()")`, `@RestController`, `@Override`, `@SpringBootApplication`. Ez egy nagyon fontos eszköz, hanem a legfontosabb egy Spring alkalmazás elkészítésénél, de már sok programozási nyelvben lehet használni (Pl. Kotlin). Annotációkat meg is lehet írni, akár egy függvényt, lehet velük ellenőrizni, funkciót lehet adni egy osztálynak, adatbázis szerkezetet megvalósítani stb. Tehát egy nagyon sokoldalú és hasznos eszköz. (Spring, 2022)

3.1.4 Spring Boot

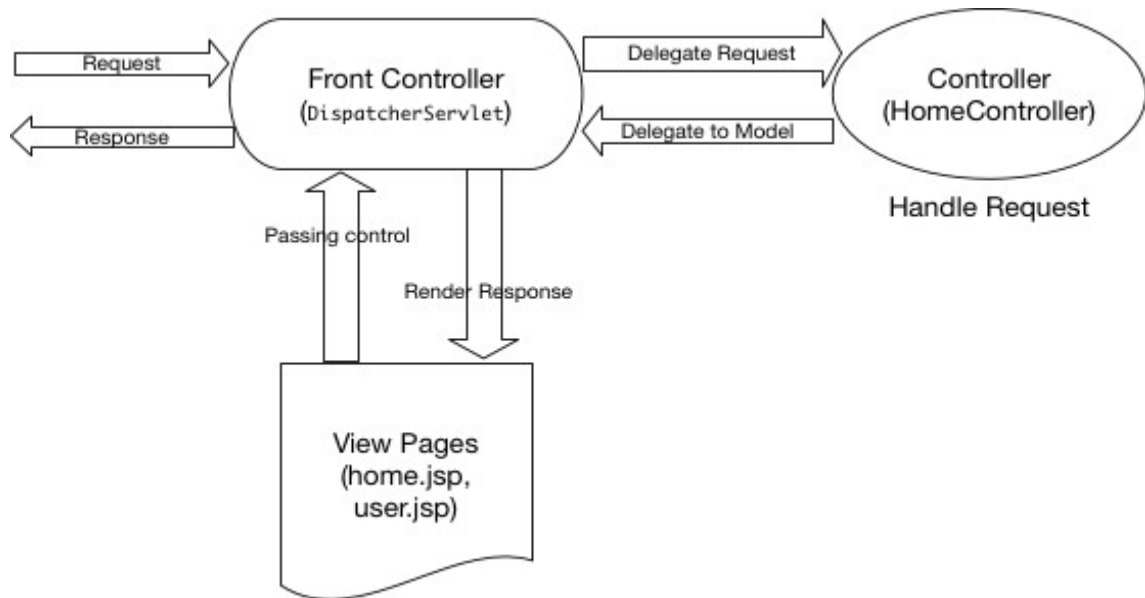
A Spring Boot egy háttérrendszer, amely a vállalati Java ökoszisztéma egyik fő szereplőjévé vált. Lehetővé teszi a Java fejlesztők számára, hogy gyorsan, gond nélkül elkezdjenek például webalkalmazásokat készíteni. Igazából ez egy Java-alapú keretrendszer, amelyet egy mikroszolgáltatás létrehozására használnak.

A Spring nagyon sok modult tartalmaz, a valóságban viszont kialakultak ezeknek gyakori részhalmazai: Pl.: webalkalmazások esetén nagyjából ugyanazokat a komponenseket szokás használni. Vannak részek, amelyeket szinte mindegyik Spring alkalmazás használ, Pl.: naplózás.

A Spring Boot a Spring egyfajta tovább gondolása. Lehetővé teszi az olyan szerverek közvetlen beágyazását, mint a Tomcat, a Jetty vagy az Undertow. A Spring Boot leegyszerűsíti az konfigurációkat azáltal, hogy egyedien formálható kezdeti függőségeket biztosít. Egy-egy starter tartalmazza a tipikus, bizonyos tulajdonságú alkalmazás komponenseket. Egy program tetszőleges számú Spring Boot startert használhat. A starterek nevei kezdődhetnek a következőképpen: `spring-boot-starter`. Pl. a `spring-boot-starter-web` a webalkalmazások függőségeit tartalmazza, valamint egy beépített webszervert is, ami beállítás nélkül automatikusan elindul. Tehát a Spring Boot egy könnyű keretrendszer, amely leveszi a legtöbb munkát a Spring-alapú alkalmazások konfigurálásából. (Spring boot, 2022)

3.1.5 Spring MVC

A Spring MVC a Model-View-Controller architektúrán alapul. Az alábbi kép a Spring MVC architektúráját mutatja magas szinten.



ábra 2 - Spring MVC architektúra

A Front Controller osztály az, amely fogadja az összes kérést és elkezdő feldolgozni azokat. Feladata a kérés átadása a megfelelő Controller osztálynak, és a válasz visszaküldése, amikor a nézetoldalak (View Pages) megjelenítették a válaszdoldalt, tehát felelős a Spring MVC alkalmazás áramlásának kezeléséért.

A Controller egy alkalmazás üzleti logikáját tartalmazza. Itt a `@Controller` annotációval jelöljük meg az osztályt controller-ként. A nézet (View) egy adott formátumban jeleníti meg a megadott információkat. (Spring MVC, 2022)

Egy modell az alkalmazás adatait tartalmazza. Az adat lehet egyetlen objektum vagy objektumok gyűjteménye. Én JSON objektumokat használok az adatok továbbítására, de adatokat adok át a fejlécben, vagy úgynevezett Pathvariable-ben is, amikor csak egyszerű változók átadására van szükség.

3.1.6 Spring Security

A Spring Security egy Java/Java EE keretrendszer, amely hitelesítést, engedélyezést és egyéb biztonsági funkciókat biztosít a vállalati alkalmazások számára. Egy hatékony és nagymértékben testre szabható hitelesítési és hozzáférés-felügyeleti keretrendszer. A Spring Security igazi ereje abban rejlik, hogy milyen egyszerűen bővíthető, hogy megfeleljen az egyéni követelményeknek.

Védelmet biztosít az olyan támadások ellen, mint a munkamenetrögzítés, a kattintástörés (clickjacking), a webhelyek közötti kérések hamisítása stb. Servlet API integrációval rendelkezik, és opcionálisan integrálható a Spring Web MVC-vel.

Spring Security segítségével felépíthető egy biztonságos hitelesítési rendszer, amely segítségével a felhasználó akár egy felhasználónév és egy jelszó segítségével biztonságosan lekérhet adatokat a szerverről, anélkül, hogy hitelesítési adatai rossz kezekbe kerülnének. Ehhez segít a JWT.

A JSON Web Token (JWT) egy nyílt iparági szabvány, amelyet két entitás – általában egy kliens (például az alkalmazás frontendje) és egy szerver (az alkalmazás háttérrendszere) – közötti információmegosztásra használnak. JSON-objektumokat tartalmaznak, amelyek rendelkeznek a megosztandó információkkal.

A szerveren a megfelelő beállítások elvégzése után le lehet generálni az adott jelszóból kriptográfia titkosítással egy token, amelyet visszaküldve a kliens alkalmazásnak az már biztonságosan tudja használni akár személyes adatok lekérésére. Egy tokennek be lehet állítani egy időkeretet, amely alatt használható, ezen kívül pedig újbóli bejelentkezés szükséges egy újabb token legeneráláshoz. Én a projektben Bearer token-t használtam, amelyet a szerver generál egy bejelentkezési kérelemre és a token-t a JSON válasz fejlécében küldi vissza a kliensnek.

3.2 Kliens technológiák

Ebben a fejezetben a kliens alkalmazás implementálása során használt technológiákról szeretnék írni.

3.2.1 Android

Az Android egy teljes és modern operációs rendszer. Ez egy Linux kernelt használó mobil operációs rendszer, amelyet eredetileg mobil eszközökhöz fejlesztettek

ki, de manapság már a legkülönbözőbb helyeken használják fel. Például felhasználják, okos telefonokhoz, táblagépekhez, okos TV – khez, okos órákhoz, háztartási berendezésekhez, autókhoz stb. Az Androidot kifejezetten alkalmazásokhoz fejlesztették ki.

A Google keze alatt lévő Android op. rendszer egy nyílt forráskódú rendszer. Ennek köszönhető, hogy létre tudtam hozni egy kliens-t Android telefonra, anélkül, hogy fizetnem kellett volna valamilyen szoftverért. Rengeteg okos telefonon elérhető és jelenleg a mobil piac több mint 72% - át uralja az Android operációs rendszer. Ez egy teljesen nyílt platform fejlesztők, felhasználók és az ipar számára.

Az Android egy többfolyamatos rendszer, amelyben minden alkalmazás (és a rendszer részei) a saját folyamatában fut. Az alkalmazások és a rendszer közötti biztonság nagy része folyamatszinten érvényesül szabványos Linux-szolgáltatásokon keresztül.

Az Android operációs rendszer fontosabb jellemzői a következők:

- Az Android képes több alkalmazást is futtatni egyszerre.
- Támogatja az optimalizált VGA, 2D és 3D grafikát is.
- Lehetővé teszi a komponensek újra felhasználását és cseréjét.
- Az Android támogatja a Java alkalmazásokat.
- Alapértelmezetten mobileszközökre van optimalizálva.



Az Android operációs rendszer szoftverösszetevők halmaza, amely nagyjából öt részre és négy fő rétegre van felosztva, amint a fenti architektúra diagramon látható.



ábra 4 - Linux kernel

A Linux kernel magába foglalja a biztonságot, illetve a memória és folyamatkezelést. Ez egy bevált driver modell. Hatékony számítási kapacitással és erőforrás kezeléssel rendelkezik. Stabil és bevált operációs rendszer mobil platformhoz.



ábra 5 - Könyvtárak és Dalvik VM

A Könyvtárak a Linux kernel fölött találhatók. Ez a réteg különféle C/C++ alapkönyvtárakat és Java alapú könyvtárakat tartalmaz, például Graphics, Media, OpenGL, Surface Manager stb. Az SQLite adatbázis támogatáshoz van. Az SSL (Secure Sockets Layer) egy biztonsági technológia. Az SGL és az OpenGL használható 2D és 3D számítógépes grafikákhoz.



ábra 6 - Alkalmazás keretrendszer

Az alkalmazás keretrendszere az az eszközkészlet, amelyet minden alkalmazás használ és Android-alkalmazások létrehozására használunk. Ez teljes egészében Java programozási nyelven van megírva. Tartalmaz különböző típusú szolgáltatási tevékenység menedzsereket, értesítéskezelőket, nézetrendszereket, csomagkezelőket stb., amelyek

segítik az alkalmazásunk fejlesztését.

Ezekén kívül van az Android Runtime környezet, amely az Android egyik legfontosabb része. Olyan összetevőket tartalmaz, mint a core libraries és a Dalvik virtual machine (DVM). Főleg az alkalmazás keretrendszer alapját adja, és core libraries segítségével működteti az alkalmazásunkat. A Java virtuális géphez (JVM) hasonlóan a Dalvik Virtual Machine (DVM) is egy regiszter alapú virtuális gép, amelyet kifejezetten Androidra terveztek és optimalizáltak annak biztosítására, hogy egy eszköz több példányt is hatékonyan tudjon futtatni.

Az Android keretrendszer tetején alkalmazások találhatók. Minden alkalmazás, mint például a beállítások, játékok, böngészők stb. Android keretrendszert használ,

amely Android futási környezetet és könyvtárakat használ. Az Android futtatókörnyezete és a natív könyvtárak Linux kernelt használnak. (Android, 2022)

3.2.2 Kotlin

A Kotlin erősen típusos programozási nyelv, amely Java virtuális gépre és JavaScript kódra is lefordítható. Ez egy modern programozási nyelv, amelyet a professzionális Android-fejlesztők több mint 60%-a használ, és amely segít a termelékenység, a fejlesztői elégedettség és a kódbiztonság növelésében.

A Kotlin programnyelvet 2011 júliusában hozták nyilvánosságra, amit akkor már egy éve fejlesztettek. A fordítót és a hozzá tartozó programokat 2012 februárjában adták ki nyílt forráskódú szoftverként Apache 2.0 licenc alatt. A fő fejlesztői a JetBrains szentpétervári csapata, a nyelv a Szentpétervár közelében található Kotlin-szigetről kapta a nevét. A JetBrains bevallott motivációja az új nyelv fejlesztésében az, hogy az növelje az IDEA fejlesztőeszköz eladásait. (Kotlin, 2022)

A Kotlin jobban támogatja az Android fejlesztését, mint a Java, ezenkívül az erősen típusos tulajdonságát is nagyon előnyösnek találom, ezáltal a hibakeresés és a kód olvashatósága is javul. Ezért egy Android kliens alkalmazás elkészítéséhez megfelelőnek találtam.

3.2.3 Retrofit2

A Retrofit egy típusbiztos REST kliens Androidra, Java-ra és Kotlinra, amelyet a Square fejlesztett ki. A könyvtár hatékony keretrendszert biztosít az API-k hitelesítéséhez és interakciójához, valamint hálózati kérések küldéséhez az OkHttp-vel. Amellett, hogy elegáns szintaxist biztosít, könnyen beilleszthető különböző könyvtárakba.

A Retrofit 2.0-ás verziója előtt, ha a lekért választ nem sikerült elemezni a meghatározott objektumban, a rendszer a hibát hívja meg. A Retrofit 2.0-ban, függetlenül attól, hogy a válasz értelmezhető-e vagy sem, az onResponse mindig meghívásra kerül. Abban az esetben viszont, ha az eredmény nem elemezhető az objektumba, akkor a response.body() nullként tér vissza. Bár azt el kell mondom, hogy miközben ezt használtam, volt olyan eset is, hogy egyszerűen kilépett a függvényből. Ezt külön le kellett kezeljem a kliens alkalmazásomnál. (Retrofit2, 2022)

3.2.4 Okhttp3

A HTTP a modern alkalmazások hálózati kommunikációjának a módja. Így cserélünk adatokat és médiát. A HTTP hatékony végrehajtása gyorsabbá teszi a dolgok betöltését, és sávszélességet takarít meg.

Az OkHttp egy HTTP-kliens, amely alapértelmezés szerint hatékony:

- HTTP/2 támogatás lehetővé teszi, hogy minden kérés ugyanahhoz a gazdagéphez osszon meg egy socketet.
- A kapcsolatkészlet (Connection pooling) csökkenti a kérés késését (ha a HTTP/2 nem érhető el).
- A GZIP csökkenti a letöltési méreteket.
- Végül pedig a válaszok gyorsítótárazása (cache) teljesen elkerüli a hálózatot az ismétlődő kérések esetén.

Ha a hálózat problémás, az OkHttp csendben helyreáll az általános csatlakozási problémákból. Ha a szolgáltatásnak több IP-címe van, az OkHttp megpróbál alternatív címeket adni, ha az első csatlakozás sikertelen.

Használata egyszerű, request/response API-ja gördülékeny építőkkkel és stabilitással készült. Támogatja a szinkron hívásokat és az aszinkron hívásokat is a visszahívásokkal (callbacks). (OkHttp, 2022)

3.3 Tooling

Ebben a fejezetben foglalnám össze azokat az eszközöket, amelyeket a fejlesztés során használtam.

3.3.1 GIT

A Git egy nyílt forráskódú, elosztott verziókezelő szoftver, vagy másképpen egy szoftverforráskód-kezelő rendszer, amely a sebességre helyezi a hangsúlyt, így a kicsitől a nagyon nagy projektig mindent gyorsan és hatékonyan kezel. A Git könnyen megtanulható, és villámgyors teljesítménnyel rendelkezik. Felülmúlja az olyan SCM-eszközöket, mint a Subversion, CVS, Perforce és ClearCase olyan funkciókkal, mint az olcsó helyi elágazás, kényelmes állomásozási területek (staging area) és többféle munkafolyamat. (GIT, 2022)

3.3.2 Visual studio code

A Visual Studio Code egy ingyenes, nyílt forráskódú kódszerkesztő, melyet a Microsoft fejleszt Windows, Linux és OS X operációs rendszerekhez. Támogatja a hibakeresőket, valamint beépített Git támogatással rendelkezik, továbbá képes az intelligens kódkezelésre az IntelliSense segítségével.

A Visual Studio Code az Electron nevű keretrendszeren alapszik, amellyel asztali környezetben futtatható Node.js alkalmazások fejleszthetők. Ugyanakkor a Visual Studio Code nem az Atom forkja, hanem a Visual Studio Online szerkesztőn alapszik (fejlesztési neve: "Monaco").

3.3.3 Android studio

Az Android Studio Android-alkalmazásokra optimalizált integrált fejlesztői környezetet (IDE) biztosít az alkalmazáskészítőknek az Android platformra való fejlesztéshez. Alkalmazások készíthetők itt Android-telefonokhoz, -táblagépekhez, Android okosórákhoz, Android TV-hez és Android Auto-hoz. A strukturált kódmodulok lehetővé teszik, hogy a projektet funkcionális egységekre lehessen felosztani, amelyeket önállóan lehet építeni, tesztelni és hibakeresést végezni.

Az Android emulátor az Android studio-ban található. Ez egy olyan számítógépes program vagy hardver, ami más programoknak vagy eszközöknek a környezetét (vagy annak részét) „szimulálja”, vagyis lehetővé teszi az adott rendszerrel nem kompatibilis programok (vagy operációs rendszerek) vagy számítógépek futtatását. A fejlesztés során nagyon hasznos volt, hogy egy virtuális telefonon is le tudtam tesztelni a programomat.

3.3.4 Postman

A Postman egy API-kliens, amely megkönnyíti a fejlesztők számára az API-k létrehozását, megosztását, tesztelését és dokumentálását. Ezzel a nyílt forráskódú megoldással a felhasználók egyszerű és összetett HTTP/s kéréseket hozhatnak létre és menthetnek, valamint elolvashatják válaszaikat. 2022 áprilisában a Postman több mint 20 millió regisztrált felhasználóval és 75 000 nyitott API-val rendelkezik, amely a világ legnagyobb nyilvános API-központja. (Postman, 2022)

4 Tervezés

Ez a projekt egy kliens-szerver alkalmazás. Áll egy folyamatosan működő szerver alkalmazásból, egy adatbázisból, és egy kliens alkalmazásból. A szerver kommunikál az adatbázissal és műveletek a Controller osztályokban vannak definiálva.

Ezekon keresztül lehet nagyon szerte ágazóan utasításokat adni a szervernek valamilyen kliens által. Minden felhasználó rendelkezik személyre szabott objektumok fölött (pl. Contract), és vannak közös objektumok is, amelyeket mindenki lát. Ezek fölött nem rendelkeznek teljhatalmú uralommal. Vannak szerepkörök (role-ok) definiálva: admin, user. Bizonyos műveleteket csakis az admin szerepkörrel rendelkező felhasználó képes elvégezni. Ilyen például a POST /createadmin (új admin felhasználó létrehozása) vagy a POST /vehicle (új járművet lehet beszúrni a táblába). Az egyszerű felhasználók csak használni tudják ezeket az adatokat.

A szerver a következő jellemzőkkel rendelkezik:

- Passzív, a kliensektől várja a kéréseket
- A kéréseket, lekérdezéseket feldolgozza, majd visszaküldi a választ
- Elég nagy számú kliens tud akár egyszerre kiszolgálni a Spring boot tranzakciókezelésének köszönhetően.
- Általában nem áll közvetlen kapcsolatban a felhasználóval, mivel a felhasználó csak a kliens programon keresztül tud kommunikálni a szerverrel és csakis azokat a funkciókat tudja elérni, amely a kliensben le voltak implementálva.

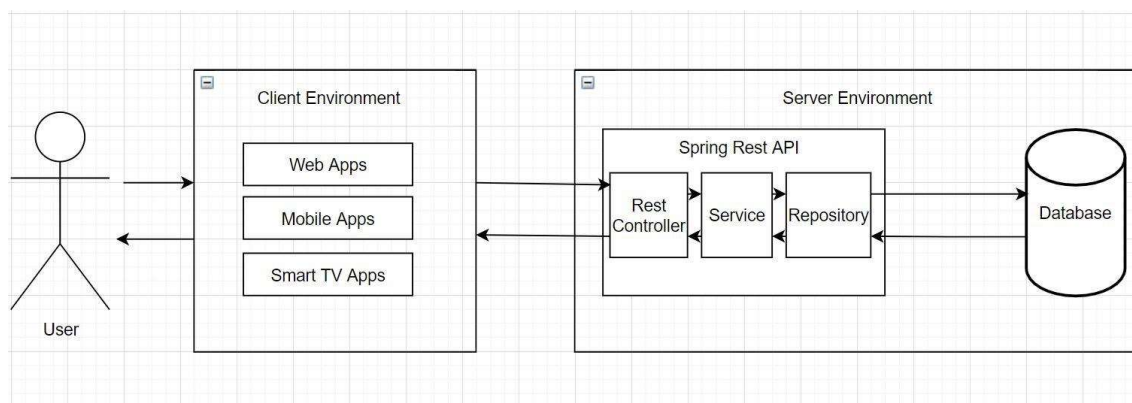
A kliens jelen esetben egy android alkalmazás, amelyben minden fontos funkció elérését implementáltam, így a szerver által nyújtott szolgáltatások nagy hányadát lefedi. A bejelentkezés biztonságos módon van megoldva, a jelszavak már lekódolva vannak elmentve és bejelentkezés után minden művelet-kor a token-nek a szerverre való felküldése szükséges a műveletek hitelesítéséhez. A regisztrálás (/register), a bejelentkezés (/login) és a szerverrel való kapcsolat ellenőrzése (/welcome) rest kéréseken kívül mindig szükséges a fejlécben elküldött bearer tokennek a használata. Igazából a kliens a /login kérés sikeres lefutása után kapja meg ezt a tokent visszatérítve

szintén a headerben. A token minden sikeres /login esetében újra generálódik szerver szinten.

A felület felhasználóbarát módon van megalkotva, minden fontosabb eseménykor felugró ablak értesíti a felhasználót az esemény sikeres, avagy sikertelen megtörténtéről. A reszponzivitás görgetősávokkal és felülethez alkalmazkodó beimportált elemekkel van megoldva, így egy kisebb képernyővel rendelkező telefonon, vagy nagyobb képernyővel rendelkező tableten is használhatók az alkalmazás funkciói.

A validációk több szinten is meg vannak valósítva különböző beépített és saját kezűleg megírt függvények segítségével. A kliens szinten vannak előleges validációk. Ha ezen túljutunk, akkor a szerver is le ellenőrzi egy függvénnyel, kivételek dobásával vagy annotációkkal. Az adatbázis is rendelkezik megszorításokkal.

A java szerver és az adatbázis között automatikus leképezés van Object-Relational Mapping (ORM) segítségével. Ennek az implementálásához hibernate-t használtam. A hibernate fő előnye az OO szemlélet, amely során a relációs adatbázis elérése lehetségessé válik JDBC vagy SQL kód írása nélkül. (Hibernate, 2022)



ábra 7 - Szerver-Kliens alkalmazás szerkezete

A kliens-szerver (magyarul: ügyfél-kiszolgáló) a programozásban a főprogram-alprogram viszonynak feleltethető meg. A kommunikációt mindig az ügyfél kezdeményezi, sohasem a kiszolgáló, vagyis a szerver szolgáltatást nyújt a munkaállomások (kliensek) részére. Egy erős hardverrel és jó konfigurációval rendelkező szerver nagyon sok kliens-t ki tud szolgálni egyszerre, amelyek akár többfélék lehetnek: webböngésző, telefon, okos tv, okos óra, hűtő, autó stb.

A kliens-szerver architektúra legalapvetőbb formájában mindössze kétfajta csomópont (node) van, a kliens és a szerver. Ezt az egyszerű architektúrát két szintűnek (angolul two-tier) hívják.

Bonyolultabb architektúrák is léteznek, amelyek 3 különböző típusú csomópontból állnak: kliensből, alkalmazás szerverből (application server) valamint adatbázis szerverből (database server). A háromszintű kiépítésben az alkalmazásszerverek azok, amelyek kiszolgálják a kliensek kéréseit, és az adatbázisszerverek az alkalmazásszervereket szolgálják ki adatokkal. Ennek a rendszernek nagy előnye a bővíthetőség. A rendszer így képes lesz egyensúlyozni és elosztani a feldolgozásra váró adatmennyiséget és munkát a több és gyakran redundáns, specializált csomópont között. Hátránya, hogy nagyobb az adatátviteli forgalom a hálózaton és hogy nehezebben programozható, illetve tesztelhető egy kétszintű architektúránál, mert több eszközt kell összehangolni a kliensek kéréseinek kiszolgálásához. Én 3 szintű architektúrát használok.

4.1 Kommunikáció

A kommunikációhoz Rest API-t használok. Ez egy alkalmazásprogramozási felület (API vagy webes API), amely megfelel a REST architektúra stílusának. A REST a reprezentatív állapottranszfer rövidítése, és Roy Fielding informatikus vezette be és definiálta 2000-ben a doktori disszertációjában. Azokat a rendszereket, amelyek eleget tesznek a REST megszorításainak, "RESTful"-nak nevezik. Tehát ez egy szoftver architektúra típus, amely lehetővé teszi skálázható, nagy teljesítményű elosztott hálózati alkalmazások fejlesztését. (Rest, 2022)

A REST megszorítások a következők:

- kliens-szerver modell,
- egységes interfész,
- állapotmentes kommunikáció,
- réteges felépítés,
- gyorsítótárazhatóság
- kiegészíthetőség (code on demand)

4.2 CRUD és a REST

A számítógép-programozásban a létrehozás, az olvasás, a frissítés és a törlés az állandó tárolás négy alapvető művelete. REST környezetben a CRUD gyakran a POST, GET, PUT és DELETE HTTP metódusoknak felel meg. Ezek a tartós tárolási rendszer alapvető elemei és ezekről szeretnék kicsit részletesebben beszélni. A példákat a saját projektemből fogom venni. (CRUD, 2022)

Létrehozás (POST): REST környezetben leggyakrabban a http POST metódust használjuk erre. Például képzeljük el, hogy egy új felhasználót szeretnénk létrehozni. Ehhez egy <http://localhost:8085/register> POST kérést kell küldeni a szervernek egy JSON objektum kíséretében. A JSON objektum a User modell kikötéseinek kell eleget tegyen, különben nem fogadja el a szerver. Ha elfogadta visszaküldi a kész objektumot és CREATED (201) http válasz érkezik a szervertől. A hibás válaszok minden esetben szerver szinten le vannak kezelve.

Request JSON:

```
{
  "firstName": "Laszlo",
  "lastName": "Biro",
  "username": "biro",
  "email": "birolaszlo@edu.bme.hu",
  "password": "12345",
  "phoneNumber": "0612345678",
  "homeAddress": {
    "city": "Budapest",
    "country": "Magyarország",
    "county": "Lagymanyos",
    "streetName": "Baross",
    "number": 1,
    "zipCode": "1117",
    "door": "A1"
  }
}
```

Response code: 201

Response JSON:


```

{
  "id": 3,
  "username": "biro",
  "password":
"$2a$10$Szf3K7BeRD9W74G7dbJ0Be1N5hLfHwiZd9JTDmuf1LVf/6wNvJ6IW",
  "email": "birolaszlo@edu.bme.hu",
  "firstName": "Laszlo",
  "lastName": "Biro",
  "phoneNumber": "0612345678",
  "homeAddress": {
    "id": 3,
    "country": "Magyarország",
    "county": "Lagymanyos",
    "city": "Budapest",
    "zipCode": "1117",
    "streetName": "Baross",
    "number": "1",
    "door": "A1"
  },
  "billingAddress": null,
  "contract": {
    "id": 3,
    "vehicles": [],
    "startDate": null,
    "endDate": null
  },
  "roles": [
    {
      "id": 2,
      "name": "ROLE_USER"
    }
  ]
}

```

Látható a válaszból, hogy létrejön egy billingAddress is, amely opcionálisan kitölthető. Ezenkívül tartozik a felhasználóhoz még két másik objektum. Az első a Contract, amely minden felhasználónál egyedi, ezzel lehet járművet bérelni és a

második, hogy mindenkinek van valamilyen szerepköre, amely a Roles objektumban tárolódik el. Ez utóbbi közös objektum a többi felhasználóval, vagy admin-nal.

Olvasás (GET): Az erőforrások REST környezetben történő olvasásához a GET metódust használjuk. Egy forrás elolvasása soha nem változtathat meg semmilyen információt – csak lekérheti azt. Ha egymás után tízszer hívja a GET-et ugyanazon az információ, akkor az első híváskor ugyanazt a választ kell kapnia, mint az utolsó hívásnál. Például a <http://localhost:8085/welcome> kérésre a “Hello RentApp” karakterlánc érkezik válaszként 200 (OK) állapot kóddal.

Frissítés (PUT): Az update művelettel lehet frissíteni az adatbázis adatait.

Például, ha egy új járművet szükséges hozzáadni a szerződéshez, akkor egy <http://localhost:8085/contract/1> PUT kérést kell leadni, amely azt jelenti, hogy az 1-es id-val rendelkező járművet adja hozzá a kölcsönzési listához. Persze ilyenkor soha nem szabad elfelejteni a tokent a fejlécből, amint a lenti ábrán is látható.

KEY	VALUE
<input checked="" type="checkbox"/> Authorization	Bearer eyJhbGciOiJIUzUxMiJ9.eyJzdWIiOiJhZG1pbGlzImF1dGhvcml0aWVzIjlp

ábra 8 - Header tokennel a postmanben

Siker esetén válaszként egy 200 as állapotkódot és egy Contract modell szerinti JSON kell kapni:

```
{
  "id": 1,
  "vehicles": [
    {
      "id": 1,
      "name": "f40",
      "brand": "Ferrari",
      "price": 5,
      "description": "Ez egy szép auto.",
      "category": "CAR"
    }
  ],
  "startDate": null,
  "endDate": null
}
```

}

Törlés (DELETE): A CRUD Delete művelet a DELETE HTTP módszernek felel meg. Egy adat vagy adatok eltávolítására szolgál a rendszerből. Példaként vegyük azt, hogy törölni akarunk egy járművet, mert már kicsit elavult és veszélyes.

Ezért a <http://localhost:8085/vehicle/6> DELETE kérést küldöm a rendszernek. Ennek hatására a 6-os id-val rendelkező jármű törlődni fog a rendszerből. Természetesen most sem szabad elfelejteni a token-t a fejlécből.

Válaszként egy 204-es állapotkódot fogunk kapni, amelynek jelentése no content, vagyis már nincs megjeleníthető adat. Ezzel jelezve a kliensnek, hogy sikeresen végrehajtódott a kérés és nem létezik jelenleg 6-os id-val rendelkező jármű az adatbázisban.

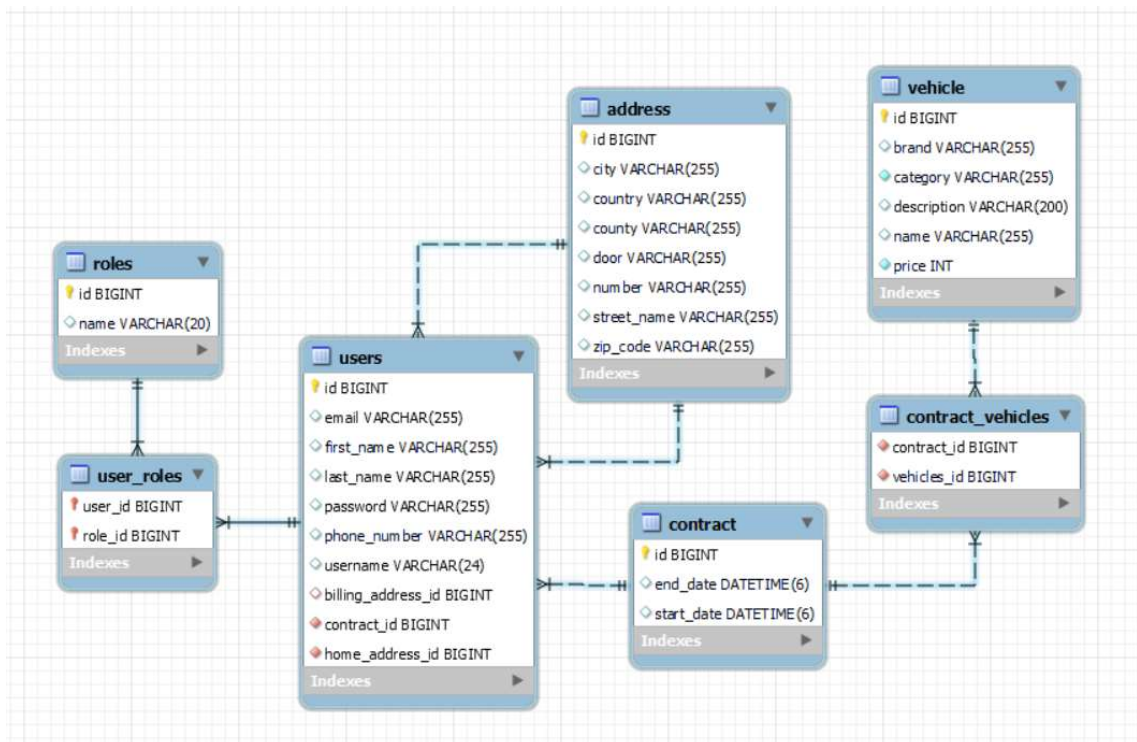
5 Implementáció

Az implementáció részletezéséhez az implementációt három részben mutatom be. Ezek a következők: adatbázis, szerver és kliens alkalmazás.

5.1 Adatbázis

Adatbázisnak a MySQL-t választottam, amely mellett, hogy ingyenes rengeteg előnnyel rendelkezik, például a relációs adatkezelés, amelyek stabil alapot biztosítanak a szerver alkalmazás által kezelt adatok tárolásához. Ilyen előnyök először is az, hogy relációs adatbázisról van szó, ezenkívül a kiforrottság, a Springgel kompatibilis könyvtárak, a jól skálázhatóság és az erős tranzakciós támogatás.

Az adatbázis elkészítése jelen esetben először Java kódban történt, és a szerver alkalmazásban elkészült domain szerkezetet alakítottam át táblákká a MySQL adatbázisomban. Lentebb a 9-es ábrán látható az adatbázis szerkezete:



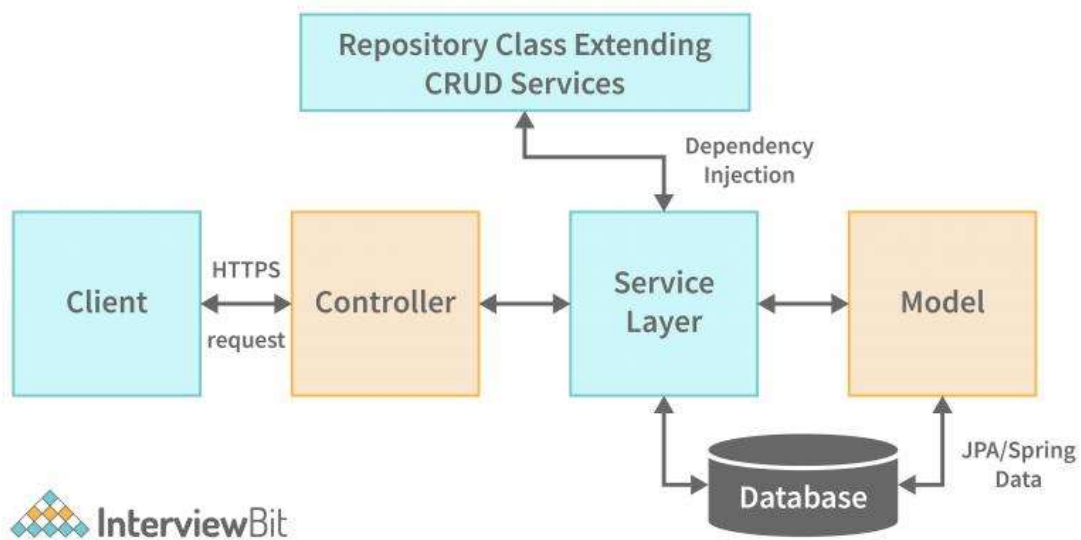
ábra 9 - Adatbázis szerkezete

Látható, hogy központi szerepe a users táblának van, amely relációs táblákkal, illetve külső kulcsokkal kapcsolódik a többi táblához. Kivételt a Vehicle tábla jelent, amely elérése a contract táblán keresztül történik.

5.2 Szerver alkalmazás

A szerver fejlesztéséhez alapvetően a Spring boot keretrendszer által adott lehetőségeket használtam fel, amely Tomcat szerveren fut. A Gradle projektépítő eszközt használtam a függőségek behúzására.

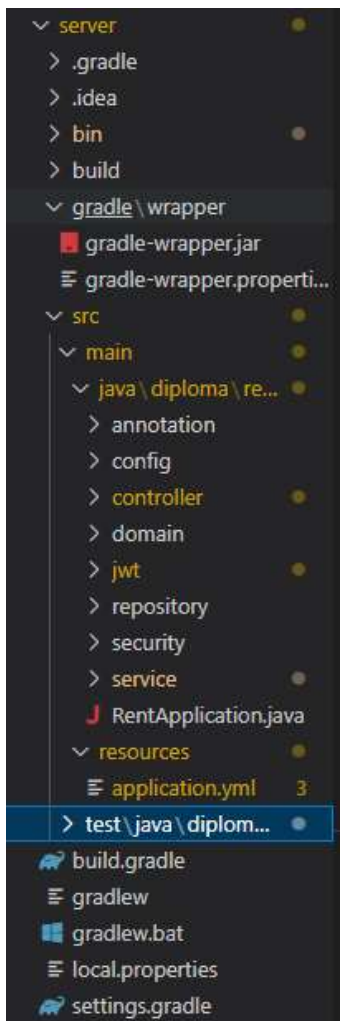
Elkészítéséhez a Spring Boot Workflow Architektúrát használtam fel, amelynek a szerkezete a lenti ábrán látható.



ábra 10 - Spring Boot Workflow Architecture

A szerver főosztálya a RentApplication.java, amelyet `@SpringBootApplication` annotációval láttam el, ezzel jelölve, hogy egy Spring boot keretrendszert használó alkalmazásról van szó. Elindításhoz a legegyszerűbb mód, ha Visual Studio-ban jobb klikkel rákattintunk a főosztályra, majd a Run Java-ra kattintunk bal egérgombbal. Ha lefutottak a konfigurációs fájlok is, akkor a szerver sikeresen elindult.

Az ügyfél HTTP kérést küld (GET, POST, DELETE stb.), amely Rest elvek alapján történik. A http kérés továbbításra kerül a Controller-nek. A Controller leképezi a kérést, feldolgozza a leírókat (handlers) és meghívja a szerver logikáját a Service rétegen keresztül. A szerver üzleti logikája a szolgáltatási (service) rétegben található.



ábra 11 Szerver alkalmazás
fájlstruktúrája

A Spring boot végrehajtja az összes logikát az adatbázison, amely le van képezve a Java Persistence Library modellekben. A Repository biztosítja az objektumok tárolási, visszakeresési, keresési, frissítési és törlési műveleteinek mechanizmusát.

Egyszerűbben tehát a Controller fogadja a kérést, továbbítja a Service rétegnek, amely kommunikál a többi réteggel. A Model tárolja az adatbázis táblák szerkezetét és kapcsolatait perzisztens módon, tehát az adatbázis reagál a szerkezeti változásokra. A Repository pedig megmutatja a Service-nek, hogy miként tud kommunikálni az adatbázissal. Az application.yml fájlban konfigurációs adatok megadására van lehetőség hierarchikus formában.

Ilyen például az adatbázis beállítás is:

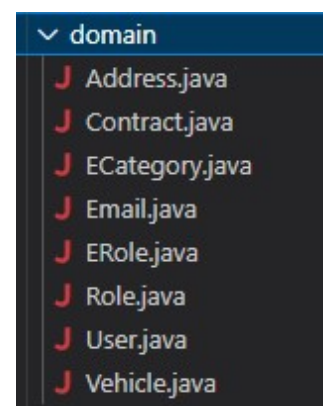
```
datasource:
    driverClassName: com.mysql.cj.jdbc.Driver
    url:
        jdbc:mysql://localhost:3306/rentapp?createDatabaseIfNo
        tExist=true
    username: root
    password: 12345
```

5.2.1 A domaineik

Ezek azok a perzisztens modellek, amelyek az adatok szerkezetét tárolják Java osztályokban. Minden ilyen osztály @Entity annotációval kell ellátni. Összesen 5 modell osztályt hoztam létre, ezenkívül található itt két enum, illetve az Email küldéséhez használt modell objektum is.

Példaként a User entitást mutatnám be:

```
@Entity
@Table(name = "users",
uniqueConstraints = {
```



ábra 12 - Modell fájlok

```

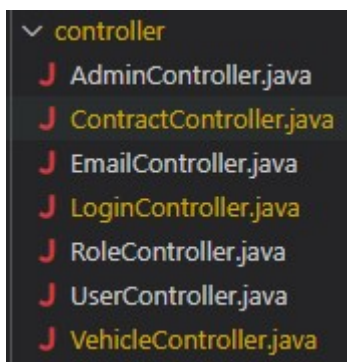
        @UniqueConstraint(columnNames = "username"),
        @UniqueConstraint(columnNames = "email")
    })
    public class User {
        @Id
        @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
        private Long id;
        @NotBlank
        @Size(min= 3, max = 24)
        private String username;
        @NotBlank
        @Password
        private String password;
        @NotBlank
        @Email
        private String email;
        @NotBlank
        private String firstName;
        @NotBlank
        private String lastName;
        @NotBlank
        private String phoneNumber;
        @NotNull
        @OneToOne
        private Address homeAddress;
        @OneToOne
        private Address billingAddress;
        @NotNull
        @OneToOne
        private Contract contract;
        @ManyToMany(fetch = FetchType.LAZY)
        @JoinTable( name = "user_roles",
            joinColumns = @JoinColumn(name = "user_id"),
            inverseJoinColumns = @JoinColumn(name = "role_id"))
        private Set<Role> roles = new HashSet<>();
    }
}

```

Látható, hogy a `@Table` annotációval megadom, hogy milyen néven szerepeljen a tábla az adatbázisban, illetve egyediség megszorítást is rakok a username és az email

oszlopokra, vagyis ezekbe az oszlopokba minden bekerülő érték egyedi kell legyen és ez a vizsgálat adatbázis szinten történik. Az id automatikusan generált, tehát nem kell megadni, amely a `@GeneratedValue` annotációnak köszönhető. Ezenkívül vannak validációk is: `@NotBlank` – nem lehet üres, `@Size(min,max)` – karakterszámra vonatkozik, `@Password` – ez egy általam írt annotáció a jelszóra, `@Email` – ez egy beépített annotáció és az email standard formátumát ellenőrzi. A `@OneToOne` 1 az 1-hez típusú adatbáziskapcsolatot jelöl, illetve a `@ManyToMany` jelentése több a többhöz, de természetesen létezik még a `@ManyToOne` és a `@OneToMany` kapcsolatra is annotáció. A `FetchType` jelöli azt, hogy amikor betölt a rendszer, akkor a hozzá tartozó adatbázis adatokat is rögtön (serényen) betöltse (EAGER), vagy csak akkor töltse le amikor ez irányú kérés érkezik a szervertől, vagyis lustán (LAZY). Jelenleg ez LAZY-re van állítva. Van még egy `@JoinTable` annotáció is a hozzá tartozó `@JoinColumn`-okkal, amelyekkel az SQL nyelvek adatbázis kapcsolatait lehet leírni.

5.2.2 A Controller osztályok



ábra 13 - Vezérlő fájlok

A Spring Boot rendszerben a Controller osztály feladata a bejövő REST API kérések feldolgozása, a modell elkészítése és a nézet visszaküldése válaszként. A Spring vezérlőosztályait a `@Controller` vagy a `@RestController` annotáció jelöli. Ahhoz, hogy kéréseket API kérésekkel lehessen elvégezni szükség van egy

baseUrl-re. Ebben az esetben a baseUrl a <http://localhost:8085>. Ehhez adódik a `@RequestMapping`

változójába beírt karakterlánc, illetve a Mapping annotáció (`@GetMapping`, `@PostMapping`, `@PutMapping` és `@DeleteMapping`) változójába beírt karakterlánc. Az előbbi osztály fölé, az utóbbit pedig függvények fölé lehet elhelyezni. A Controller osztályok a Service osztályokkal kommunikálnak, tehát a Service osztályok függvényeit használják a kérések feldolgozásához. Az adatbázis műveletek elvégzéséhez pedig a Service osztályok használják a Repository osztályok függvényeit.

Példaként a UserController osztályt szeretném bemutatni:

```
@RestController
@RequestMapping(path = "/user")
@PreAuthorize("isAuthenticated()")
```



```

public class UserController {
    Logger logger = LoggerFactory.getLogger(UserController.class);

    private final UserService userService;

    @Autowired
    public UserController(UserService userService) {
        this.userService = userService;
    }

    @GetMapping
    public ResponseEntity<User> getUser() {
        Authentication auth = SecurityContextHolder.getContext().getAuthentication();
        String username = (String)auth.getPrincipal();
        User user = userService.getUserByUsername(username);
        logger.info("Response user");
        return new ResponseEntity<User>(user, HttpStatus.OK);
    }

    @PutMapping
    public ResponseEntity<User> updateUser(@RequestBody User user){
        Authentication auth = SecurityContextHolder.getContext().getAuthentication();
        User currentUser = userService.getUserByUsername((String)auth.getPrincipal());
        user = userService.updateUser(currentUser, user);
        logger.info("User updated");

        return new ResponseEntity<User>(user, HttpStatus.OK);
    }

    @DeleteMapping
    public ResponseEntity<User> deleteUser(){
        Authentication auth = SecurityContextHolder.getContext().getAuthentication();
        String username = (String)auth.getPrincipal();
        userService.deleteUserByUsername(username);
        logger.info("User " + username + " deleted");
        return ResponseEntity.status(HttpStatus.NO_CONTENT).build();
    }
}

```

```
}
```

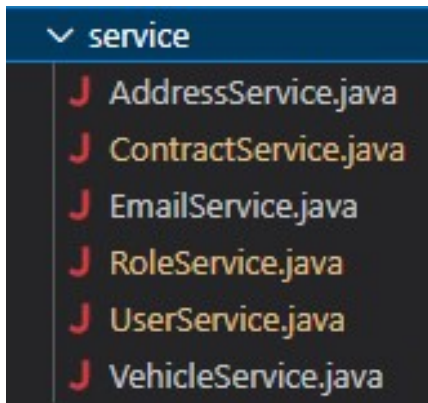
A `@RestController` annotáció jelzi, hogy egy controller osztály speciális változatáról van szó, amely tartalmazza a `@Controller` és a `@ResponseBody` megjegyzéseket, és ennek eredményeként leegyszerűsíti a controller megvalósítását. A `@RequestMapping` `path` változója segítségével állítjuk be, hogy csakis a <http://localhost:8085/user> kéréseket fogadja ez az osztály, vagyis erre figyel. A `@PreAuthorize("isAuthenticated()")` azt jelenti, hogy az ebben az osztályban lévő a kéréseket csak akkor dolgozzuk fel, ha a felhasználó be van jelentkezve. Ami azt jelenti, hogy a kérés indításakor el kell küldeni a fejlécben, azon belül az `Authorization` mezőben a bejelentkezéskor generált token-t. Ezek után következik a `logger` változó, mely egy `slf4j` függőségből ered, és Java naplózási API-t biztosít. Ezután példányosítom a `UserService` osztályt, amelyben az üzleti logika van implementálva, majd jön a `Constructor` függvény, amelyhez egy `UserService` kell. Majd a végén következnek a függvények, amelyek lekezelik a `GET`, a `PUT`, illetve `DELETE` kéréseket a `@GetMapping`, a `@PutMapping` és a `@DeleteMapping` annotációkkal. Értelmszerűen az első lekéri az aktuálisan bejelentkezett felhasználó adatait egy `User` objektumba, a második frissíti a felhasználóhoz tartozó `User` objektumot a kéréskor felküldött `Json` objektum szerint, a harmadikkal pedig a felhasználó saját magát tudja kitörölni. A `POST` azért hiányzik, mert az regisztráláskor van:

```
@PostMapping("/register")
public ResponseEntity register(@RequestBody User user) {
    try {
        logger.info("/register", user);
        return new ResponseEntity<User>(userService.createUser(user),
            HttpStatus.CREATED);
    } catch (ValidationException e) {
        logger.warn(e.getMessage());
        return new ResponseEntity<String>(e.getMessage(),
            HttpStatus.BAD_REQUEST);
    }
}
```

A `@RequestBody` annotáció jelen esetben azt jelenti, hogy a kérés leadásakor egy `Json` objektumot is fel kell küldeni, amely megfelel a `User Entity` modell objektumnak. A `UserService createUser(user)` metódusát használja, amely siker esetén visszatéríti az elkészült `User`-t, különben kivétel keletkezik. A választ a `ResponseEntity` függvénnyel generáljuk, amely a `http` státusz kód mellett egy objektumot, vagy tetszés

szerint szöveget is vissza tud téríteni. HttpStatus kódok közül az OK a 200-nak, a CREATED a 201-nek, a NO_CONTENT a 204-nek, a BAD_REQUEST pedig a 400-nak felel meg.

5.2.3 A Service osztályok



ábra 14 - Szolgáltatás fájlok

A Controller osztályok ezeket az osztályokat hívják meg, hogy fel tudják dolgozni a klienstől kapott HTTP kéréseket. Ezek az osztályok `@Service` annotációval vannak ellátva. Ezekben az osztályokban implementáltam a szerveralkalmazás üzleti logikáját.

Példaként a `VehicleService` osztályból szeretnék bemutatni részleteket:

`@Service`

```
public class VehicleService {
    private final VehicleRepository vehicleRepository;
    private final ContractRepository contractRepository;
    @Autowired
    public VehicleService(VehicleRepository vehicleRepository,
        ContractRepository contractRepository) {
        this.vehicleRepository = vehicleRepository;
        this.contractRepository = contractRepository;
    }
    public List<Vehicle> getVehicles() {
        return vehicleRepository.findAll();
    }
    public void deleteVehicleById(Long id){
        Vehicle vehicle = vehicleRepository.getById(id);
        List<Contract> contracts =
        contractRepository.findAllByVehiclesContains(vehicle);
        for (Contract contract : contracts) {
            contract.setVehicles(new ArrayList<Vehicle>());
            contractRepository.save(contract);
        }
        contractRepository.flush();
        vehicleRepository.deleteById(id);
    }
}
```

}

A fenti kódrészletben látható, hogy `@Service` annotációval jelöljük az osztálynak a funkcióját. Behívjuk a `VehicleRepository` és `ContractRepository` osztályokat és a segítségükkel adatbázis műveleteket végzek el. Az első függvény például visszatéríti az összes járművet, amelyhez a `findAll()` függvényt hívja meg. A második függvény `vehicleId` alapján töröl elemet a `Vehicle` táblából, de a biztonság kedvéért a `Contract` táblát is módosítjuk. Ez úgy történik, hogy megkeressük az összes szerződést, amelynek a járműlistájában szerepel ez a jármű, amit törölni szeretnénk. A biztonság kedvéért ezekből a szerződésekből töröljük a járműveket, hogy később a kölcsönzéskor ne okozhasson problémát. Ehhez a `ContractRepository` segítségével hozzáférünk az adatbázishoz, lekérünk majd mentünk, és ezek után elvégezzük a tényleges törlést a `Vehicle` táblában. A kódban látható egy `contractRepository.flush()` hívás, amely azért kell, hogy szerződésmódosítás azonnal megtörténjen, de mindenképp a `Vehicle` táblából való törlés előtt.

5.2.4 A Repository osztályok



ábra 15 - Repository fájlok

A Spring boot - ban ez az adatbázis függvények tároló osztálya, amelyben rengeteg előre definiált adatbázis műveletet tudunk használni, de saját magunk is tudunk új függvényeket implementálni. Ezek az osztályok `@Repository` annotációval vannak ellátva. Összesen 5 Repository osztályt készítettem, minden modell osztálynak egyet.

Példaként a `UserRepository` osztályt mutatnám be:

`@Repository`

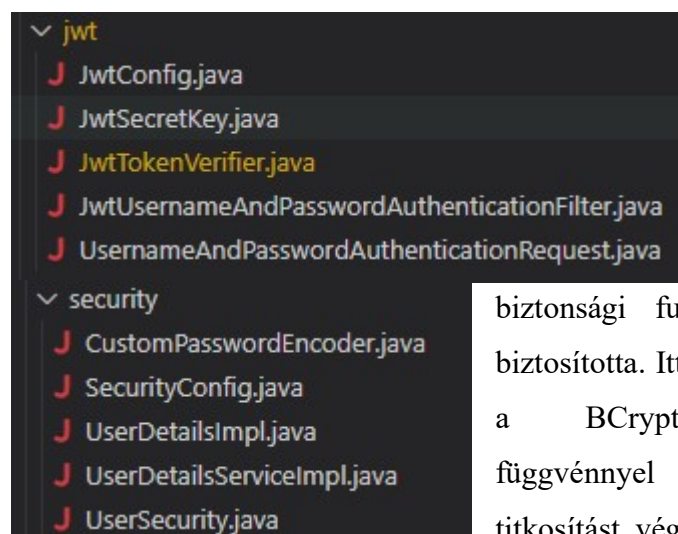
```
public interface UserRepository extends JpaRepository<User, Long> {  
    Optional<User> findByUsername(String username);  
    @Transactional  
    Long deleteByUsername(String username);  
    Boolean existsByUsername(String username);  
    Boolean existsByEmail(String email);  
    boolean existsByRolesIn(Set<Role> roles);  
}
```

A fenti kódban látható, hogy a `@Repository` annotációval kezdünk, amely jelzi a Spring boot-nak, hogy tároló osztályról van szó. Az automatikus függvények generálása

a JpaRepository kiterjesztésnek köszönhető, amelynek első változója a modell, amire vonatkozik, a második pedig ehhez a modellhez tartozó egyedi azonosítónak (ID) a típusa. Jelen esetben ez User és Long, mivel a User Entity modell hez rendel hozzá meghívható műveleteket, amely osztály egyedi azonosítójának a típusa Long.

Tehát amint említettem korábban, vannak automatikusan létrejövő függvények, mint a `findAll()`, amely az összes tárolt objektumot visszatéríti, de lehet kézzel is megírni függvényeket, amint a fenti kódban látható. Ezek a függvények igazából csak interfészként vannak létrehozva, ezzel tudatva a JpaRepository – t, hogy ezekre is szükség lesz. Ezeket is a JpaRepository a nevük alapján implementálja, ezzel könnyítve meg a fejlesztő dolgát. Így a legtöbb esetben nem kell jpql kódot sem írni, elég a megfelelő szavakat a megfelelő sorrendben “megfogalmazva” leírni, hogy mit szeretnénk és a JpaRepository fogja tudni értelmezni, ha jól írtuk meg. Persze ennek használata korlátozott, de nekem a szerver írása alatt elégnek bizonyult ez az eljárás.

5.2.5 A biztonság



ábra 16 - Biztonsági fájlok

A biztonságot a JSON Web Token (JWT) internetes szabvány, illetve a Spring Security hitelesítést, engedélyezést és egyéb

biztonsági funkciókat biztosító keretrendszere biztosította. Itt történik a jelszó kódolása, amelyet a `BCryptPasswordEncoder(Int strength)` függvénnyel végzek, amely egy kriptográfiai titkosítást végez. A strength változó a titkosítás erősségét jelzi, amelyet lehet állítani 4 és 31

között. Értелеmszerűen a magasabb szám biztonságosabb, de több időbe is kerül létrehozni. Én 10-es értéket választottam. Ezzel létrejön a token, amelynek az időtartama mindig bejelentkezésakor adódik meg, amelyet 2 napra állítottam be:

```
String token = Jwts.builder()
    .setSubject(authResult.getName())
    .claim("authorities", authResult.getAuthorities())
    .setIssuedAt(new Date())
    .setExpiration(java.sql.Date.valueOf(LocalDate.now().plusDays(2)))
```

```
.signWith(secretKey)
.compact();
```

5.2.6 A validációk

Az ellenőrzések szerver szinten sajátkezűleg megírt függvényekkel történnek, de a modell osztályokban annotációkkal is sok ellenőrzés van elvégezve. Ilyenek például: `@Email`, `@Password`, `@NotBlank`, `@Size(min,max)` stb. Adatbázis szintű megszorítások is itt a Java kódban vannak megírva. Az alábbi példakódban egyediségre vonatkozó megszorítások vannak.

```
uniqueConstraints = {
    @UniqueConstraint(columnNames = "username"),
    @UniqueConstraint(columnNames = "email")
}
```

Gradle segítségével beépítettem a `javax validation` csomagot is, amely tartalmazza a `bean validation` API-kat, amelyek leírják a JAVA Bean-ek előre programozott ellenőrzését.

5.3 Kliens alkalmazás

Kliens alkalmazásként egy Android telefonos applikációt készítettem. Először React-native programozási nyelvre gondoltam, mivel abban nagyobb a tapasztalatom. Miközben a háttérkutatót végeztem kicsit jobban elmélyedtem más technológiákban is, így mélyültem el jobban a Java alapú Kotlin programozási nyelvben, annak is a mobil applikációval kapcsolatos vonatkozásában. A nyelv rendelkezik a Java minden előnyével, konkrétan használhatja a Java könyvtárakat, és ezenkívül a nyelvezete nagyon könnyed, könnyen átlátható kód keletkezik. Egy modern programozási nyelv, és akár Java kódra is átalakítható, illetve fordítva. Ezenkívül az egyetemen is tanultam egy rövid ideig. Ez elég is volt nekem, hogy ebben kezdjek el egy projektet, amelyet sikeresen egy használható állapotba hoztam összekötve a Spring boot szerver alkalmazással. A Kotlin felhasználói felületéhez XML kódot lehet használni. Mivel az XML bővíthető és nagyon rugalmas, sok különböző dologra használják, beleértve az Android-alkalmazások felhasználói felületének megalkotását.

Ez az alkalmazás arra hivatott, hogy egyszerű és felhasználó barát módon adjon lehetőséget kibérelni egy járművet. Összesen hét kategória közül válogathatunk: autó, roller, kerékpár, teherhordó jármű, kamion, busz és motorbicikli. A lehetőségek között

böngészhetünk, megnézhetjük őket kategória szerint, részleteket is megtekinthetünk róla és közben, ha szeretnénk az ADD gomb segítségével felvehetjük a listánkra akár lista nézetben, akár a tulajdonságok oldalon tartózkodunk.

Megtekinthetjük a kölcsönzési listát, amelyet módosíthatunk, kitörölhetünk belőle, de van lehetőségünk az egészet is kitörölni egyetlen gombnyomással és előlről kezdeni az egészet. Ha megvan a lista, akkor bérlési felületen kiválasztjuk a dátumot amikortól ki szeretnénk venni, illetve a visszahozás idejét. Ezután egy gombnyomással létrejön a szerződés. A szerződés adatait egy emailben kapja meg a felhasználó, amelyben részletesen ki van listázva, hogy mit vásárolt, melyik járműnek a bérlete mennyibe kerül naponként és összesen. Az utolsó sorban egy összegzés található, hogy mekkora a teljes összeg, amelyet ki kell fizetni. Ezek az összegek függenek az egyes járművek napi bérlési díjától és természetesen attól, hogy hány napra szól a kölcsönzés.

5.3.1 A kliens applikáció felépítése

Alapvetően az MVC architektúrát használtam. A funkcionalitást a legjobb tudásom szerint építettem be. Utána olvastam modernebb architektúráknak is, mint az MVP vagy az MVVM, amelyek jobb hatásfokkal rendelkeznek.

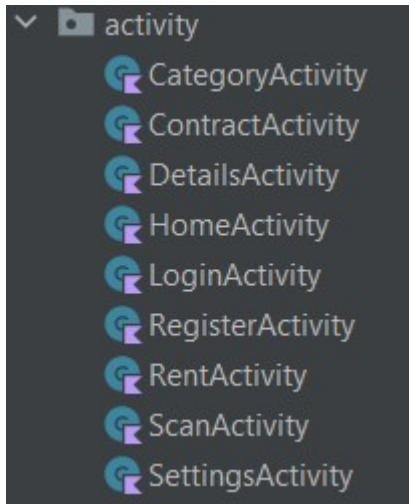
A modell-nézet-prezenter szoftvertervezési minta az MVC-mintából alakult ki. Az MVP-modell főleg olyan alkalmazásokban nyújt jelentős előnyöket (hasonlóan az MVC-hez), ahol komplex adathalmazokon kell műveleteket végezni, és ezek eredményeit a felhasználó elé tárni. A modell-nézet-nézetmodell minta pedig egy architekturális minta. A minta leválasztja a grafikus felhasználói felületet és az üzleti logikát. A nézetmodell értékkonverter, ez a felelős az adatok átalakításáért a könnyű kezelhetőséghez és reprezentálásához.

Tudom, hogy például egy MVVM architektúra segítségével optimálisabb alkalmazást tudtam volna létrehozni, de ezt nem tanultam az iskolában, így inkább egy olyan architektúrát választottam, amelyben otthonosabban mozgok. Végül összeraktam egy működő alkalmazást egy általam jól ismert architektúrában, habár lehet nem ez volt a legoptimálisabb megoldás. Ennek ellenére nagyon stabilnak éreztem, és ahol lehet felhasználóbarát módon lekezeltem a történéseket, beépített felugró ablakokkal, kiemelésekkel.

A modelleknek felelnek meg a modell objektumok, amelyek az adatok küldésekor, illetve fogadásakor használatosak a kérésekben. A nézetek (view) Kotlinhoz

igazított xml struktúrákban vannak megalkotva, amelyek meghatározzák az oldalak kinézetét. A controllert pedig a nézetek-hez megírt Activity osztályok alkotják, amelyek a működésért felelősek, vagyis az alkalmazás backendjét adják.

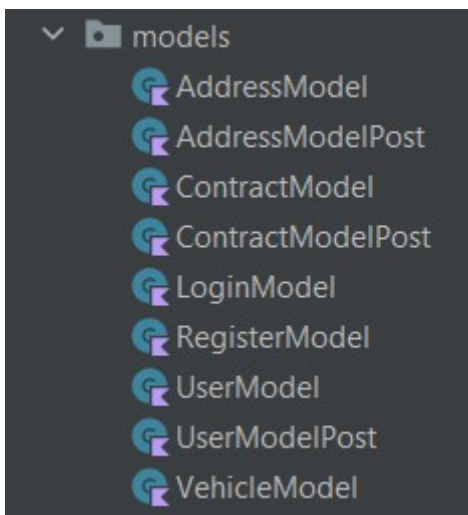
5.3.1.1 Activity osztályok



ábra 17 - Felületek Controller osztályai

Ezekben az osztályokban van implementálva az oldalak back-end-je. Itt van megírva, hogy milyen eseményre milyen logika fusson le, melyik Rest API kérés történjen meg. Tehát ezek az osztályok kezelik le a szerverrel való kapcsolatot és írják le a belső működést. Minden oldalhoz pontosan egy Activity osztály tartozik.

5.3.1.2 Modell osztályok (models)



ábra 18 - Modell osztályok

Ezek most nem a perzisztens adattárolás miatt vannak, mint ahogy a szerver alkalmazásban látható volt, hanem az adatok fogadásához, illetve küldéséhez. Itt egy JSON konverzió történik és megkülönböztessük az adatok fogadásához és küldéséhez használt objektumokat.

Így néz ki egy adat fogadásához használt

adatobjektum:

```
data class AddressModel (
```

```
    val id : Long? = null,  
    val country : String? = null,  
    val county : String? = null,  
    val city : String? = null,
```



```

        val zipCode : String? = null,
        val streetName : String? = null,
        val number : String? = null,
        val door : String? = null,
    )

```

Így néz ki egy adat küldéséhez használt adatobjektum, ahol Objektumról JSon adatstruktúrára történik az átalakítás:

```

data class AddressModelPost(
    @SerializedName("id") val id : Long? = null,
    @SerializedName("country") val country : String? = null,
    @SerializedName("county") val county : String? = null,
    @SerializedName("city") val city : String? = null,
    @SerializedName("zipCode") val zipCode : String? = null,
    @SerializedName("streetName") val streetName : String? = null,
    @SerializedName("number") val number : String? = null,
    @SerializedName("door") val door : String? = null,
)

```

Az átalakításhoz szükség van a `@SerializedName` annotációra, amely megfeleltetést végez, hogy JSon szerkezetet tudjunk küldeni akár létrehozáshoz vagy frissítéshez. Az eredmény körülbelül így nézhet ki:

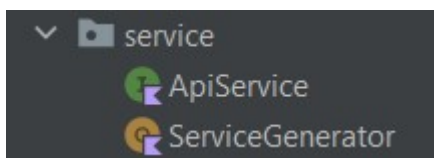
```

{
    "id": 7,
    "city": "Szeged",
    "country": "Magyarország",
    "county": "Csongrad",
    "streetName": "Hajlat utca",
    "number": 1,
    "zipCode": "6700",
    "door": "A1"
}

```

Ez a szerkezet az adatátviteli objektum (DTO) szerkezetéhez áll a legközelebb, mivel ez is folyamatok között közvetít adatokat.

5.3.1.3 Szolgáltatások (service)



Ebben az alkalmazásban a szolgáltatások biztosítják a szerverrel való kapcsolatot. Ehhez OkHttpClient, Retrofit2 és Gson függőségeket

ábra 19 - Service fájlok

használok. A függőségek beinjektálásához Gradle projektépítő eszközt választottam, amelyet a szerver alkalmazásnál is használtam. A Kotlin a Java nyelvből fejlődött ki, ezért elég sok párhuzamot lehet vonni a kettő között.

Itt vannak megírva az API hívások függvényei is. Itt van erre egy példa:

```
@GET("/vehicle/{vehicleId}")
fun getVehicleById(@Header("Authorization") authorization: String?,
@Path("vehicleId") vehicleId: Long?): Call<VehicleModel>
```

A `@GET` annotáció jelzi, hogy egy lekérésről van szó, és zárójelben utána a kérés szövege található, amelyet a ServiceGenerator egészít ki. A `@Path` a Springben használt `@PathVariable`-hez hasonló. Ezenkívül látható, hogy a küldéskor a fejlécben is elküldünk egy karakterláncot, amely a Bearer Token. Ezt a módszert a legtöbb kéréskor használjuk, ahol azonosítanunk kell magunkat. A `Call<VehicleModel>` a visszatérési értéket mutatja, amely egy `VehicleModel` objektum.

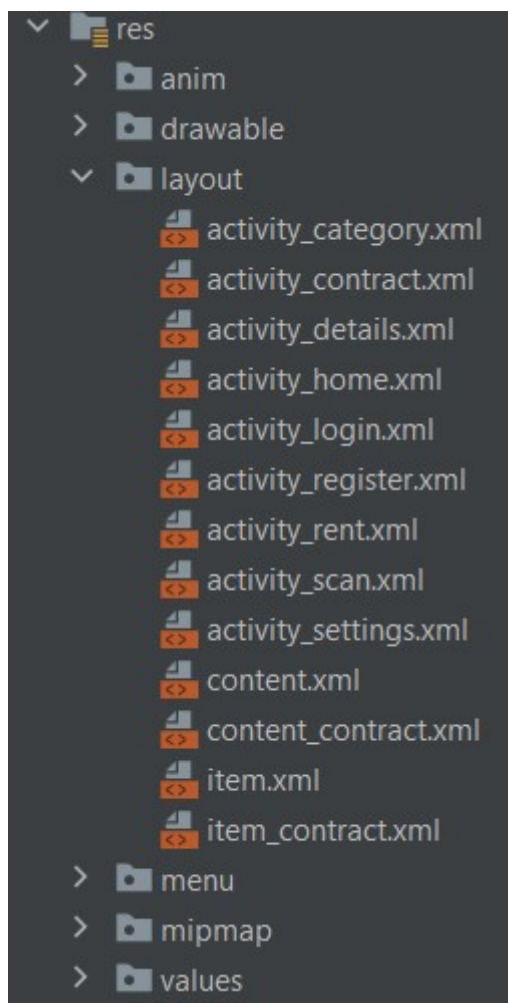
5.3.1.4 Ellenőrzések (validations)

Az ellenőrzéseket egy külön fájlba írtam össze, hiszen több helyen is kell használnom ugyanazokat a függvényeket. Ezeknek a lényege annyi, hogy a megkapott értékekről megállapítsa, hogy megfelelnek-e egy bizonyos kritériumnak. Van, hogy egyszerre egy listát is leellenőriztetek, de legtöbb esetben egy érték helyességéről van szó. Itt egy példa:

```
fun validationUsername(editText: EditText): Boolean{
    val len: Int = editText.text.toString().length
    return len in 3..24
}
```

Itt látható, hogy egy `EditText` objektumot kap és egy `Boolean` értéket térít vissza. Ez a felhasználónév mezőnek az ellenőrzése. Ennek a hossza nagyobb kell legyen mint 3 és kisebb kell legyen mint 24. Látható, hogy a Kotlin-ban nagyon röviden és elegánsan lehet ezt leimplementálni.

5.3.1.5 Erőforrások (resource)



ábra 20 - Erőforrások fájl szerkezete

Ebben a könyvtárban vannak leírva a felületek kinézete XML leírónyelvet használva, itt találhatók különböző konfigurációs fájlok, rendszerváltozók (színek, karakterláncok) és itt vannak eltárolva a képek, ikonok és minden, ami a kinézet alapját adja.

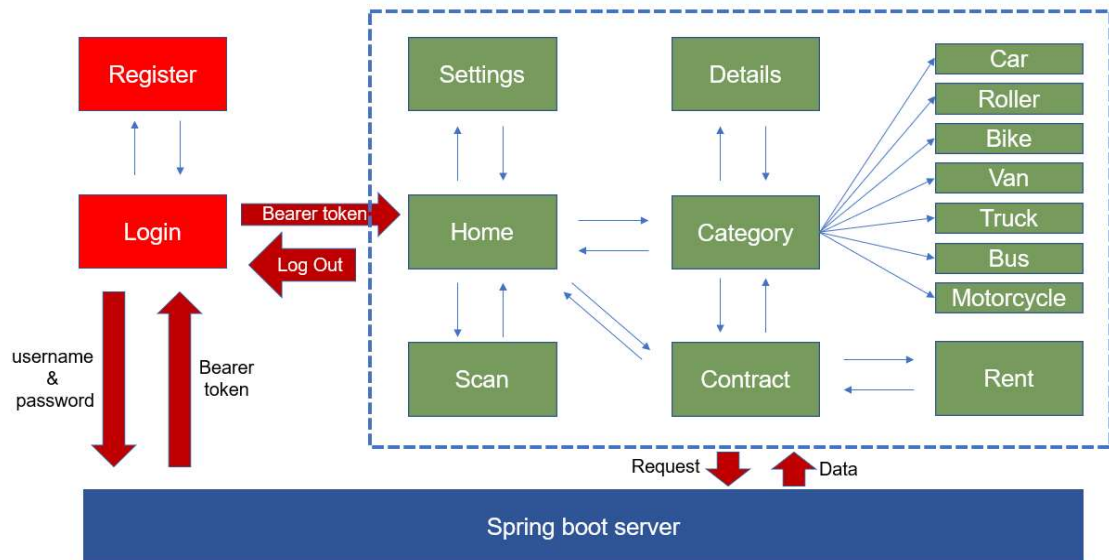
Ez a réteg tartalmazza az MVC architektúra szerinti nézeteket. Hasonlít a webprogramozásban használt HTML struktúrához, csak mintha egybe lenne olvasztva a CSS-el. Hiszen itt például egyszerre hozunk létre egy gombot, mondjuk meg, hogy hol legyen, illetve milyen színű legyen, hogy mekkora betűkkel rendelkezzen stb. Ez mind egy XML objektumon belül. De ehhez képest én elég használhatónak találtam.

5.3.2 Felületek

A Kliens alkalmazás számos felülettel rendelkezik. Ezek közül csak a Login és a Register felület érhető el bejelentkezés nélkül, a többi csakis érvényes felhasználónév és jelszó beírása után lehetséges. Ahhoz, hogy a belső oldalak érvényes kéréseket tudjanak küldeni szükség van egy érvényes bearer tokenre, amely bejelentkezéskor jön létre a szerverben és terítődik vissza a kliensnek. A kliens elmenti és ezt a tokenet használja egy újabb bejelentkezésig, vagy amíg az a token érvénytelenné nem válik, amely miatt a szerverrel való kommunikáció lehetetlenné válik. Tehát a 21. ábrán a szaggatott vonalon kívüli oldalak olyan kéréseket használnak, amelyek személytelenek, így nem kell token, addig a szaggatott vonalon belül lévő oldalak csak úgy tudnak működni, ha egy

érvényes bearer token tudnak elküldeni a kéréseik fejlécében, amelyhez be kell jelentkezni.

A kliens alkalmazás felületeinek kapcsolati hálóját a lenti ábrán látható.



ábra 21 - Kliens felületek kapcsolati architektúrája

A piros nyilak azt jelölik, hogy ott adatáramlás is történik, a vékony kék nyilak pedig az oldalak közötti átjárhatóságot jelölik. Rögtön látható, hogy két részre oszlik a kliens alkalmazás. Egy bejelentkezés előtti és egy bejelentkezés utáni részre. A bejelentkezés előtt a Login és a Register felületek érhetők el, a többi csak utána. A bejelentkezés után eléggé szerte ágazóan járhatunk az oldalak között, úgymond böngészhetünk az adatok között, használhatjuk az általam megírt funkciókat. A Kliens alkalmazásban lévő műveletek legnagyobb része Rest API kérések segítségével történik. Az ellenőrzés sok esetben többszinten van megvalósítva.

5.3.2.1 Login felület

Elindítás után a Login képernyőre jutunk. Innen be tudunk lépni, ha már rendelkezünk egy érvényes felhasználóval és persze tudjuk a hozzá tartozó jelszót. Ezeket beírva a megfelelő mezőkbe és megnyomva a Login gombot belépünk az alkalmazásba. Ha nincs még felhasználónk, akkor a Regisztrációs oldalra lehet menni. Itt, ha a *-al jelölt mezőket megfelelően kitöltjük, akkor tudunk regisztrálni.

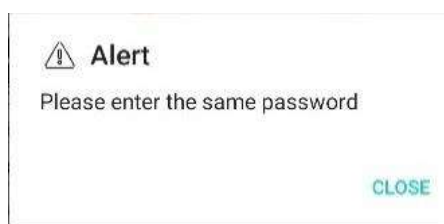
ábra 22 - Login oldal

5.3.2.2 Regisztráció felület



ábra 23 - Regisztrációs oldal

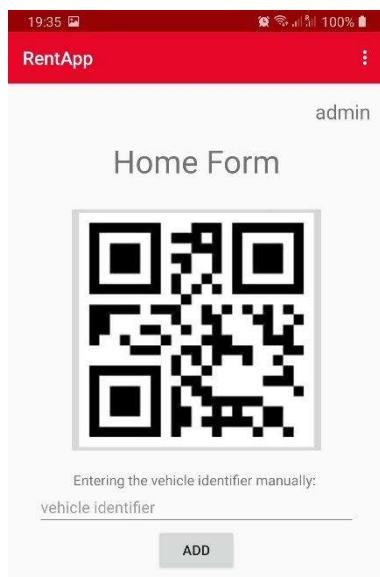
Ahogy már írtam a Regisztrációs felületre csakis a Login felületről tudunk eljutni és a *-al jelölt mezők kötelezőek. Ezenkívül, ha számlázási címet is szeretnénk kitölteni, akkor ugyanazok a mezők kötelezőek, amelyek a sima címnél, de nem kell aggódni, hiszen a felület mindenre fel van készítve, így jelez, ha üres vagy hibás érték kerülne valamelyik mezőbe. Ekkor egy felugró ablakkal vagy figyelmeztetéssel adja tudatunkra, hogy mivel van probléma és



ábra 24 - Felugró ablak

mi a teendő.

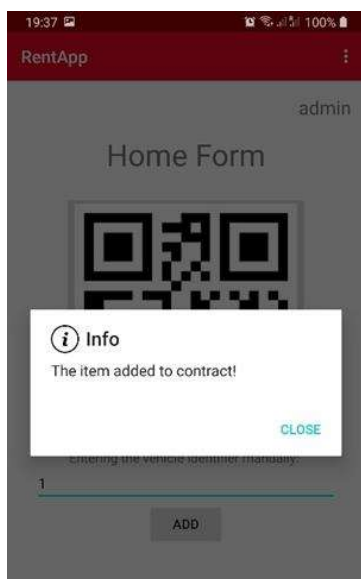
5.3.2.3 Home felület



ábra 25 - Home felület

Sikeres bejelentkezéskor minden esetben a Home felületre jutunk, ahol a felső jobb sarokban olvasható a felhasználónév. Ez minden oldalon így van, ahol be vagyunk jelentkezve. Ez az alkalmazás útválasztója. Innen a menü segítségével eljuthatunk a Settings, a Category vagy a Contract oldalakra.

Ezenkívül lehetőségünk van egy barkód, vagy QR kód beolvasására. Ennek a segítségével tudjuk beolvasni a kibérlendő jármű azonosító kódját, amelynek sikeres beolvasása után be is rakja a felhasználó Contract objektumának a járműveket tartalmazó listájába. Itt mindig van egy ellenőrzés, hogy ne legyen ugyanaz a jármű többször is felvételre kerüljön, amely szerver szintről jön, de kliens oldalon is le kellett



**ábra 26 - Felugró ablak
manuális beírás után**

kezelné. Ez hasznos, ha ott van mellettünk a jármű, például egy elektromos roller, és nehézkes lenne kikeresni a listából, sok adat között szinte lehetetlen. Ezzel a módszerrel egyszerűen egy QR- vagy bárkódot beolvasva a szerver azonosítja a járművet berakja a listába és pár gomb lenyomása után pedig már gurulhatunk is a rollerrel. Persze valóságban ez bonyolultabb lehet és több folyamatnak is le kell futnia, de hasonló rendszerek már működésben vannak Magyarországon (Mol Bubi).

Ennek az azonosítónak a beolvasása történhet manuálisan is, hiszen kell gondolni azokra is, akiknek például elromlott a kamerája, vagy lehet az is, hogy elszakadt a járműre ragasztott QR kód, de az azonosítót még ki lehet olvasni.

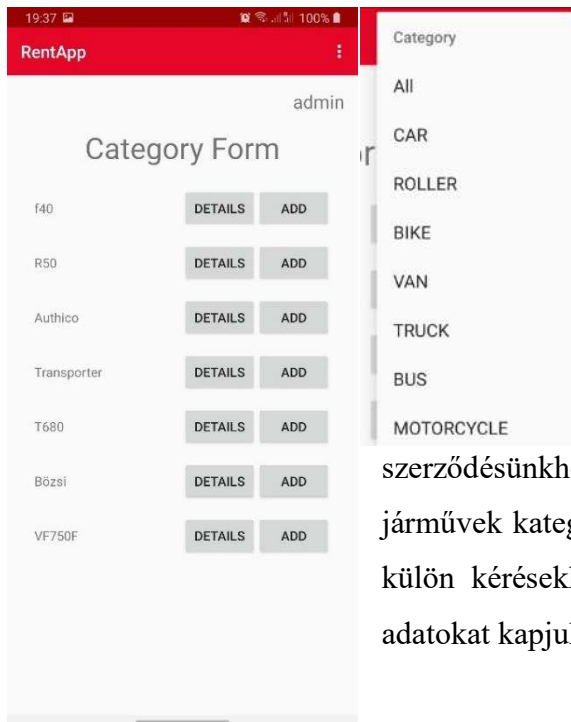
5.3.2.4 Settings felület

 A screenshot of the RentApp mobile application showing the 'Settings Form'. The top bar is red with a back arrow, 'RentApp', and a user profile icon labeled 'admin'. The title 'Settings Form' is centered. Below the title, there are several input fields for user information: Username* (admin), Password* (password), Email* (biroffaci@gmail.com), First Name* (Laci), Last Name* (Biro), and Phone* (0036301234567). There are also fields for Home address* (Country, city, zipCode, streetName, county, door) and Billing address* (country, city, zipCode, streetName, county, door). At the bottom, there are two buttons: 'UPDATE' and 'DELETE'.

ábra 27 - Beállítások oldal

Ide a Home oldalról lehet eljutni, és a felhasználó profiljának az adatai jelennek meg szerkeszthető formában. Ezek átírása után lehetőségünk van módosítani saját adatainkon az update gomb megnyomásával. Itt is működnek ugyanazok az ellenőrzések a mezőkre, amelyek a Register felületen megvoltak írva, mivel a két felület nagyon hasonló nem volt nehéz dolgom ezek beüzemelésében. Ezenkívül, ha szeretnénk az egész profilunkat tudjuk törölni, amely után az alkalmazás visszalép a Login felületre, hiszen már nem lehetünk ezzel a profillal bejelentkezve.

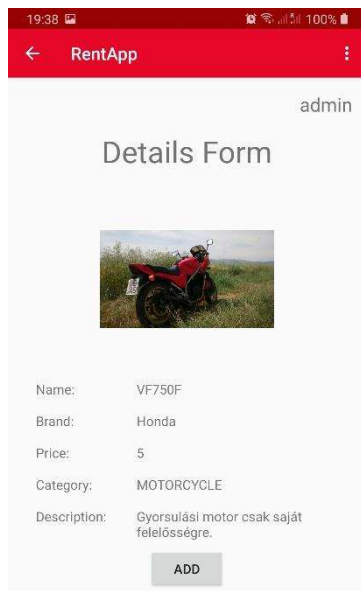
5.3.2.5 Category felület



ábra 28 - Kategóriák oldal,
kategóriák menüpont

Ide több helyről is eljuthatunk. Itt jelenik meg a járművek listája, ahol a szerveren tárolt összes jármű megjelenik, mellettük egy Details és egy Add gombbal. A Details gombot megnyomva az adott jármű tulajdonságai jelennek meg. Az Add gomb megnyomása után pedig hozzáadjuk az adott járművet a szerződésünkhöz. A menüben lépkedve lehetőségünk van járművek kategóriái szerint szűrni az adatokat. Ezek mind külön kérésekkel működnek, ezért mindig a legfrissebb adatokat kapjuk, ami adatbázisban el van tárolva.

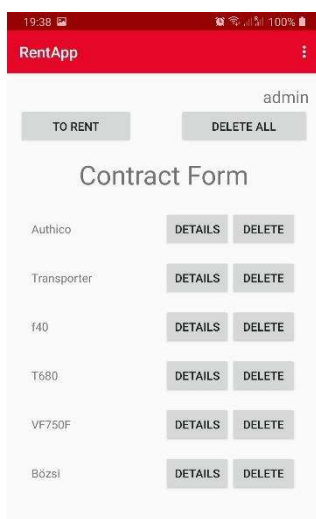
5.3.2.6 Details felület



ábra 29 - Részletek oldal

Ide mindig onnan tudunk eljutni, ahol megjelenik a járművek listája valamilyen formában, megnyomva a Details gombot a lista valamelyik elemén. Itt jelennek meg a jármű adatai, amelyek a következők: név, márka, napidíj, kategória, leírás. Ezeken kívül itt található egy Add gomb, amely hozzáadja ezt a járművet a szerződéshez.

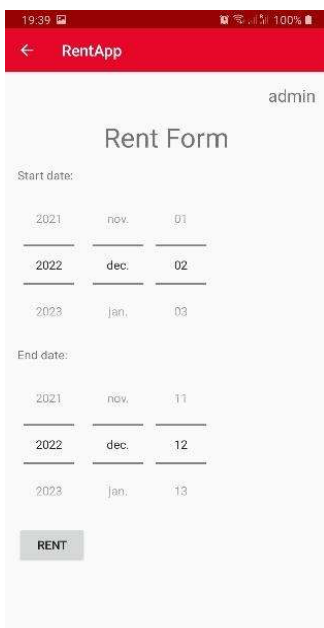
5.3.2.7 Contract felület



ábra 30 - Szerződés felülete

A Contract oldalt több helyről is el tudjuk érni a menüben a Contract menüpont segítségével. Itt látható a szerződésbe rakott járművek listája. Egy listaelemen a *Details* gomb hatására a járműhöz tartozó Details oldalra jutunk, a Delete gomb megnyomásának hatására pedig kitörli az aktuális járművet a szerződésből és frissíti a listát. A *To Rent* gomb megnyomása után a Kölcsönzési oldalra jutunk. A *Delete All* gomb megnyomása után minden jármű törlődik a Szerződés járműlistájából.

5.3.2.8 Rent felület



ábra 31 - Foglalás felülete

Ide a Contract oldalról tudunk eljutni. Itt található két DatePicker, amelybe beállíthatjuk, hogy mikortól meddig szeretnénk kibérelni a járműveket. Ezekre vannak különböző megszorítások:

- Az első dátum nem lehet kisebb, mint a mai dátum.
- A második dátum szigorúan nagyobb kell legyen, mint a kezdeti dátum

A Rent gomb megnyomásának hatására létrejön a szerződés, illetve az alkalmazás elküldi e-mailben a szerződés fontosabb jellemzőit, ez egyben egy visszaigazoló e-mail is. Ezért kötelező megadni az e-mail címet, amelynek

3 szintű validációja van. Emailben a felhasználó minden aktuálisan kikölcsönzött járműről kap adatot, ezenkívül azt, hogy mennyit kell fizetnie az egyes tételekért és összesen az egészért. Ezt a szerver számolja ki a napidíjak és a DatePicker-ekből elküldött adatok alapján. Ezek PathVariable - ben küldődnek el Rest API kérésben.

Itt látható egy kölcsönzés esetén küldött e-mail szövege:

You have successfully rented vehicles!

StartDate: 2022-12-06

EndDate: 2022-12-23

Vehicles:

1. Vehicle:

Name: T680

Brand: Kenworth

Price/day: 20

Total price: 340

Description: Gyorsulás 0-ról 100-ra? Igen.

Category: TRUCK

2. Vehicle:

Name: VF750F

Brand: Honda

Price/day: 5

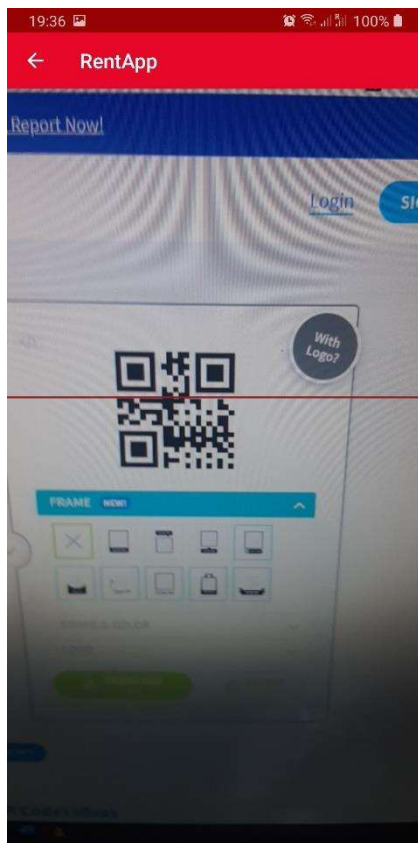
Total price: 85

Description: Gyorsulási motor csak saját felelősségre.

Category: MOTORCYCLE

Sum: 425

5.3.2.9 Scan felület

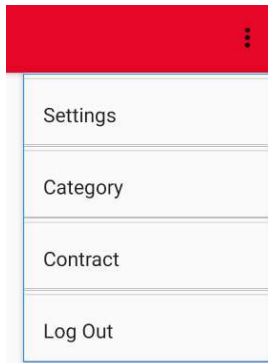


Ide a Home oldalról tudunk eljutni a QR kód képére nyomva. Az a szerepe, hogy beolvasson egy QR kódot, vagy bárkódot. Ehhez engedélyt kell adnunk az alkalmazásnak, hogy használhassa a kamerát. Ha ez engedélyezve van, akkor nem kéri többé az alkalmazás. Amint erre az oldalra lépünk elkezd keresni egy képet, amit le tud olvasni. Ha leolvasta, akkor leáll a keresés és megvizsgálja a beolvasott kódot. Ha felismeri egy jármű azonosítójaként, akkor a szerver megnézi, hogy be volt-e rakva már a listába. Ha nem szerepel ez a jármű, akkor berakja, különben kiírja a megfelelő üzenetet.

ábra 32 - Barcode szkennel
működés közben

Beolvasás után visszalép a Home oldalra, ha esetleg még egy járművet szeretnénk olvasni, csak újra meg kell nyomni a képet, de más módszert is választhatunk egy jármű berakásához.

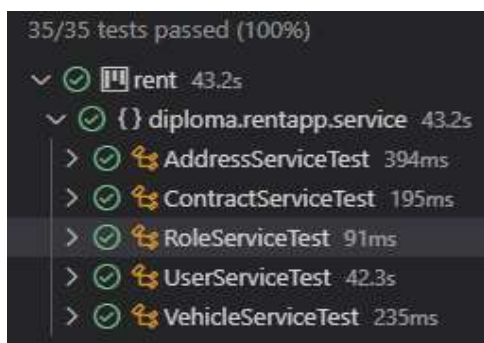
5.3.2.10 Log Out



Bár ennek külön felülete nincs, de ez is nagyon fontos része a felületeknek, hiszen majdnem minden oldalon megtalálható. Az oldalakról kilépés akármikor lehetséges a menü használatával minden esetben az utolsó menüpontra lépve. Ilyenkor a bearer token törlődik a rendszerből és visszalépünk egy teljesen új Login oldalra.

ábra 33 - menü (Home)

6 Tesztelés



ábra 34 - Tesztek

Automatikus tesztelés csak a szerver környezetben található, de az elején nagyon sokat segített a Postman API kliens alkalmazás. A kliens alkalmazás esetén statikus teszteléssel bizonyosodtam meg a funkciók helyességéről, amely alatt manuális tesztet és code review-t értek. A tesztelés során az üzleti logika funkcióinak tesztelését végeztem el, amelyet

megpróbáltam kiterjeszteni a Service osztályok függvényeinek egészére. Ezek JUnit tesztek, amelyeket könnyen lehet kezelni egy Java alkalmazásban. Ezzel persze a Repository osztályok tesztelése is történik, mivel a Service-ben lévő függvények ezt használják fel feladataik elvégzése során. Mivel a Repository osztályban adatbázis műveleteket végzünk el, és ezek kigenerálásához a Modell osztályokat használja fel, ezért az egész szerver működésének tesztelése is megtörténik. Elvileg, ha a tesztek lefutnak, akkor a szerver alkalmazás hibamentes, persze feltételezve, hogy a Controller osztályok megfelelően fogadják a kéréseket és jól is válaszolnak. Összesen 35 tesztet írtam meg az 5 Service osztályra, amelyek egyszerre, vagy külön is lefuttathatóak.

Példaként a RoleServiceTest.java osztályból szeretnék részleteket bemutatni:

```
@SpringBootTest
@TestInstance (Lifecycle.PER_CLASS)
public class RoleServiceTest {
    @Autowired
    private RoleRepository roleRepository;
    @Autowired
    private UserRepository userRepository;
    @Autowired
    private RoleService roleService;
    private Role role = new Role(ERole.ROLE_ADMIN);
    private Role role2 = new Role(ERole.ROLE_USER);
    @BeforeAll
```

```

public void beforeAll() {
    userRepository.deleteAll();
    userRepository.flush();
}
@BeforeEach
public void before() {
    roleRepository.deleteAll();
    roleRepository.flush();
}
@Test
public void createRole(){
    Role result = roleService.createRole(role);
    assertNotNull(result);
    assertNotNull(result.getId());
}

```

A fenti példakódban látható, hogy `@SpringBootTest` annotációval kezdünk, amely jelzi a Spring boot keretrendszernek, hogy ez egy Teszt osztály. Ha hozzáadjuk a `@TestInstance` (`TestInstance.Lifecycle.PER_CLASS`) elemet a tesztosztályhoz, elkerülhető, hogy az osztály minden tesztjéhez új példány jöjjön létre. Ez különösen akkor hasznos, ha sok teszt van ugyanabban a tesztosztályban, és ennek az osztálynak a példányosítása költséges. Az `@Autowired` kulcsszóval egyszerűen adattagként felvettem a szükséges Service osztályokat, példányosítás nélkül. Ezután a role modelleket példányosítom. Összesen 2 darab van a szerveralkalmazásban, tehát itt most mind a 2 látható (Admin, User). A `@BeforeAll` annotációval ellátott függvény egyszer fut le a tesztek végrehajtása előtt, a `@BeforeEach` pedig minden egyes `@Test` annotációval ellátott függvény előtt lefut, amely ebben az osztályban található. A `@Test` annotáció magától értetődően egy tesztesetet jelöl. A fenti kódban látható teszt létrehoz egy szerepkört (Admin-t) és leellenőrzi az `assertNotNull` függvénnyel, hogy az objektum, illetve az id-ja létrejött-e. Többfajta ellenőrzés is létezik: `assertFalse`, `assertEqual`, `assertTrue` stb.

7 Összefoglalás

A szerver-kliens alkalmazás elkészítése során úgy érzem elég sok tapasztalatot szereztem a hasonló rendszerek felépítésének megértésében. Nagyrészt sikerült elérnem, ami a feladatkiírásban le van írva, bár a kliens alkalmazás szerkezetét modernebb tervezési minta szerint is összeállíthattam volna. Ami nehezebb volt az a szerveroldali hitelesítés és a QR kódolvasó beüzemelése kliens oldalon. A többi feladathoz szükséges időt körülbelül jól becsültem meg az elején.

A szerver futtatásához Visual studio code - ban a RentApplication.java-ban lévő main-t kell elindítani. A kliens futtatása Android studio - ban való megnyitás után lehetséges emulátor, vagy egy fizikai készülék használatával.

Továbbfejlesztési lehetőség bőven akad, ha egy valóban eladható szoftver szintjére kellene felemelni ezt az alkotást. A kölcsönzési folyamatot ki lehetne egészíteni pdf szerződés generálásával vagy online fizetési lehetőséggel. Lehetne bővíteni a bejelentkezést úgy, hogy létező facebook, vagy google felhasználóval is lehessen használni. Ehhez a szervert kell továbbfejleszteni akár többfajta titkosítási technológiák és biztonsági könyvtárak felhasználása is szükséges lehet. Ezenkívül lehetne egy másik klienssel is bővíteni a portfóliót, hogy ne csak telefonról lehessen használni, hanem például egy böngészőből is egy webkliens segítségével.

Összességében el szeretném mondani, hogy hasznosnak éreztem tapasztalati szemszögből ennek a projektnek az elkészítését és örülök, hogy idáig eljutottam. Úgy érzem egy stabilan működő rendszert tudtam elkészíteni, ahol a kliensek az internet segítségével képesek elérni a szervert akár egyidőben is a Spring boot beépített tranzakciókezelésének köszönhetően.

A forráskód elérhető githubon a következő linken:

<https://github.com/birollaci/szakdolgozat>

8 Irodalomjegyzék

- [1] Java [Online]. Elérhető: https://www.java.com/en/download/help/whatis_java.html.
[Hozzáférés dátuma: 31 október 2022].
- [2] Spring [Online]. Elérhető: <https://spring.io/>, [Hozzáférés dátuma: 05 november 2022]
- [3] Android [Online]. Elérhető: <https://www.javatpoint.com/android-software-stack>,
[Hozzáférés dátuma: 05 november 2022]
- [4] Alkalmazásfejlesztési környezetek (VIAUAC04), 2022 tavaszi előadások, Tárgy
holnapja: <https://portal.vik.bme.hu/kepzes/targyak/VIAUAC04>
- [5] MySQL [Online]. Elérhető: <https://dev.mysql.com/doc/>, [Hozzáférés dátuma: 10
november 2022]
- [6] Spring boot [Online]. Elérhető: <https://spring.io/projects/spring-boot>,
[Hozzáférés dátuma: 10 november 2022]
- [7] Spring MVC [Online]. Elérhető:
<https://www.digitalocean.com/community/tutorials/spring-mvc-example>,
[Hozzáférés dátuma: 10 november 2022]
- [8] CRUD [Online]. Elérhető: <https://www.codecademy.com/article/what-is-crud>,
[Hozzáférés dátuma: 15 november 2022]

- [9] Hibernate, ORM, JPA [Online]. Elérhető: <https://www.javatpoint.com/hibernate-tutorial>, [Hozzáférés dátuma: 15 november 2022]
- [10] OkHttp [Online]. Elérhető: <https://square.github.io/okhttp/>, [Hozzáférés dátuma: 15 november 2022]
- [11] Sdk [Online]. Elérhető: <https://www.redhat.com/en/topics/cloud-native-apps/what-is-SDK>, [Hozzáférés dátuma: 15 november 2022]
- [12] Git, [Online]. Elérhető: <https://git-scm.com/doc>. [Hozzáférés dátuma: 15 november 2022].
- [13] REST [Online]. Elérhető: <https://www.redhat.com/en/topics/api/what-is-a-rest-api>, [Hozzáférés dátuma: 15 november 2022]
- [14] Retrofit 2 [Online]. Elérhető: <https://medium.com/@jintin/retrofit-2-b0c80d5caadf>, [Hozzáférés dátuma: 15 november 2022]
- [15] Postman [Online]. Elérhető: <https://www.javatpoint.com/postman>, [Hozzáférés dátuma: 20 november 2022]

Függelék

Build-elés – az a folyamat, amely során a számítógép a forráskódot valamilyen futtatható állományba tömöríti össze, amelyet később fel tudunk használni akármikor, vagy amikor direkt feltelepíti a programot egy céleszköze.

Git Branch – hatékonyan mutatják a változtatások pillanatképét. A fájlok könyvtárból könyvtárba másolása helyett a Git egy branchet tárol a véglegesítésre való hivatkozásként. Ebben az értelemben egy branch a véglegesítések sorozatának csúcsát jelenti – ez nem a véglegesítések tárolója.

Git Merge – A mergelés a Git módszere arra, hogy újra összerakja az elágazó brancheket. A git merge parancs lehetővé teszi a git branch által létrehozott független fejlesztési vonalak felvételét és egyetlen ágba való integrálását.

Fetch - A git fetch parancs egy távoli tárolóból tölti le a véglegesítéseket, fájlokat és hivatkozásokat a helyi tárhelyre. A lekérés az, amit akkor csinál, ha látni szeretné, min dolgozott már mindenki. Ez teszi a lekérést biztonságossá, mielőtt integrálná a véglegesítéseket a helyi tárolóba.

Pull - A git pull parancs a tartalom távoli tárolóból való lekérésére és letöltésére szolgál, valamint a helyi lerakat azonnali frissítésére, hogy megfeleljen a tartalomnak.

Commit – A git commit parancs pillanatképet készít a projekt jelenleg végrehajtott módosításairól.

Push - A git push parancsot a helyi lerakat tartalmának távoli tárolóba való feltöltésére használják. A leküldés az a mód, ahogyan átviheti a commitokat a helyi lerakathoz egy távoli tárolóba.

Debug folyamat – hibakeresési folyamat, ami lehet statikus (fejlesztői eszköz általában elvégzi), és dinamikus, amelynek során a program lefuttatásával ellenőrizzük, hogy az megfelelően működik-e. Ez általában magával vonja annak ellenőrzését, hogy megadott bemeneti értékek esetén a program az elvárt kimenetet produkálja-e. Sok esetben megállási pontokat helyezünk el a kód azon részén, ahol szerintünk végig fog haladni, aminek hatására ott kicsit szünetel a futás és meg tudjuk nézni a pillanatnyi változók értékét.

SDK – Szoftverfejlesztői csomag (Software development kit). Szoftverfejlesztő eszközök gyűjteménye egyetlen telepíthető csomagban. (SDK, 2022)

IDE - Integrált fejlesztői környezet (Integrated development environment). Az integrált fejlesztői környezet egy olyan szoftveralkalmazás, amely átfogó létesítményeket biztosít a számítógépes programozók számára a szoftverfejlesztéshez. Az IDE általában legalább egy forráskódszerkesztőből, automatizálási eszközökből és hibakeresőből áll. Pl: Eclipse, NetBeans, Visual Studio, Android Studio, IntelliJ IDEA...

CMD - A Command Prompt, más néven cmd.exe vagy cmd, az OS/2, eComStation, ArcaOS, Microsoft Windows és ReactOS operációs rendszerek alapértelmezett parancssori értelmezője, amely 1987-ben jelent meg először. A cmd.exe parancssori felületen keresztül kommunikál a felhasználóval. Megvalósítása operációs rendszerenként eltérő, de a viselkedés és a parancsok alapkészlete konzisztens.

Repository (REPO) - A szoftvertár vagy angolul repository a szoftvercsomagok tárolási helye. Gyakran egy tartalomjegyzéket is tárolnak a metaadatokkal együtt. A szoftvertárakat általában forrásvezérlők vagy lerakatkezelők kezelik. A csomagkezelők lehetővé teszik a tárolók automatikus telepítését és frissítését.

HTTP (HyperText Transfer Protocol) - egy információátviteli protokoll elosztott, kollaboratív, hipermédiás, információs rendszerekhez. A HTTP fejlesztését a World Wide Web Consortium és az Internet Engineering Task Force koordinálta RFC-k formájában.

RFC – ez egy olyan dokumentum, mely egy új Internet-szabvány beiktatásakor adnak közre. Az új szabvány első tervezete saját számmal kerül a nyilvánosság elé, egy adott időtartamon belül bárki hozzászólhat.

Connection pool - A szoftverfejlesztésben a kapcsolatkészlet az adatbázis-kapcsolatok gyorsítótárát jelenti, amelyet úgy karbantartanak, hogy a kapcsolatok újra felhasználhatók legyenek, amikor az adatbázishoz jövőbeli kérésekre van szükség. A kapcsolati készletek a parancsok végrehajtásának teljesítményét javítják az adatbázison.

Cache (gyorsítótár) - a számítástechnikában az átmeneti információtároló elemeket jelenti, melyek célja az információ-hozzáférés gyorsítása. A gyorsítás egyszerűen azon alapul, hogy a gyorsítótár gyorsabb tárolóelem, mint a hozzá kapcsolt, gyorsítandó működésű elemek.

Node (csomópont) – Ez a hálózatban nem más, mint egy kapcsolódási pont. Lehet egy újraelosztási pont (adattovábbítás) vagy pedig az adatátvitel végpontja. Általában a csomópontok úgy vannak felállítva, hogy képesek felismerni és továbbítani az adatokat más csomópontok felé is.

Biztonsági token – Lehet egy fizikai eszköz, amit egy számítógépes szolgáltatás felhatalmazott felhasználója kap, a hitelesítés segítése érdekében, de a mi esetünkben egy generált szöveg. Egy felhasználó hozzáférési token-je tartalmazhatja a felhasználó nevét, azokat a csoportokat, amelyekhez a felhasználó tartozik, a felhasználó biztonsági azonosítóját és az összes olyan csoport biztonsági azonosítóját, amelyekhez a felhasználó tartozik.

Responzív design - A responzív design egy olyan kialakítása felhasználói felületnek, amely rugalmasan alkalmazkodik a különböző eszközökhöz, böngészőkhöz, képernyőméretekhez annak érdekében, hogy optimális megjelenést biztosítson a felhasználónak minden alkalmas eszközön. Létrejöttének oka az egyre többféle méretű kijelző megjelenése.

CRUD - Létrehozás, olvasás, frissítés és törlés (CRUD) az a négy alapvető funkció, amelyet a modelleknek legfeljebb képesnek kell lenniük.

Front-end - A programoknak, weboldalaknak az a része, amelyik a felhasználóval közvetlenül kapcsolatban van. Feladata az adatok megjelenése, befogadása a felhasználó (vagy ritkábban egy másik rendszer) felől.

Back-end - A backend a többrétegű architektúrának az a része, ami a frontend (prezentációs réteg) felől érkező adatok és kérések feldolgozását végzi, illetve ami a szerver oldalon keletkező eredményeket visszaadja a felhasználói felület felé. Backend része az üzleti logika megvalósítása és adattárolási réteg elérése.

OO – Objektum orientált

ACID - az Atomicity (atomiság), Consistency (konzisztencia), Isolation (izoláció), és Durability (tartósság) rövidítése.