

Izrada full stack aplikacije Studomat za prijavu ispita

Maruna, Marko

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka / Sveučilište u Rijeci**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:195:942230>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-31**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Informatics and Digital Technologies - INFORI Repository](#)



Sveučilište u Rijeci, Fakultet informatike i digitalnih tehnologija

Sveučilišni prijediplomski studij Informatika

Marko Maruna

Izrada full stack aplikacije Studomat za prijavu ispita

Završni rad

Mentor: izv. prof. dr. sc. Marija Brkić Bakarić

Rijeka, 13.09.2023

Rijeka, 26.5.2023.

Zadatak za završni rad

Pristupnik: Marko Maruna

Naziv završnog rada: Izrada full stack aplikacije Studomat za prijavu ispita

Naziv završnog rada na engleskom jeziku: Development of the full-stack application Studomat for exam registration

Sadržaj zadatka: Cilj ovog rada je istražiti razvoj full stack aplikacija korištenjem Spring boot razvojnog okruženja za backend, te React.js razvojnog okruženja za frontend. U uvodnom dijelu dan je prikazan popularnih tehnologija za izradu višeplatformskih aplikacija, a potom je detaljnije prikazan razvojni okvir Spring boot, te React.js. U sklopu rada je osmišljena, razvijena i testirana aplikacija Studomat za prijavljivanje ispita te je prikazan proces izrade aplikacije. Na kraju rada izneseni su zaključci i preporuke za usvajanje i korištenje razvojnog okvira Spring boot, te razvojnog okvira React.js.

Mentor

Izv. prof. dr. sc. Marija Brkić Bakarić

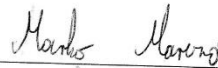


Voditelj za završne radove

Doc. dr. sc. Miran Pobar



Zadatak preuzet: 26.5.2023.



(potpis pristupnika)

Sažetak

Cilj ovog završnog rada je prikaz kako rade tehnologije React.js i Spring boot na temelju izrade full stack aplikacije za online prijavu ispita. Aplikacija je namijenjena za učitavanje i spremanje podataka o kolegijima i korisnicima te omogućuje pregled, uređivanje i brisanje korisnika, kolegija i testova. Unutar aplikacije implementirane su razne funkcionalnosti koje su prikazane i objašnjene u nastavku.

Ključne riječi: React.js, Spring Boot, MySql, Liquidbase, full stack, router, autentifikacija

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Backend	2
2.1 Postavke projekta	2
2.1.1 Zavisnosti	2
2.1.2 Spring konfiguracija	3
2.2 Izrada Entiteta	4
2.2.1 Povezivanje Entiteta	5
2.2.2 Izrada tablice u bazi podataka	5
2.2.3 Povezivanje entiteta sa bazom podataka	6
2.3 Implementacija JWT sigurnosti	7
2.3.1 Postavljanje sigurnosne konfiguracije	7
2.3.2 JWT token servis	9
2.3.3 Http basic autentifikacija	10
2.4 Spring kontroleri	11
2.5 Upotreba DTO-ova za efikasni prijenosa podataka	12
2.5.1 Mapiranje DTO objekata	12
2.6 Servisni sloj aplikacije	13
2.7 Testiranje – Osiguravanje kvalitete	15
2.7.1 Kreiranje testova	15
2.7.2 Konfiguracija za testove	17
2.8 Izrada MySql Baze podataka	17
2.8.1 Docker compose file	18
3. Frontend	19

3.1 Postavljanje okruženja	19
3.2 Razdvajanje aplikacije na prijavljeni i neprijavljeni dio	19
3.2.1 Provjera autentifikacije kroz kolačiće	19
3.2.2 Implementacija zaštićene rute	20
3.3 Komunikacija sa backendom kroz axios	21
3.3.1 Inicijalizacija axios instanci	21
3.3.2 Primjer axios GET/POST zahtjeva	21
3.4 Funkcionalnosti za studente	22
3.4.1 Autentifikacija korisnika	22
3.4.2 Glavna stranica aplikacije	24
3.4.3 Korisnički profil	25
3.4.4 Komponenta za predmet	26
3.5 Funkcionalnosti za Profesore	27
3.5.1 Portal za profesore	27
3.5.2 Dodavanje predmeta	28
3.5.3 Pregled predmeta	28
3.5.4 Ažuriranje predmeta	30
3.6 Funkcionalnosti za administratore	30
3.6.1 Administratorski portal	31
4. Dockerizacija aplikacije	32
4.1 Kreiranje Dockerfile-ova	32
4.1.2 Dockerfile za frontend	32
4.1.3 Dockerfile za backend	33
4.2 Objavljivanje slika na Docker Hub-u	33
4.3 Konfiguracija Docker Compose-a	34
4.3.1 Backend dio konfiguracije	35
4.3.2 Frontend dio konfiguracije	35
5. Zaključak	36

1. Uvod

U digitalno doba obrazovanja, razvoj inovativnih rješenja koje olakšavaju procese u obrazovnim institucijama postaje ključno. U srcu ove potrebe leži izazov kako omogućiti studentima da se jednostavno prijavljuju na ispite, profesorima da učinkovito upravljaju ispitima i ocjenjivanjem, te administratorima da učinkovito upravljaju korisničkim računima. Upravo tu ulogu preuzima ovaj projekt – aplikacija za online prijavu ispita koja koristi tehnologije React.js i Spring Boot.

Uz gore navedene tehnologije također za izradu projekta će se koristiti i MySQL baza podataka kao i Liquidbase za verzioniranje iste, te razne React.js biblioteke.

Korišteni jezici i tehnologije:

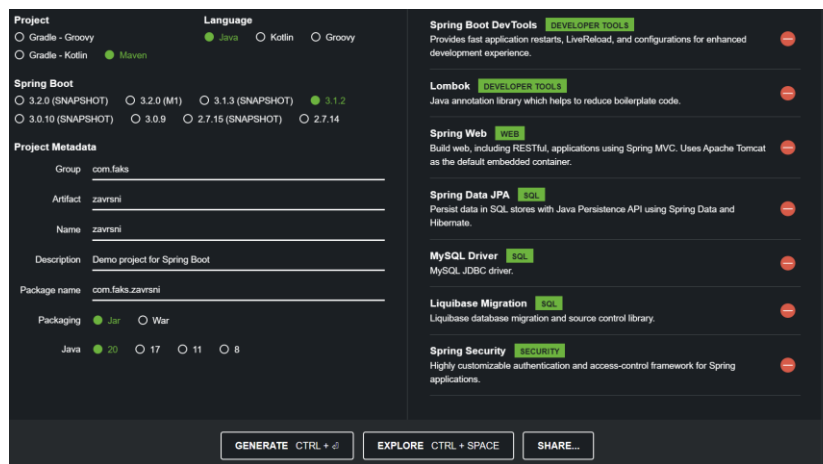
- React.js je vodeća open source javascript biblioteka izrađena od strane Facebook-a za izradu dinamičkih korisničkih sučelja. Njegova komponentna struktura čini ga savršenim izborom za izradu responzivnih i interaktivnih web aplikacija
- Spring Boot je open source, enterprise level Java okvir (*eng. Framework*) za izradu stabilnih i sigurnih Java aplikacija. Uzima osnovne koncepte Spring Frameworka i transformira ih u zrele konfiguracije, omogućavajući programerima da se više usmjere na izgradnju poslovne logike, a manje na poslovnu infrastrukturu.
- MySQL je moćan open source relacijski sustav za upravljanje bazama podataka, često se koristi u izradi web aplikacija. Njegova sposobnost skladištenja i upravljanja strukturama podataka čini ga ključnim alatom za pohranu informacija u organizirane tablice i retke.
- Liquidbase je snažan open source alat za verzioniranje i upravljanje strukturom baze podataka. Jedna od glavnih prednosti Liquidbase-a je mogućnost definiranja promjena u bazi podataka kao „changeset“. Svaka promjena je dokumentirana i osigurava precizno praćenje evolucije baze podataka tijekom vremena.
- HTML (*eng. HyperText Markup Language*) je osnovni jezik za izradu struktura web stranica. On omogućava programerima da definiraju strukturu i sadržaj web stranice kroz korisnički čitljiv kod.

Koristio sam tehnologije React i Spring kako bih dublje razumio svijet modernog web razvoja. React i Spring činili su se kao odličan izbor za stvaranje responzivnih i skalabilnih web aplikacija.

2. Backend

2.1 Postavke projekta

Za početak rada u Spring Boot okruženju potrebno je inicijalizirati projekt pomoću Spring initializr web stranice te na samoj stranici odabrati jezik u kojem će se pisati projekt, *build* tool koji će se koristiti za izradu i upravljanje projektom, osnovne podatke o projektu kao što su grupa, artefakt i ime, te zavisnosti. Sve dosad spomenute opcije su prikazane na slici 1.



Slika 1. Inicijalizacija Spring Boot Projekta

2.1.1 Zavisnosti

Pri kreiranju Spring projekta odabrali smo nekoliko zavisnosti (engl. *dependency*) koji će nam biti potrebni za izradu backend-a ove aplikacije. Sve zavisnosti možete vidjeti na slici 1.

Spring Boot Dev Tools će nam služiti za automatski reload projekta tokom faze izrade radi lakšeg testiranja da će biti ugašen za finalnu verziju aplikacije.

Lombok nam služi za jednostavnije postavljanje entiteta u projektu, to jest da ne trebamo raditi gettere, settere i konstruktore, te nam još pruža razne mogućnosti koje ćemo dalje istražiti u nastavku projekta.

Spring Web služi za omogućavanje web funkcionalnosti projektu, to jest omogućava nam izradu endpoint-a na koje će frontend moći komunicirati sa backendom.

Spring Data JPA služi za omogućavanje funkcionalnosti za komunikaciju između backend-a i baze podataka, te ima mogućnost za samostalnu izradu upita (engl. *query*).

MySQL Driver daje aplikaciji osnovne mogućnosti za komunikaciju sa MySQL bazom podataka.

Liquibase Migration omogućava korištenje Liquibase migracija u Spring projektu.

Spring Security nam daje mogućnost autentifikacije i autorizacije korisnika za korištenje određenih dijelova aplikacije.

2.1.2 Spring konfiguracija

Na slici 2 možemo vidjeti konfiguraciju za naš Spring projekt. U konfiguraciji određujemo sve potrebne postavke za projekt, a u nastavku će biti objašnjene najvažnije:

- `rsa.private-key` – označava lokaciju privatnog ključa,
- `rsa.public-key` – označava lokaciju javnog ključa,
- `spring.datasource.url` – označava lokaciju baze podataka,
- `spring.datasource.driver` – označava na koju bazu podataka će se Spring spojiti,
- `spring.jpa.hibernate.ddl-auto` – označava kako će Spring postupati sa bazom podataka, mi koristimo *none* jer ne želimo da Spring sam stvara i izmjenjuje tablice,
- `spring.jpa.database` – označava na kojoj bazi podataka će JPA raditi,
- `spring.jpa.database-platform` – specificira dijalekt koji će Hibernate koristiti,
- `spring.liquibase.enabled` – omogućuje rad Liquibase-a u projektu,
- `spring.devtools.restart.enabled` – označava da li želimo automatski ponovno pokrenuti aplikaciju ako dođe do promjene.

```
1 # Privatni i javni ključevi za JWT You, Yesterday * Uncommitted change
2 rsa.private-key=classpath:certs/private.pem
3 rsa.public-key=classpath:certs/public.pem
4
5 # MySQL
6 spring.datasource.url=jdbc:mysql://localhost:6612/zavrsmi
7 spring.datasource.username=root
8 spring.datasource.password=password
9 spring.datasource.driver-class-name=com.mysql.cj.jdbc.Driver
10
11 # Hibernate
12 spring.jpa.hibernate.ddl-auto=none
13
14 # JPA
15 spring.jpa.show-sql=true
16 spring.jpa.database=mysql
17 spring.jpa.database-platform=org.hibernate.dialect.MySQLDialect
18
19 # Liquibase
20 spring.liquibase.enabled=true
21 spring.liquibase.change-log=classpath:db/changelog/changelog-master.xml
22 spring.liquibase.contexts=development, production
23
24 #Disable restarting
25 spring.devtools.restart.enabled = false
```

Slika 2. Spring standardna konfiguracija

Na slici 3 možemo vidjeti Spring konfiguraciju za testiranje aplikacije. Jedine promjene su te da je Liquibase onemogućen, Hibernate je postavljen na *create-drop* što znači da će pri svakom paljenju sam stvoriti sve tablice u bazi podataka, te ih izbrisati tokom gašenja. Također za testiranje smo se prebacili sa MySQL baze podataka na H2 bazu podataka jer je ona u memoriji i briše sve podatke nakon svakog restart-a što nam odgovara za testiranje.


```
1 # Spring Boot H2 Database Test Marko, 16/04/2023 08:22 + Adda
2 # Privatni i javni ključevi za JWT
3 rsa.private-key-classpath:certs/private.pem
4 rsa.public-key-classpath:certs/public.pem
5
6 # H2
7 spring.datasource.url-jdbc:h2:mem:testdb
8 spring.datasource.username-sa
9 spring.datasource.password-sa
10 spring.datasource.driver-class-name=org.h2.Driver
11
12 # Hibernate
13 spring.jpa.hibernate.ddl-auto=create-drop
14
15 # JPA
16 spring.jpa.show-sql=true
17 spring.jpa.database=h2
18 spring.jpa.database-platform=org.hibernate.dialect.H2Dialect
19
20 # Liquibase
21 spring.liquibase.enabled=false
```

Slika 3. Spring test konfiguracija

2.2 Izrada Entiteta

Na slici 4 možemo vidjeti jedan od entiteta u ovome projektu. Da bi klasa postala entitet iznad klase trebamo staviti oznaku `@Entity`, te u samoj klasi označiti koje polje iz baze podataka je primarni ključ sa oznakom `@Id`. Na polje id također smo dodali i oznaku `@GeneratedValue` koja govori Spring aplikaciji da će tokom kreiranja novog entiteta morati sam generirati novi id. Iznad same klase smo dodali oznake `@AllArgsConstructor`, `@NoArgsConstructor`, `@Getter`, `@Setter` i `@Builder`. Te oznake nam pomažu tokom kreiranja same klase na način da one umjesto nas kreiraju sve potrebne konstruktore, gettere i settere. Iznad svakog polja koristili smo oznaku `@Column` koja nam omogućuje da postavimo ime polja i njegova ograničenja iz baze podataka.

```
@Entity
@Table(name = "users")
@AllArgsConstructor
@NoArgsConstructor
@Getter
@Setter
@Builder
public class User implements UserDetails {
    @Id
    @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
    @Column(name = "id")
    private Long id;
    @Column(
        name = "username",
        unique = true,
        nullable = false
    )
    private String username;
    @Column(
        name = "password",
        nullable = false
    )
    private String password;
    @Enumerated(EnumType.STRING)
    @Column(
        name = "role",
        nullable = false
    )
    private Role role;
    @Column(
        name = "enabled",
        nullable = false
    )
}
```

Slika 4 Izgled Entiteta

2.2.1 Povezivanje Entiteta

Da bi definirali relacije između entiteta moramo koristiti anotacije `@OneToOne`, `@OneToMany`, `@ManyToOne` i `@ManyToMany`. Ove anotacije definiraju kako su određeni entiteti povezani u bazi podataka.

Na slici 5 možemo vidjeti da je entitet `User` povezan sa entitetom `UserProfile` pomoću relacije `@OneToOne` što bi značilo da svaki `User` će biti povezan sa samo jednim `UserProfile`. Unutar anotacije `@OneToOne` koristimo polje `mappedBy` kako bi Spring znao pomoću kojeg polja u bazi podataka će povezati ova dva entiteta, te koristimo polje `cascade` da označimo na koji način se brišu entiteti. `Cascade ALL` nam govori da će se u slučaju brisanja entiteta `User` automatski obrisati i `UserProfile` entitet koji je povezan s tim entitetom. Entitet `User` također je povezan sa entitetom `Subject` pomoću relacije `@ManyToMany` što bi značilo da više entiteta `User` može biti povezano na više entiteta `Subject`.

```
@OneToOne(  
    mappedBy = "user",  
    cascade = CascadeType.ALL  
)  
private UserProfile userProfile;  
@ManyToMany(  
    mappedBy = "students",  
    cascade = CascadeType.DETACH  
)  
private List<Subject> subjects;
```

Slika 5 Veze između entiteta

2.2.2 Izrada tablice u bazi podataka

Za izradu tablica u bazi podataka koristimo `Liquibase`. Na slici 6 možemo vidjeti primjer izrade tablice za entitet `User`. Za svaku izmjenu u bazi podataka moramo kreirati novi `changeSet` te unutar `changeSet`-a unijeti svoje promjene. Za izradu nove tablice koristimo oznaku `createTable` te u polje `tableName` unosimo ime tablice. Svaki stupac u toj tablici označavamo sa oznakom `Column` te unutar te oznake dajemo ime tog stupca te vrstu podatka za taj stupac. Ako za primjer uzmemo stupac `id` za vrstu smo stavili `BIGINT` te smo stavili oznaku `autoIncrement` koja omogućava bazi podataka da tokom izrade svakog novog retka stupac `id` podigne za jedan broj. Također za svaki stupac možemo postaviti neka ograničenja na način da unutar oznake `column` stavimo oznaku `constraints` te unutar nje stavimo sva ograničenja za taj stupac. Za stupac `id` postavili smo ograničenja `nullable` što označava da taj stupac ne smije biti `null` te smo postavili ograničenja koja govore da će taj stupac biti primarni ključ te tablice, te smo dali ime tom primarnom ključu u našoj tablici.

Jednom kada pokrenemo `Liquibase` skriptu ona će provjeriti dali postoji novi `changeSet` te ga izvršiti, nakon izvršavanja `changeSet`-a `Liquibase` zaključava taj `changeSet` te ne dopušta nekakve promjene na njemu.

```

<changeSet id="user" author="Marko Maruna">
  <createTable tableName="users">
    <column name="id" type="BIGINT" autoIncrement="true">
      <constraints primaryKey="true" nullable="false" primaryKeyName="pk_user_id"/>
    </column>
    <column name="username" type="VARCHAR(255)">
      <constraints nullable="false" unique="true"/>
    </column>
    <column name="password" type="VARCHAR(255)">
      <constraints nullable="false"/>
    </column>
    <column name="role" type="VARCHAR(255)">
      <constraints nullable="false"/>
    </column>
    <column name="enabled" type="BOOLEAN">
      <constraints nullable="false"/>
    </column>
  </createTable>

```

Slika 6 Izrada tablice u pomoću Liquibase-a

2.2.3 Povezivanje entiteta sa bazom podataka

Kako bi naša aplikacija mogla vršiti promjene u bazi podataka za neki entitet potrebno je izraditi repository za taj entitet. Na slici 7 možemo vidjeti primjer izrade repositoryja. Kako bi kreirali repository za entitet User, prvo kreiramo novo sučelje koji će nasljeđivati JpaRepository. Unutar JpaRepository zagrada ćemo označiti vrstu entitet i vrstu ključa za taj entitet. U našem slučaju to će biti entitet User, a ključ će biti tipa Long. Kako bi Spring znao da se ovo sučelje koristi kao repository moramo iznad samog sučelja staviti anotaciju @Repository. JpaRepository sam kreira osnovne CRUD funkcije za manipulaciju baze podataka. Te funkcije su *create*, *read*, *update* i *delete*. U slučaju da nam trebaju neke složenije funkcije možemo ih dodati u ovo sučelje. Za neke od tih funkcija JpaRepository će automatski kreirati sql upit na način da će iz imena funkcije zaključiti što mi želimo, dok za funkcije koje neće biti automatski generirane sami moramo napisati sql upit na način da iznad funkcije stavimo anotaciju @Query te u polje value napišemo naš upit.

```

@Repository
public interface UserRepository extends JpaRepository<User, Long> {
    7 usages Marko
    Optional<User> findByUsername(String username);

    2 usages mmaruna
    List<User> findAllByUsernameContaining(String username);

    2 usages mmaruna
    List<User> findAllByRole(Role role);

    1 usage mmaruna
    @Modifying
    @Transactional
    @Query(value = "DELETE FROM user_subject where user_subject.user_id=?1",
            nativeQuery = true)
    void deleteConnections(Long id);
}

```

Slika 7 User repository

2.3 Implementacija JWT sigurnosti

U ovoj aplikaciji implementirali smo jwt (JSON web token) sigurnost kako bismo osigurali autentifikaciju i autorizaciju korisnika prilikom pristupa različitim dijelovima aplikacije.

2.3.1 Postavljanje sigurnosne konfiguracije

Na slici 8 možemo vidjeti osnovne dijelove sigurnosne konfiguracije u našoj aplikaciji. Iznad same konfiguracije postavljamo anotacije `@Configuration` i `@EnableWebSecurity`. Te anotacije govore Spring-u da je ova klasa konfiguracija te da pokrene sigurnosne dijelove naše aplikacije. U ovoj klasi također označavamo da će se za enkripciju lozinke koristiti `BCryptPasswordEncoder` te način na koji ćemo kodirati i dekodirati naše jwt tokene. U ovome slučaju za to smo koristili set rsa ključeva.

```
@Configuration
@EnableWebSecurity
public class SecurityConfig {
    4 usages
    private final RsaKeys rsaKeys;

    Marko
    public SecurityConfig(RsaKeys rsaKeys) { this.rsaKeys = rsaKeys; }

    Marko
    @Bean
    public BCryptPasswordEncoder passwordEncoder() { return new BCryptPasswordEncoder(); }
    Marko, 09/04/2023 19:02 • Added jwt token and basic token services
    Marko +1
    @Bean
    public SecurityFilterChain securityFilterChain(HttpSecurity http) throws Exception {...}

    Marko
    @Bean
    JwtDecoder jwtDecoder() { return NimbusJwtDecoder.withPublicKey(rsaKeys.publicKey()).build(); }

    Marko
    @Bean
    JwtEncoder jwtEncoder() {
        JWKey jwk = new RSAKey.Builder(rsaKeys.publicKey()).privateKey(rsaKeys.privateKey()).build();
        JWKeySource<SecurityContext> jwks = new ImmutableJWKeySet<>(new JWKeySet(jwk));
        return new NimbusJwtEncoder(jwks);
    }
}
```

Slika 8 SecurityConfig

Na slici 9 je prikazan glavni dio sigurnosne konfiguracije. SecurityFilterChain predstavlja lanac sigurnosnih filtera koji se primijenjuju na dolazne zahtjeve kako bi se primijenila pravila sigurnosti. Svaki filter u lancu odgovoran je za određeni aspekt sigurnosti, kao što su autentifikacija, autorizacija, zaštita od CSRF-a, itd.

U ovome filteru označavamo da omogućujemo cross-origins resource sharing, onemogućili smo zaštitu za CSRF, u oznaci authorizeHttpRequests označavamo koji korisnik može pristupiti kojem dijelu aplikacije, sessionManagement smo postavili na STATELESS što znači da aplikacija neće imati sesije već će se svi potrebni podatci dobivati iz jwt tokena, za autentifikaciju na stranici smo omogućili jwt te http basic pomoću oznaka oAuth2ResourceServer te httpBasic.

```
@Bean
public SecurityFilterChain securityFilterChain(HttpSecurity http) throws Exception {
    return http
        .cors() CorsConfigurer<HttpSecurity>
        .and() HttpSecurity
        .csrf(AbstractHttpConfigurer::disable)
        .authorizeHttpRequests(auth -> auth
            .requestMatchers(Ⓢ"/api/auth/**") AuthorizedUrl
                .permitAll() AuthorizationManagerRequestMat...
            .requestMatchers(Ⓢ"/api/file/download/**") AuthorizedUrl
                .permitAll() AuthorizationManagerRequestMat...
            .requestMatchers(Ⓢ"/api/subject/teacher/**") AuthorizedUrl
                .hasAnyAuthority( ...authorities: "SCOPE_ADMIN", "SCOPE_TEACHER") AuthorizationMa
            .requestMatchers(Ⓢ"/api/test/teacher/**") AuthorizedUrl
                .hasAnyAuthority( ...authorities: "SCOPE_ADMIN", "SCOPE_TEACHER") AuthorizationMa
            .requestMatchers(Ⓢ"/api/admin/**") AuthorizedUrl
                .hasAuthority("SCOPE_ADMIN") AuthorizationManagerRequestMat... You, 10/08/2
        )
        .anyRequest().authenticated()
    )
    .sessionManagement(session -> session
        .sessionCreationPolicy(SessionCreationPolicy.STATELESS) // Disable session
    )
    .oauth2ResourceServer(OAuth2ResourceServerConfigurer::jwt) // Enable JWT
    .httpBasic(Customizer.withDefaults()) // Enable basic authentication
    .build();
}
```

Slika 9 securityFilterChain

2.3.2 JWT token servis

Kako bi smo mogli generirati te dohvaćati podatke iz jwt tokena moramo napraviti servis koji će sadržavati navedene funkcionalnosti. Na slici 10 prikazane su funkcije unutar Token servisa.

Funkcija `generateToken` će nam služiti za izradu tokena kada se korisnik uspješno prijavi. Ova funkcija će uzeti trenutno vrijeme te korisničko ime i ulogu korisnika, te će potom sa tim podacima napraviti novi jwt token koji će vrijediti 12 sati.

Funkcija `getUsernameFromToken` će nam služiti za dohvaćanje korisničkog imena iz tokena. Ova funkcija će se koristiti u većini drugih servisa.

```
2 usages  👤 Marko *
public String generateToken(Authentication authentication) {
    Instant now = Instant.now();

    String scope = authentication.getAuthorities().stream() Stream<capture of extends C
        .map(GrantedAuthority::getAuthority) Stream<String>
        .collect(Collectors.joining());

    JwtClaimsSet claims = JwtClaimsSet.builder()
        .issuer("self")
        .issuedAt(now)
        .expiresAt(now.plus( amountToAdd: 12, ChronoUnit.HOURS))
        .subject(authentication.getName())
        .claim( name: "scope", scope)
        .build();

    return this.encoder.encode(JwtEncoderParameters.from(claims)).getTokenValue();
}

3 usages  👤 Marko *
public String getUsernameFromToken(String bearer) {
    String token = bearer.substring( beginIndex: 7);
    return String.valueOf(this.decoder.decode(token).getSubject());
}
```

Slika 10 Token servis

2.3.3 Http basic autentikacija

Prije nego li korisniku dodijelimo jwt token moramo potvrditi da taj korisnik ima račun i to radimo na način da ga autentificiramo pomoću http basic autentifikacije. Nakon što je korisnik uspješno autentificiran, dodjeljujemo mu jwt token.

Da bi smo mogli koristiti httpBasic način autentifikacije, Spring treba znati iz kojeg će entiteta uzimati korisničko ime i šifru za autentifikaciju. Na slici 11 je prikazano da entitet User implementira sučelje UserDetails kako bi Spring mogao upravljati autentifikacijom i autorizacijom korisnika. Sučelje UserDetails definira potrebne informacije o korisniku koje Spring koristi kako bi provodio sigurnosne funkcije.

```
public class User implements UserDetails {
    @Id
    @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
    @Column(name = "id")
    private Long id;
    @Column(
        name = "username",
        unique = true,
        nullable = false
    )
    private String username;
    @Column(
        name = "password",
        nullable = false
    )
}
```

Slika 11 Http basic entitet

Također servis od entiteta treba implementirati UserDetailsService te unutar toga servisa trebamo Springu dati funkciju za pronalazak korisnika pomoću korisničkog imena. Izgled te funkcije možete vidjeti na slici 12.

```
5 usages Marko *
@Override Marko, 09/04/2023 19:02 * Added jwt token and basic token services
public UserDetails loadUserByUsername(String username) throws UsernameNotFoundException {
    return userRepository.findByUsername(username)
        .orElseThrow(() -> new UsernameNotFoundException("User not found"));
}
```

Slika 12 funkcija loadUserByUsername

2.4 Spring kontroleri

Spring kontroleri su ključni dijelovi svake Spring aplikacije, posebno web aplikacija. Oni služe kao posrednici između korisničkog zahtjeva i poslovne logike. Glavna svrha kontrolera je obrađivati dolazne HTTP zahtjeve, izvoditi potrebne operacije te generirati i vraćati odgovarajuće HTTP odgovore. Kontroleri omogućuju da aplikacija reagira na korisničke zahtjeve, pružajući željene informacije ili akcije.

Kako bi smo izradili vlastiti Spring kontroler prvo kreiramo klasu iznad koje stavljamo `@RestController`, `@CrossOrigin` te `@RequestMapping` anotacije. Te anotacije govore Springu da će sljedeća klasa biti rest kontroler, te da koristi cross-origin header tokom slanja odgovora. `RequestMapping` nam omogućuje da postavimo url na kojem će biti dostupan kontroler, u ovome primjeru to bi bio url `/api/auth`.

Unutar klase kontrolera kreiramo funkcije koje će izvršavati određene radnje. Na slici 13 možemo vidjeti funkciju `signup`, ta funkcija iznad sebe sadrži anotaciju `@PostMapping` što govori Springu da će se na url `/api/auth/signup` moći slati POST zahtjev. Također na slici možemo vidjeti da ova funkcija prima `SignupDTO` vrstu podataka, te da će se ti podatci nalaziti u tijelu zahtjeva što se može vidjeti iz anotacije `@RequestBody`. Nakon što Spring potvrdi da je dobio ispravne podatke on će te podatke poslati na servisni dio aplikacije te korisniku vratiti odgovor u obliku `ResponseEntity`-a.

```
@RestController
@CrossOrigin
@RequestMapping("/api/auth")
public class AuthController {
    private final UserService userService;

    public AuthController(UserService userService) { this.userService = userService; }

    @GetMapping("/login")
    public ResponseEntity<String> login(Authentication authentication) {
        return ResponseEntity.ok(userService.login(authentication));
    }

    @PostMapping("/signup")
    public ResponseEntity<String> signup(@Validated @RequestBody SignupDTO data) throws CostumedException {
        return ResponseEntity.ok(userService.signup(data));
    }
}
```

Slika 13 Spring kontroler

2.5 Upotreba DTO-ova za efikasni prijenosa podataka

Tokom razvoja aplikacije imali smo potrebu za preciznim upravljanjem prijenosom podataka između različitih slojeva aplikacije. Kako bi se postigla bolja organizacija i kontrola komunikacije između slojeva, odlučili smo primijeniti koncept objekta za prijenos podataka (engl. DTO).

Koncept DTO-ova smo koristili kako bi mogli ograničavati količinu podataka između slojeva backend-a i frontend-a. U nekim slučajevima bili su nam potrebni samo neki atributi entiteta da bi generirali odgovor za frontend. Na primjer ako neki korisnik zatraži podatke o drugom korisniku mi mu ne želimo poslati entitet traženog korisnika jer bi taj entitet sadržavao osjetljive informacije kao npr. šifru, već bismo kreirali novi entitet sa manjom količinom atributa koji ne sadrži osjetljive informacije, te taj isti poslali kao odgovor. Taj način rada pridonosi efikasnosti prijenosa podataka preko mreže te ubrzava odaziv aplikacije.

Na slici 14 možemo vidjeti DTO objekt koji aplikacija šalje kada frontend zatraži podatke o nekom korisniku. Ovaj DTO sadrži podatke iz entiteta User ali i entiteta UserProfile te nam pomaže u smanjenju korištenja mreže na način da umjesto da backend vraća 2 odgovora na poziv, jedan za User entitet i drugi za UserProfile, vraća samo jedan koji sadrži sve potrebne podatke.

```
Marko +1 *
public record UserDTO(Long id, String username, String firstName, String lastName,
    4 usages
    String email, String address, String city, String zipCode,
    4 usages
    String country, String phone, String role, String about, String imageUrl
) {
}
```

Slika 14 UserDTO

2.5.1 Mapiranje DTO objekata

U razvoju naše Spring aplikacije jedna od ključnih komponenti koja je definirala efikasnost i preciznost prijenosa podataka između različitih slojeva jest upotreba „mappera“. Mapper je posebna komponenta koja služi za mapiranje podataka iz jednog objekta u drugi. Mi ćemo ih koristiti za popunjavanje DTO objekata iz entiteta.

Na slici 15 je prikazan *mapper* koji nam služi za mapiranje UserDTO objekta iz objekta User. Unutar metode *apply()* koristili smo podatke iz entiteta User kako biste stvorili objekt UserDTO. Svaki atribut iz entiteta koristili smo kako bismo postavili odgovarajući atribut u DTO objektu. Na ovaj način se preslikavaju podaci iz entiteta u DTO, s tim da možemo birati koje atribute želimo prenijeti.

```

@Service
public class UserDtoMapper implements Function<User, UserDTO> {
    Marko +1
    @Override
    public UserDTO apply(User user) {
        return new UserDTO(
            user.getId(),
            user.getUsername(),
            user.getUserProfile().getFirstName(),
            user.getUserProfile().getLastName(),
            user.getUserProfile().getEmail(),
            user.getUserProfile().getAddress(),
            user.getUserProfile().getCity(),
            user.getUserProfile().getZipCode(),
            user.getUserProfile().getCountry(),
            user.getUserProfile().getPhoneNumber(),
            user.getRole().name(),
            user.getUserProfile().getAboutMe(),
            user.getUserProfile().getImageUrl()
        );
    }
}

```

Slika 15 UserDTO mapper

2.6 Servisni sloj aplikacije

U arhitekturi aplikacije, servisni sloj predstavlja ključnu komponentu koja se koristi za organizaciju servisne logike i koordinaciju između različitih dijelova aplikacije. Servisni sloj služi kao posrednik između sloja repozitorijay i kontroler sloja aplikacije, osiguravajući da se servisna logika izvršava na pravilan i strukturiran način.

Zašto koristimo servisni sloj?

1. **Razdvajanje odgovornosti:** Servisni sloj omogućava jasno odvajanje servisne logike od ostatka aplikacije. Ovo čini našu aplikaciju modularnom i olakšava promjene u servisnoj logici bez utjecaja na druge dijelove sustava.
2. **Čitljivost i održavanje:** Servisna logika aplikacije može biti kompleksna, i stvaranje svega u jednom sloju može dovesti do teško održivog i loše čitljivog koda. Servisni sloj omogućava organiziranje servisne logike u manje, specifične usluge koje su lakše čitljive, testirane i održive.

3. **Višekratna uporaba:** Servisni sloj omogućava da se ista poslovna logika koristi na različitim mjestima unutar aplikacije, bez potrebe za dupliciranjem koda. Ovo povećava ponovno korištenje i smanjuje mogućnost pogrešaka.

U nastavku na slici 16 je prikazana *signup* funkcija iz *UserService* klase. Kao što možemo vidjeti u servisnom sloju se odrađuje sva logika aplikacije. Ova funkcija sa kontroler sloja dobiva *SignupDTO* koji sadrži *username*, *password* i *passwordConfirmation* attribute, te nakon primanja tih podataka naš servisni sloj provjerava dali se *password* atributi podudaraju, te da li *username* već postoji. Ako je sve u redu onda naš servisni sloj kreira novi entitet *User* na način da pozove *signupDtoMapper* koji će mapirati podatke iz *SignupDTO* na entitet *User*, nakon što se to obavi naš servisni sloj poziva sloj repositorija kako bi novi entitet spremio u bazu podataka, te ga poveže sa entitetom *UserProfile*. U slučaju da se *password* ne podudara ili je *username* već iskorišten naš servisni sloj vraća *Response* sa kodom 404 te odgovarajućom porukom.

```
@Override
public String signup(SignupDTO data) throws CostumeErrorException {
    if (data.password().equals(data.passwordConfirmation())) {
        if (userRepository.findByUsername(data.username()).isEmpty()) {
            User user = signupDtoMapper.apply(data);
            UserProfile userProfile = new UserProfile();

            userRepository.save(user);

            userProfile.setUser(user);

            userProfileService.saveProfile(userProfile);

            return "User created";
        }
        throw new CostumeErrorException("Username already exists", HttpStatus.BAD_REQUEST);
    }
    throw new CostumeErrorException("Password's don't match", HttpStatus.BAD_REQUEST);
}
```

Slika 16 Signup funkcija

2.7 Testiranje – Osiguravanje kvalitete

U razvoju aplikacije, implementacija testiranja postala je ključna komponenta za osiguranje kvalitete, pouzdanosti i stabilnosti softvera. Testiranje se koristi kako bi se provjerilo da li aplikacija ispravno funkcionira, da li zadovoljava zadane funkcionalnosti te da li se ponaša dosljedno u različitim situacijama.

Postoji nekoliko ključnih razloga zašto koristiti testiranje u izradi aplikacije:

1. **Identificiranje i ispravljanje pogrešaka:** Testiranje omogućava otkrivanje potencijalnih grešaka ili nesavršenosti u kodu prije nego što aplikacija dođe u ruke korisnika. To pomaže u sprječavanju neželjenih situacija poput rušenja aplikacije ili neispravnog funkcioniranja.
2. **Održavanje kvalitete koda:** Redovito testiranje osigurava da kvaliteta koda ostane visoka tijekom vremena. Nova ažuriranja i promjene u kodu mogu utjecati na postojeći funkcionalni dio aplikacije. Testiranje omogućava provjeru da li su svi dijelovi aplikacije i dalje funkcionalni nakon promjena.
3. **Sigurnost i stabilnost:** Testiranje doprinosi sigurnosti i stabilnosti aplikacije. Aplikacija koja je dobro testirana ima manju vjerojatnost da će imati ozbiljne sigurnosne propuste ili neočekivane padove.

2.7.1 Kreiranje testova

Za testiranje aplikacije koristili smo jedinične (engl. *unit*) testove, oni ne testiraju cijelu aplikaciju od jednom već testiraju dio po dio na način da ako želimo testirati da li signup funkcija unutar servisnog sloja radi prvo ćemo sve ostale dijelove aplikacije „imitirati“ (engl. *mock*), to jest dijelovi koje ne testiramo se neće pozivati već ćemo mi postaviti odgovarajuće odgovore za te dijelove aplikacije. Na slici 17 možemo vidjeti da ćemo testirati UserService, a sve ostale dijelove imitiramo. To prepoznamo po anotaciji iznad servisa.

```
@SpringBootTest
class UserServiceImplTest {

    @Autowired
    private UserService userService;

    @MockBean
    private UserGetService userGetService;

    @MockBean
    private UserRepository userRepository;

    @MockBean
    private TokenService tokenService;

    @MockBean
    private SignupDtoMapper signupDtoMapper;

    @MockBean
    private UserProfileService userProfileService;
```

Slika 17 UserService test

Na slici 18 su prikazana 2 testa u UserService sloju. Prvi test će testirati da li signup funkcija radi očekivano kada pošaljemo sve valjane podatke. Sa anotacijom when().thenReturn() određujemo što će vraćati imitirane funkcije kada ih funkcija *signup* pozove, to moramo napraviti za svaki poziv unutar funkcije *signup*. Nakon što odredimo sve odgovore imitiranih funkcija, možemo pozvati funkciju koju testiramo. U dolje navedenom primjeru smo pozvali funkciju *assertDoesNotThrow()* koja provjerava da li funkcija unutar nje vraća neku iznimku, ako funkcija ništa ne vraća onda test vraća da je sve u redu.

U testu *signupFail()* provjeravamo da li će naša funkcija baciti iznimku kada su *password* i *passwordConfirmation* polja unutar SignupDTO-a različiti. Pošto naša *signup* funkcija prvo to provjerava ne trebamo ništa imitirati već samo pozvati funkciju *assertThrows()* koja će provjeriti da li naša funkcija baca određenu iznimku.

```
mmaruna
@Test
@DisplayName("Test signup - success")
void signup() {
    when(userRepository.findByUsername("username")).thenReturn(Optional.empty());
    when(signupDtoMapper.apply(SignupDtoUtil.SignupDTO())).thenReturn(UserUtil.generate());
    when(userRepository.save(any())).thenReturn(UserUtil.generate());
    when(userProfileService.saveProfile(any())).thenReturn(UserUtil.generate().getUserProfile());
    assertDoesNotThrow(() -> userService.signup(SignupDtoUtil.SignupDTO()));
}

mmaruna
@Test
@DisplayName("Test signup - fail password mismatch")
void signupFail() {
    assertThrows(CostumeErrorException.class, () -> userService.signup(SignupDtoUtil.SignupDTObad()));
}
mmaruna, 10/08/2023 20:53 • Added userService/userGetService tests
```

Slika 18 Testiranje funkcija

U gore navedenim testovima često pozivamo Util funkcije. One nam služe kako bi smanjili količinu koda u svakom testu, umjesto da uvijek ručno pišemo entitete koje šaljemo, Util klase u sebi imaju već predefinirane entitete koje one generiraju. Na slici 19 možemo vidjeti SignupDtoUtil klasu koja za nas može generirati dvije vrste SignupDTO-a. Jedna je ispravna, a druga ima različite passworde.

```
public final class SignupDtoUtil {
    3 usages mmaruna *
    public static SignupDTO SignupDTO() {
        return new SignupDTO(
            username: "username",
            password: "password",
            passwordConfirmation: "password");
    }

    1 usage mmaruna *
    public static SignupDTO SignupDTObad() {
        return new SignupDTO(
            username: "username",
            password: "password",
            passwordConfirmation: "password1");
    }
}
```

Slika 19 Testing utils

2.7.2 Konfiguracija za testove

Kada testiramo aplikaciju ne želimo da se događanja u testovima pojave u glavnoj bazi podataka. Na primjer ako testiramo spremišni sloj ne želimo da se ti testovi rade na produkcijskoj bazi podataka, zato kada testiramo aplikaciju Springu dodjeljujemo novi konfiguracijski podatak. Na slici 20 možemo vidjeti novi konfiguracijski podatak koji mijenja bazu podataka sa MySQL-a na H2 bazu podataka koja će biti u memoriji, te gasimo Liquibase i dopuštamo Springu da testnu bazu podataka sam ispuni tablicama. To radimo na način da opciju `spring.jpa.hibernate.ddl-auto` postavimo na `create-drop` što znači da će prilikom svakog pokretanja Spring napraviti tablice te ih tokom gašenja testova izbrisati.

```
# Spring Boot H2 Database Test | Marko, 16/04/2023 00:22 • Add
rsa.private-key=classpath:certs/private.pem
rsa.public-key=classpath:certs/public.pem

# H2
spring.datasource.url=jdbc:h2:mem:testdb
spring.datasource.username=sa
spring.datasource.password=sa
spring.datasource.driver-class-name=org.h2.Driver

# Hibernate
spring.jpa.hibernate.ddl-auto=create-drop

# JPA
spring.jpa.show-sql=true
spring.jpa.database=h2
spring.jpa.database-platform=org.hibernate.dialect.H2Dialect

# Liquibase
spring.liquibase.enabled=false
```

Slika 20 Spring konfiguracija za testove

2.8 Izrada MySQL Baze podataka

Za izradu baze podataka u našoj aplikaciji koristili smo Docker. Docker je alat koji omogućava izoliranje aplikacija i njihovih komponenti u "kontejnere", što je pristup koji donosi brojne prednosti za razvoj, testiranje i distribuciju aplikacije.

2.8.1 Docker compose file

Na slici 21 možemo vidjeti primjer izrade MySQL baze podataka pomoću docker-compose podatka, u nastavku će biti objašnjenje svih konfiguracija:

- Version: verzija docker-compose filea
- Services: svi servisi koji će biti pokrenuti s ovim file-om
- Db: ime usluge za MySQL bazu podataka
- Container_name: naziv kontejnera koji će biti stvoren za MySQL bazu podataka
- Restart: postavlja način ponovnog pokretanja kontejnera nakon što se zaustavi, osim ako ga korisnik namjerno zaustavi.
- Image: slika koju ćemo koristiti kako temelj ovog kontejnera
- Command: komande koje će se izvršiti tokom pokretanja kontejnera
- Environment: postavlja okruženje za MySQL kontejner, uključujući administratorsku lozinku i ime baze podataka.
- Ports: Definira preslikavanje porta između host stroja i kontejnera (6612:3306). Ovo omogućava pristup MySQL bazi putem porta 6612 na hostu
- Volumes: Povezuje volumen na hostu s volumenom unutar kontejnera, omogućavajući trajno pohranjivanje podataka iz MySQL baze

```
version: '2'
services:
  db:
    container_name: zavrnsni-db
    restart: unless-stopped
    image: mysql:5.7
    command: --innodb_use_native_aio=0
    environment:
      MYSQL_ROOT_PASSWORD: 'password'
      MYSQL_DATABASE: 'zavrnsni'
    ports:
      - 6612:3306
    volumes:
      - ./db:/var/lib/mysql
```

Slika 21 MySql docker compose

3. Frontend

U ovom dijelu rada, usmjereni smo na detaljnije razmatranje ključnih komponenti unutar naše React aplikacije, bez dubinskog ulaska u kod. Fokus će biti na razumijevanju funkcionalnosti i svrhe svake komponente, kao i načina na koji te komponente doprinose cjelokupnom korisničkom iskustvu. Razmotrit ćemo što svaka komponenta omogućava korisnicima, kako se koristi, i kako se uklapa u šire okruženje aplikacije.

3.1 Postavljanje okruženja

Za postavljanje projekta koristili smo „create-react-app“. Na slici 22 možemo vidjeti korištenu komandu, ona će nam kreirati osnovnu react aplikaciju po imenu zavrzni-client u trenutnom folder-u.

```
PS C:\Users\mmaruna\WebstormProjects\zavrzni-client> npx create-react-app zavrzni-client .
```

Slika 22 kreiranje react aplikacije

Nakon kreiranja aplikacije trebamo dodati sve potrebne zavisnosti kao što su react-router, react-cookie, axios te material-ui. To vršimo pomoću naredbe na slici 23.

```
npm install @mui/material @emotion/react @emotion/styled  
react-router-dom localforage match-sorter sort-by axios react-cookie
```

Slika 23 Instaliranje dependancy-a

3.2 Razdvajanje aplikacije na prijavljeni i neprijavljeni dio

Da bismo osigurali da samo prijavljeni korisnici mogu pristupiti određenim stranicama naše aplikacije, koristili smo koncept zaštićenih ruta. Ovaj pristup osigurava da samo korisnici koji su autentificirani (prijavljeni) imaju pristup osjetljivim informacijama i funkcijama.

3.2.1 Provjera autentifikacije kroz kolačiće

Za implementaciju ovog mehanizma autentifikacije, koristili smo HTTP kolačiće (cookies). Kada korisnik uspješno izvrši prijavu, server šalje kolačić koji sadrži informacije o korisniku. Naša zaštićena ruta zatim provjerava postojanje ovog kolačića kako bi odredila je li korisnik prijavljen ili ne.

Na slici 24 možemo vidjeti komponentu koja provjerava dali je korisnik prijavljen u našu aplikaciju na način da provjeri da li korisnik ima postavljen kolačić. Ako korisnik ne posjeduje taj kolačić aplikacija će ga preusmjeriti na portal za prijavu, a u suprotnom će mu prikazati stranicu kojoj želi pristupiti.

```
2 usages  mmaruna
export const ProtectedRoute = () => {
  const [cookie : {access_token?: any} ] = useCookies( dependencies: ['access_token'] );

  return cookie.access_token ? <Outlet /> : <Navigate to="/auth/login/" replace={true}/>;
}
```

Slika 24 Funkcija za zaštićene rute

3.2.2 Implementacija zaštićene rute

Za implementaciju zaštićenih ruta koristili smo react-router na način da postavimo ProtectedRoute kao element aplikacije koji se poziva prije svakog zaštićenog elementa, a rute koje služe za autentifikaciju korisnika smo odvojili u poseban dio koji nije u skupu zaštićenih ruta.

```
const router : Router = createBrowserRouter( routes: [
  {
    path: "/",
    element: <ProtectedRoute />,
    errorElement: <Error />,
    children: [
      { path: "/" .. }
    ]
  },
  {
    path: "/auth",
    element: <Auth />,
    errorElement: <Error />,
    children: [ .. ]
  }
]);

const root : Root = ReactDOM.createRoot( document.getElementById( 'root' ) );
root.render(
  <React.StrictMode>
    <CookiesProvider>
      <RouterProvider router={router} />
    </CookiesProvider>
  </React.StrictMode>
);
```

Slika 25 Rute u aplikaciji

3.3 Komunikacija sa backendom kroz axios

Kako bismo omogućili našoj React frontend aplikaciji interakciju s backendom i dinamičko dohvaćanje te slanje podataka, koristili smo Axios, popularnu JavaScript biblioteku za upravljanje HTTP zahtjevima. Axios nam omogućava jednostavno izvođenje asinkronih HTTP zahtjeva prema backend serveru.

3.3.1 Inicijalizacija axios instanci

Na slici 26 možemo vidjeti inicijalizaciju axios instance. Ovako postavljamo globalnu konfiguraciju za sve zahtjeve, osnovni dio URL-a te povratne kodove koje smatramo valjanima. U ovome primjeru bazu URL-a uzimamo iz env varijable kako bi nam poslije bilo jednostavnije izgraditi finalnu verziju aplikacije te je pokrenuti u docker okruženju.

```
import axios from "axios";

5+ usages  mmaruna
export default axios.create({
  baseURL: `http://${process.env.REACT_APP_API_BASE_URL}:8080/api`,
  validateStatus: (status : number) => {
    return status >= 200 && status < 500
  }
});
```

Slika 26 Inicijalizacija axios instance

3.3.2 Primjer axios GET/POST zahtjeva

Na slici 27 možemo vidjeti primjer GET zahtjeva. Zahtjev radimo na način da pozovemo `Api.get` te unutar funkcije unesemo url endpoint-a i potrebne headere za taj endpoint. Na ovoj slici smo pozivali *endpoint* te za header smo poslali „Authorization“ unutar kojega smo stavili *basic* autentifikaciju koja radi na principu da *username* i *password* upišemo u obliku base64, a za ostale get funkcije ćemo koristiti *bearer* token umjesto *basic* autentifikacije.

```

export const login = async (username, password) : Promise<AxiosResponse<...>> => {
  return await API.get( url: "/auth/login", config: {
    headers: {
      "Authorization": "Basic " + btoa( data: username + ":" + password)
    }
  }).catch((error) => {
    return error;
  });
};
}

```

Slika 27 GET zahtjev

Na slici 28 prikazan je POST zahtjev. Jedina razlika između GET i POST zahtjeva je ta što u POST zahtjevu šaljem podatke, te unutar headera moramo dodati i vrstu podataka koje šaljem.

```

export const register = async (username, password, passwordConfirmation) : Promise<AxiosResponse<...>> => {
  return await API.post( url: "/auth/signup", data: {
    username,
    password,
    passwordConfirmation
  }, config: {
    headers: {
      "Content-Type": "application/json"
    }
  }).then((r : AxiosResponse<any> ) : AxiosResponse<any> => r
  );
};
}

```

Slika 28 POST zahtjev

U ostatku projekta koristimo još neke vrste zahtjeva kao što su PUT i DELETE. Ti zahtjevi rade na istom principu kao POST i GET. PUT zahtjev izgleda identično kao POST, a DELETE kao GET.

3.4 Funkcionalnosti za studente

Ovaj odjeljak posvećen je komponentama i funkcionalnostima unutar naše aplikacije koje su posebno prilagođene studentima, ali važno je napomenuti da su dostupne za sve korisnike. Razmotrit ćemo kako ove komponente omogućavaju svim korisnicima bolje upravljanje svojim akademskim putem, pregled predmeta, sudjelovanje u testiranju i praćenje svog napretka.

3.4.1 Autentifikacija korisnika

Komponenta za prijavu (login) igra ključnu ulogu u autentifikaciji korisnika u našoj aplikaciji. Ova komponenta omogućava korisnicima da unesu svoje korisničko ime i lozinku kako bi pristupili zaštićenim dijelovima aplikacije. Izgled komponente možete vidjeti na slici 29.

Authentication

username

password

LOGIN →

I DON'T HAVE AN ACCOUNT

Slika 29 Login komponenta

Na slici 27 možemo vidjeti najbitnije dijelove komponente *login*. Kada korisnik unosi svoje podatke oni se spremaju u varijable *username* i *password* te se pritiskom na gumb *Login* poziva funkcija *callLogin* koja te podatke pomoću *axios*-a šalje na backend. Ako je odgovor od backend-a pozitivan (kod 200), funkcija će odgovor spremiti u kolačić te korisnika preusmjeriti na početnu stranicu nakon čega će svi podatci o korisniku biti spremljeni u globalnom kontekstu, a u suprotnom korisniku će se ispisati poruka „Login failed“. Komponenta za registraciju ima istu funkcionalnost samo ima jedno polje više koje služi za potvrdu lozinke.

```
1 usage  ↑ mmaruna
const callLogin = async () : Promise<void> => {
  const response : AxiosResponse<any> = await login(username, password);

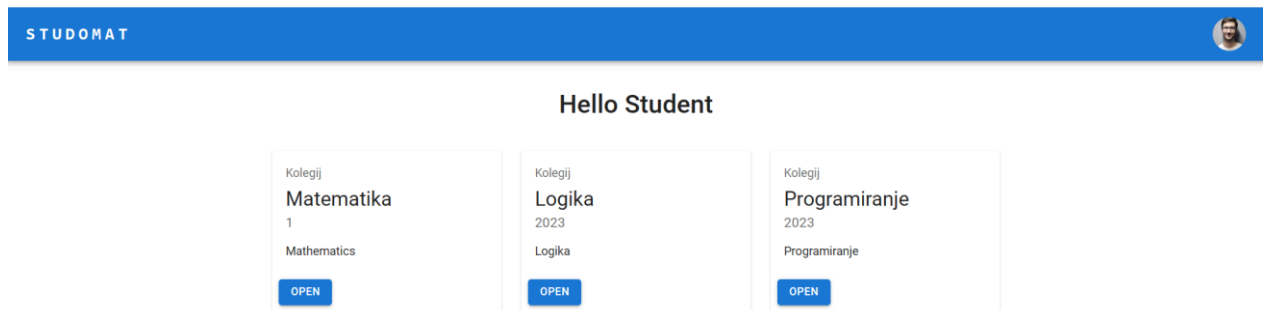
  if(response.status === 200) {
    setMessage( value: "");
    setCookies(
      name: "access_token",
      response.data,
      options: []);

    navigate("/")
  } else {
    setMessage( value: "Login failed.");
  }
}
```

Slika 30 Login funkcija

3.4.2 Glavna stranica aplikacije

Glavna stranica ("Home" – slika 31) predstavlja središnji prikaz za korisnike nakon prijave. Ova komponenta omogućava prikaz informacija o korisniku i predmetima koje je korisnik pohađao. Ako je korisnik administrator ili profesor na stranici će se prikazati dodatne mogućnosti za ulazak u Admin ili Teacher panel.



Slika 31 Home komponenta

Ova komponenta prikazuje dobrodošlicu korisniku s njegovim imenom na temelju podataka dostupnih u globalnom kontekstu. Također, komponenta dohvaća predmete koje korisnik pohađa putem funkcije `getUserSubjects` (slika 32), te rezultate sprema u varijablu `subjects`. Nakon što funkcija dohvati sve podatke varijablu `loading` postavlja na `false`.

```
const { user, } = useContext(UserContext);
const [ cookie : {access_token?: any} , , ] = useCookies( dependencies: ['access_token']);
const [ subjects : [] , setSubjects ] = useState( initialState: []);
const [ loading : boolean , setLoading ] = useState( initialState: true);

useEffect( effect: () : void => {
  getUserSubjects( cookie.access_token )
    .then((r : any | [] ) : void => {
      setSubjects(r);
      setLoading( value: false);
    }).catch((e) : void => {
      console.Log(e);
    });
}, deps: [])
```

Slika 32 Home komponenta

Na slici 33 možemo vidjeti html glavne stranice i način na koji se ta stranica izrađuje. Pošto naša stranica ne može znati koliko predmeta korisnik polaže morali smo implementirati logiku za prikaz predmeta. Dok naša stranica ne učita korisnikove predmete prikazuje animirani krug koji predstavlja da je stranica u

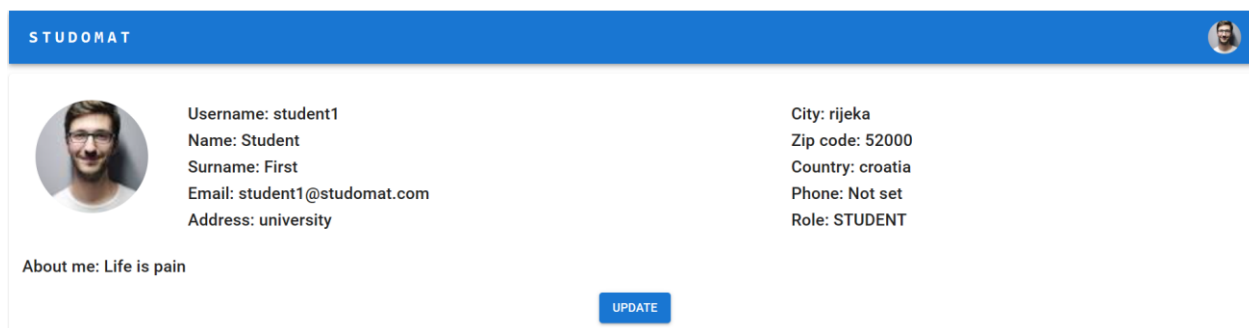
stanju pripreme. Nakon što stranica dobije odgovor sa backend servera, te se predmeti postave u varijablu subject tada stranica svaki predmet iz varijable subject mapira na komponentu SubjectCard. Na taj način smo uspjeli izraditi stranicu koja nema predefiniranu količinu komponenata na sebi, već se sama prilagođava količini predmeta svakog korisnika.

```
<Card sx={{my: 1.5}}>
  <Box sx={{display: {md: 'flex'}, flexDirection: {md: "column"}}}>
    <Box sx={{p: 2, mx: "auto"}}>
      <Typography variant="h6" sx={{fontSize: 30}}>
        Hello {user.firstName}
      </Typography>
    </Box>
    { !loading ?
      <>
        <Grid container spacing={3} columnSpacing={{ xs: 1, md: 3}} rows={{ xs: 1, sm: 3, md: 4 }}
          alignItems="center" justifyContent="center" sx={{p: 2}}>
            {subjects.map((subject) => (
              <SubjectCard key={subject.id} subjects={subject} home={true}/>
            ))}
          </Grid>
        </>
      </>
      <Box justifyContent="center" justifyItems="center" sx={{p: 2}}>
        <CircularProgress />
      </Box>
    }
  </Box>
</Card>
```

Slika 33 html Home komponente

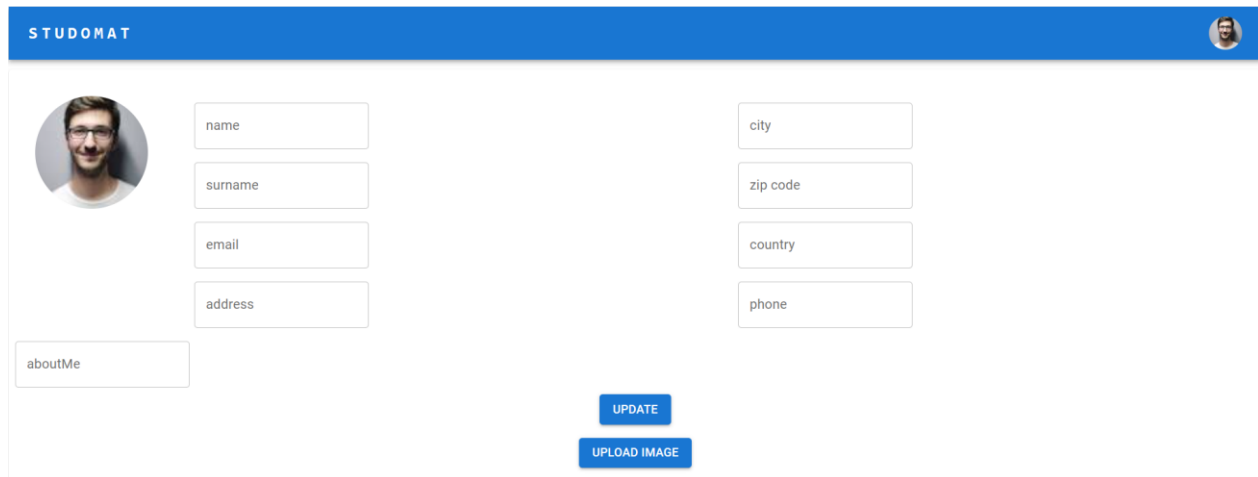
3.4.3 Korisnički profil

Komponenta "Profil" (slika 34) omogućava korisnicima da pregledaju svoje osobne podatke i informacije pohranjene u njihovom korisničkom profilu. Ova komponenta omogućava korisnicima da vide svoju sliku, korisničko ime, ime, prezime, e-mail, adresu i ostale detalje koji su uneseni prilikom registracije. Također, omogućava im da vide svoju ulogu unutar aplikacije.



Slika 34 Profil komponenta

Korisnicima je omogućeno da ažuriraju svoje podatke klikom na gumb "Ažuriraj". Ovaj gumb pokreće navigaciju prema komponenti za ažuriranje profila (slika 35) gdje mogu unijeti nove ili izmijeniti postojeće informacije.

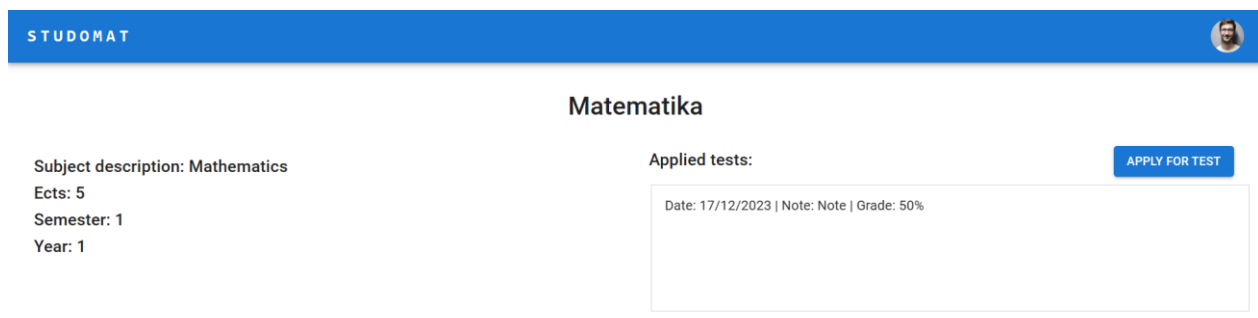


The screenshot shows the 'ProfileUpdate' component. It features a blue header with the 'STUDOMAT' logo and a user profile picture in the top right corner. The main content area is white and contains a circular profile picture on the left. To the right of the profile picture is a form with several input fields: 'name', 'surname', 'email', 'address', 'city', 'zip code', 'country', and 'phone'. Below the form are two blue buttons: 'UPDATE' and 'UPLOAD IMAGE'.

Slika 35 ProfileUpdate komponenta

3.4.4 Komponenta za predmet

Komponenta "MySubject" (slika 36) igra ključnu ulogu u našoj aplikaciji omogućavajući korisnicima pregled i upravljanje predmetima koje su upisali. Osim prikaza informacija o predmetu, ova komponenta omogućava korisnicima prijavu za ispitne rokove i pregled rezultata testiranja.



The screenshot shows the 'MySubject' component. It features a blue header with the 'STUDOMAT' logo and a user profile picture in the top right corner. The main content area is white and displays the subject 'Matematika'. Below the subject name are details: 'Subject description: Mathematics', 'Ects: 5', 'Semester: 1', and 'Year: 1'. To the right, there is a section for 'Applied tests:' with a date '17/12/2023', a note 'Note', and a grade '50%'. A blue button 'APPLY FOR TEST' is located to the right of the 'Applied tests:' section.

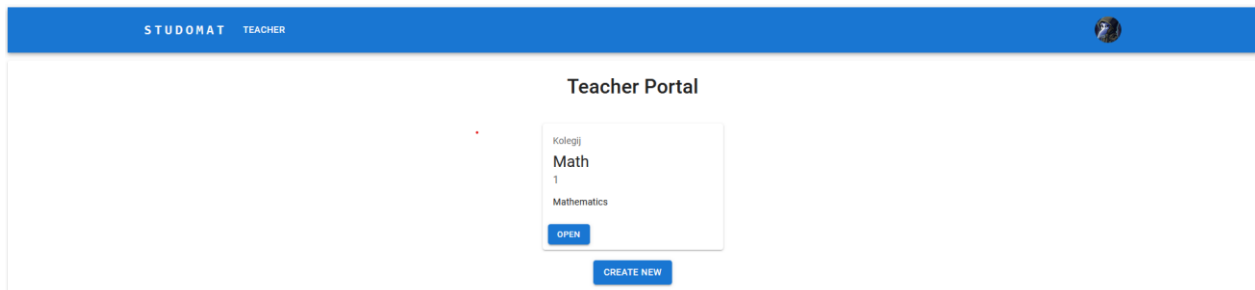
Slika 36 mySubject komponenta

3.5 Funkcionalnosti za Profesore

Ovaj odjeljak istražuje komponente i funkcionalnosti unutar naše aplikacije koje su posebno namijenjene profesorima, no važno je napomenuti da su također dostupne za korisnike s administratorskim ovlastima. Proučit ćemo kako ove komponente omogućuju profesorima bolje upravljanje i nadzor nad svojim akademskim resursima, predmetima i testovima.

3.5.1 Portal za profesore

Komponenta "TeacherPortal" (slika 37) predstavlja ključni dio naše aplikacije namijenjen profesorima. Ova komponenta omogućava profesorima pregled i upravljanje svim predmetima koje predaju. Kroz ovaj portal, profesori mogu brzo pristupiti informacijama o svojim predmetima, a također imaju mogućnost stvaranja novih predmeta. Ovaj dio aplikacije olakšava profesorima organizaciju i vođenje njihovih predavanja te pruža bolji uvid u njihov rad unutar aplikacije.

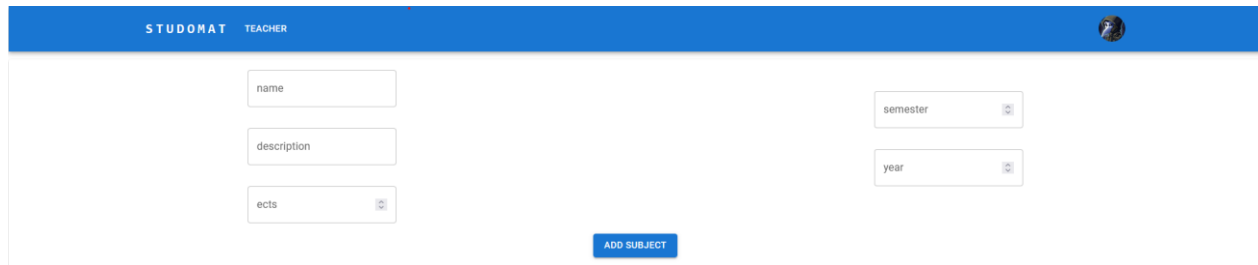


Slika 37 Teacher portal

Kao što možemo vidijeti iz priložene slike kada se prijavimo sa korisnikom koji ima prava profesora u zaglavlju se pojavi opcija teacher koja nam pruža pristup portalu za profesore.

3.5.2 Dodavanje predmeta

Komponenta "AddSubject" (slika 38) omogućava profesorima dodavanje novih predmeta u sustav. Ova komponenta pruža jednostavan način za unos svih relevantnih informacija o predmetu, uključujući naziv, opis, broj ECTS bodova, semestar i godinu studija na kojoj se predmet izvodi. Nakon unosa svih potrebnih podataka, korisnik može kliknuti na gumb "Dodaj predmet" kako bi spremljeni podaci postali dio aplikacije.

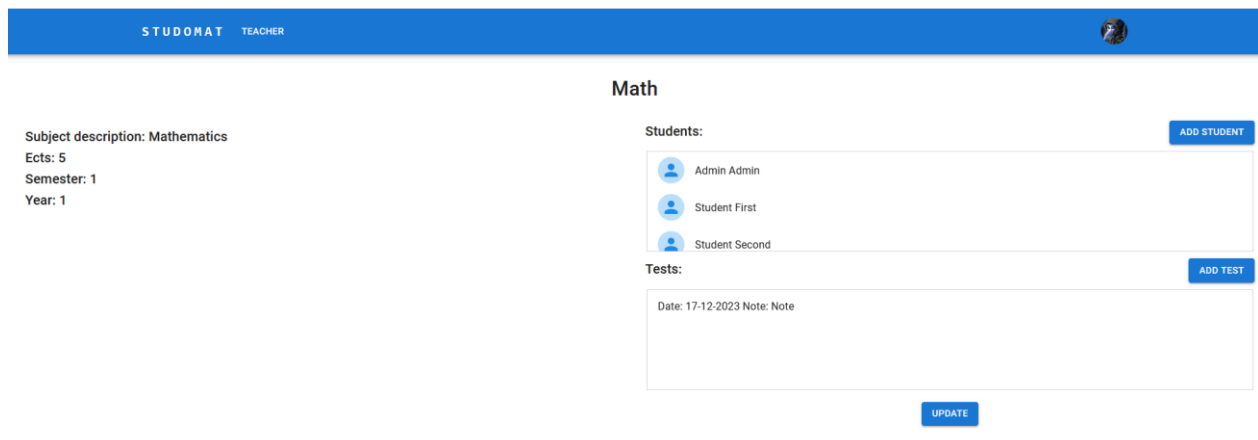


The screenshot shows a web interface for adding a subject. At the top, there is a blue header with 'STUDOMAT' and 'TEACHER' on the left, and a user profile icon on the right. Below the header, the form contains five input fields: 'name', 'description', 'ects', 'semester', and 'year'. Each field has a small 'x' icon on the right side. Below the input fields, there is a blue button labeled 'ADD SUBJECT'.

Slika 38 Dodavanje predmeta

3.5.3 Pregled predmeta

Komponenta "Subject" (slika 39) je ključan alat za profesore. Omogućava im pregled svih važnih informacija o odabranom predmetu. Sadrži detalje kao što su naziv predmeta, opis, broj ECTS bodova, semestar i godina studija na kojoj se predmet izvodi.



The screenshot shows a web interface for viewing a subject. At the top, there is a blue header with 'STUDOMAT' and 'TEACHER' on the left, and a user profile icon on the right. Below the header, the subject name 'Math' is displayed. On the left side, there is a list of details: 'Subject description: Mathematics', 'Ects: 5', 'Semester: 1', and 'Year: 1'. On the right side, there is a section for 'Students' with a list of three users: 'Admin Admin', 'Student First', and 'Student Second'. Below the students list, there is a section for 'Tests' with a list of one test entry: 'Date: 17-12-2023 Note: Note'. There are three buttons: 'ADD STUDENT' (top right), 'ADD TEST' (middle right), and 'UPDATE' (bottom center).

Slika 39 Subject komponenta

Osim toga, profesorima se pruža mogućnost upravljanja studentima na predmetu, gdje mogu dodavati nove studente. Također, komponenta pruža uvid u sve testove koji su dodijeljeni ovom predmetu i omogućava profesorima dodavanje novih testova te ocjenjivanje postojećih (slika 40).

The screenshot shows a web interface for grading test applications. At the top, the title "Test application grading" is displayed in a bold, dark font. Below the title, on the left side, is a section labeled "Applicants:" containing a list of three entries: "Student First", "Student Second", and "Student Third". Each entry is preceded by a grey circular icon with a white person silhouette. To the right of the applicant list is a white rectangular box with the text "Grade" and a small downward-pointing arrow icon on the right side, indicating a dropdown menu. Below the "Grade" box is a prominent blue button with the word "SUBMIT" in white, uppercase letters. At the bottom of the interface is another wide blue button with the word "CLOSE" in white, uppercase letters. The entire interface is enclosed in a thin black border.

Slika 40 Ocjenjivanje testova

Ova komponenta je ključna za organizaciju i upravljanje predmetima iz perspektive profesora, pružajući im sve alate i informacije potrebne za učinkovito vođenje svojih predavanja i ocjenjivanje studenata.

3.5.4 Ažuriranje predmeta

Komponenta "UpdateSubject" (slika 41) je ključna za profesore jer im omogućava ažuriranje i upravljanje informacijama o odabranom predmetu. Profesori koriste ovu komponentu kako bi mijenjali naziv predmeta, opis, broj ECTS bodova, semestar i godinu studija na kojoj se predmet izvodi.

The screenshot shows a web interface for updating a subject. At the top, there is a blue header with the text "STUDDMAT TEACHER" and a user profile icon. Below the header, the main content area is titled "Update subject". On the left side, there are five input fields: "Subject name", "Subject description", "Ects" (with a dropdown arrow), "Semester" (with a dropdown arrow), and "Year" (with a dropdown arrow). On the right side, there are two sections: "Students:" which contains a list of three users with profile icons (Admin Admin, Student First, Student Second), and "Tests:" which contains a text area with the text "Date: 17-12-2023 Note: Note". At the bottom right of the form, there are three buttons: "UPDATE" (blue), "DELETE" (orange), and "CLOSE" (blue).

Slika 41 Ažuriranje predmeta

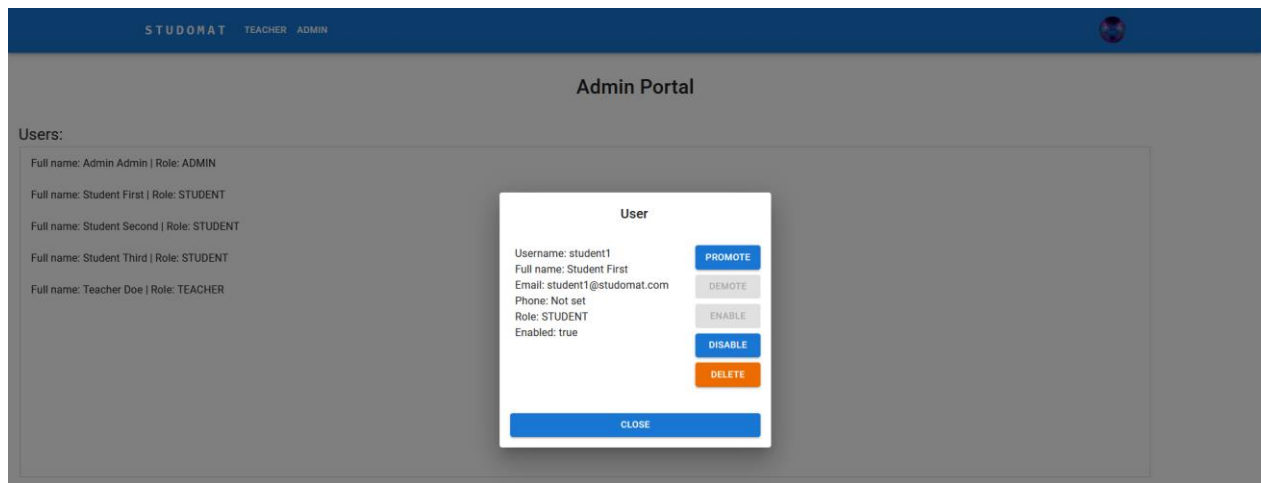
Osim toga, profesori mogu pregledavati i upravljati studentima na predmetu, dodavati ili uklanjati studente te pregledavati informacije o testovima i izmjenjivati ih.

3.6 Funkcionalnosti za administratore

U administrativnom dijelu sustava, imate širok spektar mogućnosti za upravljanje korisnicima. To uključuje promociju i demociju korisnika na različite razine pristupa, brisanje korisničkih računa koji više nisu potrebni, te aktiviranje ili deaktiviranje korisničkih računa prema potrebama.

3.6.1 Administratorski portal

Administratorski panel (slika 42) je ključni alat za upravljanje korisnicima i održavanje reda u sustavu. Ova komponenta omogućuje administratorima da pregledavaju, uređuju i upravljaju korisnicima sustava s lakoćom.



Slika 42 Administratorski panel

Evo kako je ovaj panel važan za administratore:

- **Pregled korisnika:** Panel omogućuje administratorima brz i jednostavan pregled svih korisnika u sustavu. To je korisno za praćenje broja korisnika i njihovih uloga.
- **Upravljanje ulogama:** Administratori mogu promovirati ili degradirati korisnike, omogućavajući im prilagodbu uloga i odgovornosti u sustavu
- **Brisanje korisnika:** Ako je potrebno, administratori mogu brisati korisničke račune koji više nisu potrebni ili su prestali biti aktivni.
- **Omogući/Onemogući korisnika:** Administratorski panel omogućuje administratorima da brzo omoguće ili onemoguće korisničke račune prema potrebi.

Ovaj administratorski panel je neophodan za održavanje sigurnosti i funkcionalnosti sustava, pružajući administratorima sredstva za pravilno upravljanje korisničkim računima i pristupom resursima.

4. Dockerizacija aplikacije

U ovoj sekciji detaljno ćemo razmotriti postupak Dockerizacije. Dockerizacija je moćna tehnika koja omogućuje izolaciju aplikacijskih komponenata u kontejnere, što pojednostavljuje njihovu distribuciju i izvođenje na različitim okolinama. Kroz ovu sekciju, prikazat ćemo korake za stvaranje Dockerfile-ova za Backend i Frontend, prijenos Docker slika na Docker Hub i korištenje Docker Compose-a za bezbolnu integraciju ovih komponenata.

4.1 Kreiranje Dockerfile-ova

U ovoj sekciji opisat ćemo korake za kreiranje Dockerfile-ova za Backend i Frontend komponente naše aplikacije. Dockerfile je konfiguracijska datoteka koja definira kako će se izgraditi Docker slika i koje će se komponente unutar slike koristiti.

4.1.2 Dockerfile za frontend

U ovom Dockerfile-u (slika 43), prvo se izrađuje privremena slika za izgradnju Frontend-a, zatim se kopiraju potrebni resursi i izvršavaju se komande za izgradnju. Nakon toga, kreira se finalna slika koja sadrži izgrađene resurse i Nginx poslužitelj za posluživanje Frontend-a.

```
1 ► FROM node as build
2 WORKDIR ./app
3 COPY package.json package-lock.json ./
4 RUN npm install
5 COPY . ./
6
7 ENV REACT_APP_API_BASE_URL="127.0.0.1"
8
9 RUN npm run build
10
11 FROM nginx
12 COPY --from=build /app/build /var/www
13 COPY nginx.conf /etc/nginx/nginx.conf
14 EXPOSE 80
15 ENTRYPOINT ["nginx","-g","daemon off;"]
```

Slika 43 Frontend Dockerfile

Za pokretanje Dockerfile-a koristimo komandu „`docker build -t frontend .`“.

4.1.3 Dockerfile za backend

Prvi korak bio je izgraditi izvršnu JAR datoteku iz izvornog koda Backend komponente pomoću Maven alata. Ova JAR datoteka sadrži cijelu Backend aplikaciju, uključujući sve njene ovisnosti. Nakon toga kreiramo Dockerfile koji će koristiti sliku OpenJDK za izvršavanje naše backend aplikacije.

```
FROM openjdk
WORKDIR /app
COPY ./ZavrzniRad-1.6.jar /app
CMD ["java", "-jar", "ZavrzniRad-1.6.jar"]
```

Slika 44 Backend Dockerfile

4.2 Objavljivanje slika na Docker Hub-u

Za objavljivanje slika na Docker Hub-u prvo moramo povezati računalo sa našim korisničkim računom pomoću komande „*docker login*“. Nakon toga kreiramo naše slike pomoću komande „*docker build*“ (slika 45).

```
PS C:\Users\mmaru\Documents\IdeaProjects\Zavrzni_Server\support\docker> docker build -t backend .
[+] Building 1.6s (8/8) FINISHED
=> [internal] load build definition from Dockerfile
=> => transferring dockerfile: 31B
=> [internal] load .dockerignore
=> => transferring context: 2B
=> [internal] load metadata for docker.io/library/openjdk:latest
=> [internal] load build context
=> => transferring context: 42B
=> [1/3] FROM docker.io/library/openjdk@sha256:9b448de897d211c9e0ec635a485650aed6e28d4eca1efbc34940560a480b3f1f
=> CACHED [2/3] WORKDIR /app
=> CACHED [3/3] COPY ./ZavrzniRad-1.6.jar /app
=> exporting to image
=> => exporting layers
=> => writing image sha256:8d111b1898489771fd126f3ccecf69c76f60f90ce0f71b9085ca9da6fe6d73428
=> => naming to docker.io/library/backend
```

Slika 45 docker build

Prije nego što objavite sliku, morate je tagirati s Docker Hub korisničkim imenom i verzijom. Koristite naredbu „*docker tag*“ (slika 46) kako biste to učinili.

```
docker tag backend marki2121/zavrzni-backend:0.0
```

Slika 46 docker tag

Nakon što ste tagirali svoje slike, možete ih objaviti na Docker Hub pomoću naredbe „*docker push*“ (slika 47).

```
PS C:\Users\mmaru\Documents\IdeaProjects\Zavrzni_Server\support\docker> docker push marki2121/zavrzni-backend:0.0
The push refers to repository [docker.io/marki2121/zavrzni-backend]
348c5bf64aa7: Pushed
3b8d75ec1774: Pushed
56285d9a7760: Layer already exists
077bff59ce57: Layer already exists
9cd9df9ffc97: Layer already exists
0.0: digest: sha256:f2bf138b13b82b6cdf7ffc0b5850f77a5b9b133b0c3e6ee5303e8aad646a1bec size: 1373
```

Slika 47 docker push

4.3 Konfiguracija Docker Compose-a

U ovoj sekciji, opisat ćemo kako konfigurirati Docker Compose za našu aplikaciju. Docker Compose će nam omogućiti da pokrenemo sve kontejnere (frontend, backend, i bazu podataka) kao dio jednog korištenja YAML konfiguracije. To izvršavamo pomoću naredbe „*docker compose up*“.

4.3.1 Backend dio konfiguracije

Na slici 48 prikazan je dio Docker Compose konfiguracije koja pokreće backend dio aplikacije. U nastavku ćemo detaljno opisati ovu konfiguraciju:

- **container_name:** postavlja ime kontejnera
- **restart:** postavke za restart kontejnera
- **image:** slika korištena za pokretanje kontejnera
- **enviroment:** postavke okolišne varijable za konfiguraciju Spring Boot aplikacije. Unutar ove konfiguracije postavljamo URL za bazu podataka koju će backend koristiti
- **ports:** Povezuje port 8080 na lokalnom računalu s portom 8080 u kontejneru.
- **depends_on:** označava da je kontejner ovisan o drugom kontejneru, to jest backend dio se neće pokrenuti prije nego se pokrene baza podataka
- **networks:** govori na koje mreže povezujemo ovaj servis

```
backend:
  container_name: zavrnsni-backend
  restart: on-failure
  image: marki2121/zavrnsni-backend:1.7
  environment:
    SPRING_APPLICATION_JSON: '{
      "spring.datasource.url": "jdbc:mysql://db:3306/zavrnsni?useSSL=false"
    }'
  ports:
    - "8080:8080"
  depends_on:
    - db
  networks:
    - backend
    - frontend
```

Slika 48 docker compose backend

4.3.2 Frontend dio konfiguracije

Na slici 49 prikazan je dio Docker Compose konfiguracije koja pokreće frontend dio aplikacije.

```
frontend:
  container_name: zavrnsni-frontend
  restart: on-failure
  image: marki2121/zavrnsni-frontend:1.7
  ports:
    - "9000:80"
  depends_on:
    - backend
    - db
  networks:
    - frontend
```

Slika 49 docker compose frontend

5. Zaključak

Predmet ovog završnog rada bio je prikaz razvoja full stack aplikacije pomoću *Spring Boot* i *React* razvojnih okruženja. Opisao se postupak razvoja web aplikacije te su navedeni i opisani svi koraci potrebni za izradu aplikacije. To uključuje izradu modela, njihovo povezivanje, izradu baze podataka te sve potrebne CRUD funkcionalnosti, autentifikaciju i validaciju korisnika, te sve potrebne funkcionalnosti za izradu, te kontrolu nad kolegijima.

Ovaj projekat sam odabrao iz razloga što me zanima izrada backend dijela. Odabrani je Spring jer se još nisam susreo s tim razvojnim okvirom, a htio sam proširiti svoje znanje i razvojna okruženja za izradu backend dijela aplikacije.

Unutar svijeta razvoja Java aplikacija, Spring Boot nije uvijek prvi izbor, budući da Java ekosustav nudi širok spektar različitih okvira i tehnologija. No, Spring Boot se ističe kao iznimno popularan okvir zbog svoje sposobnosti da pojednostavi razvoj aplikacija, posebno web aplikacija i mikroservisa.

Također, zainteresirao sam se za React zbog njegove široke upotrebe i utjecaja u svijetu razvoja modernih web aplikacija. Odlučio sam dublje istražiti ovaj popularni JavaScript okvir kako bih bolje razumio njegove temeljne koncepte i mogućnosti, posebno u pogledu izgradnje frontend dijela aplikacija.

Vjerujem da ću u budućnosti koristiti kombinaciju Spring Boot i React zbog njihove izvanredne sinergije i sposobnosti za razvoj kompleksnih web aplikacija.

Popis slika

Slika 1. Inicijalizacija Spring Boot Projekta	2
Slika 2. Spring standardna konfiguracija	3
Slika 3. Spring test konfiguracija.....	4
Slika 4 Izgled Entiteta	4
Slika 5 Veze između entiteta	5
Slika 6 Izrada tablice u pomoću Liquidbase-a.....	6
Slika 7 User repository.....	6
Slika 8 SecurityConfig	7
Slika 9 securityFilterChain	8
Slika 10 Token servis.....	9
Slika 11 Http basic entitet	10
Slika 12 funkcija loadUserByUsername	10
Slika 13 Spring kontroler	11
Slika 14 UserDTO	12
Slika 15 UserDTO mapper.....	13
Slika 16 Signup funkcija	14
Slika 17 UserService test	15
Slika 18 Testiranje funkcija	16
Slika 19 Testing utils	16
Slika 20 Spring konfiguracija za testove	17
Slika 21 MySQL docker compose	18
Slika 22 kreiranje react aplikacije	19
Slika 23 Instaliranje dependancy-a.....	19
Slika 24 Funkcija za zaštićene rute	20
Slika 25 Rute u aplikaciji	20
Slika 26 Inicijalizacija axios instance	21
Slika 27 GET zahtjev.....	22
Slika 28 POST zahtjev.....	22
Slika 29 Login komponenta	23
Slika 30 Login funkcija	23
Slika 31 Home komponenta	24
Slika 32 Home komponenta	24
Slika 33 html Home komponente.....	25
Slika 34 Profil komponenta	25
Slika 35 ProfileUpdate komponenta	26
Slika 36 mySubject komponenta	26
Slika 37 Teacher portal	27
Slika 38 Dodavanje predmeta	28
Slika 39 Subject komponenta	28
Slika 40 Ocjenjivanje testova.....	29

Slika 41 Ažuriranje predmeta	30
Slika 42 Administratorski panel	31
Slika 43 Frontend Dockerfile	32
Slika 44 Backend Dockerfile.....	33
Slika 45 docker build.....	33
Slika 46 docker tag.....	34
Slika 47 docker push.....	34
Slika 48 docker compose backend	35
Slika 49 docker compose frontend.....	35

Literatura

1. „*Intruduction*“. Spring boot, <https://docs.spring.io/spring-boot/docs/current/reference/html/getting-started.html#getting-started.introducing-spring-boot> (pristupljeno 15. svibnja 2023.).
2. „*Spring boot*“. Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Spring_Boot (pristupljeno 15. svibnja 2023.).
3. „*Core properties*“. Spring boot, <https://docs.spring.io/spring-boot/docs/current/reference/html/application-properties.html> (pristupljeno 16. svibnja 2023.).
4. „*JWT*“. Spring boot, <https://docs.spring.io/spring-security/reference/servlet/oauth2/resource-server/jwt.html> (pristupljeno 23. svibnja 2023.).
5. „*Accessing Data with JPA*“. Spring boot, <https://spring.io/guides/gs/accessing-data-jpa/> (pristupljeno 5. lipnja 2023.).
6. „*Liquibase*“. Wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/Liquibase> (pristupljeno 9. kolovoza 2023.).
7. „*Docker*“. Wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/Docker> (pristupljeno 9. kolovoza 2023.).
8. „*React*“. Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/React_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/React_(software)) (pristupljeno 9. kolovoza 2023.).
9. Material UI, <https://mui.com/material-ui/> (pristupljeno 22. kolovoza 2023.).
10. React router, <https://reactrouter.com/en/main> (pristupljeno 24. kolovoza 2023.).
11. React, <https://react.dev/> (pristupljeno 26. kolovoza 2023.).
12. „*Try Docker Compose*“. Docker, <https://docs.docker.com/compose/gettingstarted/> (pristupljeno 5. rujna 2023.).