



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

# Online könyvkölcsönző alkalmazás készítése a Simonyi Károly Szakkollégium számára

SZAKDOLGOZAT

*Készítette*  
Fehér János

*Konzulens*  
dr. Ekler Péter

2020. december 8.

# Tartalomjegyzék

<b>Kivonat</b>	<b>i</b>
<b>Abstract</b>	<b>ii</b>
<b>1. Bevezetés</b>	<b>1</b>
<b>2. Specifikáció</b>	<b>2</b>
2.1. Felhasználókezelés . . . . .	2
2.2. Könyvek listázása . . . . .	2
2.3. Kosár . . . . .	2
2.4. Kölcsönzés kezelése . . . . .	2
2.5. Admin funkcionalitás . . . . .	2
<b>3. Használt technológiák kiválasztása</b>	<b>3</b>
3.1. Verziókezelés . . . . .	3
3.2. Frontend . . . . .	3
3.2.1. JavaScript keretrendszer . . . . .	3
3.2.2. CSS keretrendszer . . . . .	3
3.3. Backend . . . . .	3
3.4. Adatbázis . . . . .	4
3.4.1. Az adatbázis elérése . . . . .	4
3.5. REST és GraphQL . . . . .	5
3.5.1. Kommunikáció megvalósítása . . . . .	5
3.6. TypeScript . . . . .	5
<b>4. Az alkalmazás felépítése</b>	<b>6</b>
4.1. Adatbázisséma . . . . .	6
4.1.1. Tervezés . . . . .	6
4.1.2. Implementáció . . . . .	6
4.1.3. Kapcsolódás az adatbázishoz . . . . .	8
4.2. A backend felépítése . . . . .	8
4.2.1. Next.js API routes . . . . .	8
4.2.2. next-connect . . . . .	9
4.2.2.1. Middleware támogatás . . . . .	9
4.3. A frontend felépítése . . . . .	10
4.4. Kódmegosztás . . . . .	10
<b>5. Az alkalmazás működése</b>	<b>11</b>
5.1. Authentikáció . . . . .	11
5.1.1. Megvalósítás . . . . .	11
5.2. Autorizáció . . . . .	11

5.2.1.	Megvalósítás . . . . .	12
5.3.	Könyvek listázása . . . . .	13
5.3.1.	Részletes nézet . . . . .	13
5.3.2.	Keresés a könyvek között . . . . .	14
5.4.	Foglalási folyamat . . . . .	15
5.4.1.	Kosár . . . . .	15
5.4.2.	Foglalás kezelése . . . . .	15
5.5.	Admin funkciók . . . . .	15
5.5.1.	Könyvek kezelése . . . . .	16
5.5.2.	Fájlfeltöltés . . . . .	16
5.5.3.	Kategóriák kezelése . . . . .	16
5.5.4.	Foglalások kezelése . . . . .	16
5.6.	Adaptív UI . . . . .	16
5.7.	Dark Mode . . . . .	18
5.8.	Validáció . . . . .	18
<b>6.</b>	<b>Fejlesztést segítő eszközök</b>	<b>20</b>
6.1.	Continuous Integration . . . . .	20
6.1.1.	Statikus kódanalízis . . . . .	20
6.2.	Continuous Delivery . . . . .	20
6.3.	Prisma Studio . . . . .	21
6.4.	Dependabot . . . . .	21
<b>7.</b>	<b>Összefoglalás</b>	<b>22</b>
7.1.	Továbbfejlesztési lehetőségek . . . . .	22
7.1.1.	WebSocket . . . . .	22
7.1.2.	Értesítés rendszer . . . . .	22
7.1.3.	Keresés továbbfejlesztése . . . . .	22
7.1.4.	Auth.SCH integráció . . . . .	22
	<b>Köszönetnyilvánítás</b>	<b>24</b>
	<b>Irodalomjegyzék</b>	<b>25</b>
	<b>Függelék</b>	<b>26</b>

## HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott *Fehér János*, 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(k), 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 autentikált 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.

Budapest, 2020. december 8.

---

*Fehér János*  
hallgató

# Kivonat

A Simonyi Károly Szakkollégiumához tartozó könyvtár régóta nyitva áll a hallgatók előtt hasznos illetve szórakoztató irodalmat kínálva. Ennek elérése illetve karbantartása azonban ezidáig nehézkes és bonyolult volt. Szakdolgozatom célja egy olyan webes alkalmazás készítése, amellyel megkönnyítem a könyvtárat használni kívánó hallgatók hozzáférését, valamint a könyvtár tartalmát és a kölcsönzéseket menedzselő szakkollégisták munkáját. A rendszer segítségével egyszerűvé és kényelmessé válik a könyvtár használata és még több hallgató szerez tudomást a szakkollégium ezen szolgáltatásáról.

# Abstract

The library of Simonyi Károly College for Advanced Studies is open to students for renting books that can help them in their studies or provide other kinds of literature. In its current form the handling of the library proved to be difficult and complicated. The goal of my thesis is to provide an easy-to-use and accessible web-based application to ease the access to the library for end-users and make managing the books and orders simpler and easier for college members. With this system using the library will be more straightforward and more students could be potentially reached about this service.

# 1. fejezet

## Bevezetés

A bevezető tartalmazza a diplomaterv-kiírás elemzését, történelmi előzményeit, a feladat indokoltságát (a motiváció leírását), az eddigi megoldásokat, és ennek tükrében a hallgató megoldásának összefoglalását.

A bevezető szokás szerint a diplomaterv felépítésével záródik, azaz annak rövid leírásával, hogy melyik fejezet mivel foglalkozik.

A Simonyi Károly Szakkollégiumban jelenleg üzemel egy könyvtár, ahonnan a hallgatók különféle tankönyveket és szórakoztató irodalmat van lehetőségük kölcsönözni. Ennek az adminisztrációja egy megosztott Google Docs táblázaton keresztül történik, ami azonban a publikum felé nem nyilvános, a hallgatók a könyvtárban lévő könyvek elérhetőségét csak személyesen, vagy az üzemeltetőknek írt emailen keresztül tudják ellenőrizni. Ez nagyban hátráltatja, hogy a hallgatókban tudatosuljon a könyvtár létezése, valamint megnehezíti annak karbantartását és a kölcsönzés menetét is.

Ezen helyzet adta a motivációt arra, hogy készítsek egy, a hallgatók által könnyen hozzáférhető, és az üzemeltetők által kényelmesen menedzselhető webes alkalmazást a szakkollégium számára. A cél egy reszponzív, web alapú felület tervezése és elkészítése a könyvtár könnyű használhatósága érdekében.

A dolgozat következő fejezeteiben bemutatom az alkalmazás tervezési és fejlesztési lépéseit. Ezen belül szeretnék kitérni az általam végül kiválasztott technológiák bemutatására, a kész szoftver struktúrális felépítésére, annak működési elvére, valamint az egyes komponensek közötti kommunikáció megvalósítására.

Végül kitérek a fejlesztést segítő eszközök bemutatására, majd bemutatom a jövőbeli fejlesztési lehetőségeket.

## **2. fejezet**

# **Specifikáció**

### **2.1. Felhasználókezelés**

Az alkalmazásra legyen lehetőség regisztrálni, illetve a regisztrált felhasználóknak bejelentkezni. A regisztráció során a név, email cím és jelszó megadása kötelező, egy email címmel csak egy fiók hozható létre.

### **2.2. Könyvek listázása**

A rendszer biztosítja az elérhető könyvek listázását, a könyvek közötti kulcsszavas keresést, valamint egy kiválasztott könyv részletes nézetét.

### **2.3. Kosár**

A könyveket a webshopokban megszokott módon kosárba helyezhetünk (egy könyvből akár többet, de maximum az elérhető mennyiségnek megfelelőt). A kosár tartalmát lehetőségünk van listázni, a benne lévő elemeket és darabszámukat szerkeszteni.

### **2.4. Kölcsönzés kezelése**

A kosárba helyezett könyveket le tudjuk adni a visszavitel időpontjának megadásával, ekkor a kölcsönzés „Függőben” állapotba kerül.

Ezután a kölcsönzés oldalán az alkalmazás adminisztrátoraival lehetőség van átvételi időpont egyeztetésére.

### **2.5. Admin funkcionalitás**

Az alkalmazás adminjainak lehetősége van könyvek illetve kategóriák hozzáadására, szerkesztésére és törlésére.

Ezen kívül frissíthetik a kölcsönzés állapotát, törölhetik azt, valamint hozzászólást fűzhetnek a kölcsönzésekhez.



## 3. fejezet

# Használt technológiák kiválasztása

### 3.1. Verziókezelés

A fejlesztés során fontos a változások átlátható, könnyű követése, a szoftver különböző verzióinak követése.

Erre a mára már kvázi ipari sztenderdnek számító `git` nevű szoftvert vettem igénybe. A forráskód felhőben történő tárolására a GitHub szolgáltatását használtam.

### 3.2. Frontend

#### 3.2.1. JavaScript keretrendszer

A frontendhez használt technológia kiválasztásánál két fő szempontot tudunk megkülönböztetni. Az egyik az egyes backend rendszerek által támogatott, szerveroldalon renderlet, template engine-t használó megoldás, a másik a külön frontend framework használata. Utóbbi jóval nagyobb szabadságot és funkcionalitást ad a fejlesztő kezébe, és lehetőséget ad a legújabb technikák és könyvtárak használatára.

Emiatt úgy döntöttem, hogy az alkalmazás ezen részét a négy legnépszerűbb keretrendszer (React, Angular, Vue és Svelte) egyikével fogom megvalósítani. Ezek a keretrendszerek alapvető filozófiában és funkcionalitásban lényegében megegyeznek, azonban az elérhető könyvtárak mennyisége és minősége a React esetében a legnagyobb, emiatt végső soron erre esett a választásom.

#### 3.2.2. CSS keretrendszer

A CSS keretrendszer kiválasztása során két fő irányvonal jött szóba: az ún. atomic CSS, illetve az előre már elkészített komponenseket kínáló könyvtárak. Míg előbbi lehetővé teszi a teljesen egyedi design írását, utóbbi jóval nagyobb fokú kényelmet és a felület gyorsabb elkészítését teszi lehetővé.

Mivel jelen alkalmazás esetében nem volt szempont egy egyedi design elkészítése, ezért az utóbbi megoldás használata mellett döntöttem. A kiválasztott framework végül a Chakra UI lett, mely nagy mennyiségű kész, egyszerűen bővíthető és magas fokú accessibility-t kínáló komponensekkel rendelkezik.

### 3.3. Backend

A backend keretrendszer kiválasztása során a legfontosabb szempont az volt, hogy minél jobban képes legyen integrálódni a frontend keretrendszerhez. Mindenképpen szerettem volna elkerülni a külön repository használatát. Ennek fő okai, hogy mind a fejlesztés,

mind a deployment jelentősen egyszerűsödik, valamint közös könyvtár esetén a közös kódrészletek megosztása is triviálissá válik.

A fentiek miatt a lehetőségeim a NodeJS alapú megoldásokra szűkítettem le. Egy népszerű, és általam már kipróbált megoldás az Express keretrendszer, azonban a React világában létezik egy, az igényeimnek méginkább megfelelő framework: a NextJS. Ez egy React-ra épülő, SSR-t<sup>1</sup> támogató keretrendszer, amely rendelkezik egy úgynevezett API routes nevű funkcióval.

Ennek segítségével a React alkalmazásunkon belül készíthető egy API réteg, amely a fordítás után szervertoldalon futó függvényekké lesz átalakítva. Ezzel lényegében megspóroljuk, hogy külön API-t és hozzávaló elérési, illetve deployment környezetet kelljen létrehozni, miközben egy Express-hez hasonló interfészt tudunk használni. Előnye továbbá, hogy rendkívül egyszerűvé teszi a frontend és a backend közötti kódmegosztást, csökkentve ezzel a duplikációkat és erősítve a type safety-t.

## 3.4. Adatbázis

Az adatbázis architektúra kiválasztása esetén két fő irányvonal volt a meghatározó: a hagyományos relációs adatbázis (pl. PostgreSQL, MySQL) és a NoSQL megoldások (pl. MongoDB, Google Firestore, AWS DynamoDB).

A technológia kiválasztása során fontos szempont volt az ACID elvek követése, a relációk egyszerű kezelése és a minél nagyobb típusbiztosság elérése a backend kódjában.

Ezeknek a szempontoknak a hagyományos relációs adatbázisok felelnek meg, ezen belül a PostgreSQL-re esett a választásom, mivel ez egy általam már ismert, sok funkciót támogató, ingyenes és nyílt forráskódú megoldás.

### 3.4.1. Az adatbázis elérése

Miután a backend és adatbázis technológiák és könyvtárak kiválasztásra kerültek, szükséges a kettő közötti kommunikációt biztosító könyvtár meghatározására. NodeJS környezetben rendkívül nagy választék áll rendelkezésre, ezeket két nagy csoportra lehet bontani: ORM és query builder.

Míg az előbbi megoldás egy erős absztrakciós réteget képez az adatbázis szerkezete és a programkód között, addig a query builder egy, az SQL-hez közelebbi interfészt kínál a felhasználónak. Ez utóbbi előnye, hogy a felhasználó által írt kód közelebb van a végső soron lefutó SQL-hez, így átláthatóbbak az egyes lekérések végeredményei.

A query builder megoldások közül is kiemelkedik a Prisma, amely egy NodeJS környezetben működő adatbázis kliens, ami a hangsúlyt a type safety-re helyezi. Az adatbázis sémát egy speciális `.prisma` kiterjesztésű fájlban tudjuk megírni, majd ezt a Prisma migrációs eszközével tudjuk az adatbázisunkba átvezetni. Ezután lehetőségünk van a séma alapján a sémából TypeScript típusokat generálni, melyek használata nagyban megkönnyíti és felgyorsítja a fejlesztés menetét.

```
const user = new User()
user.firstName = "Bob"
user.lastName = "Smith"
user.age = 25
await repository.save(user)
```

### 3.1. lista. Adatbázis beillesztés TypeORM környezetben

```
const user = await prisma.user.create({
  data: {
    firstName: "Bob",
```

---

<sup>1</sup>Server-Side Rendering

```
    lastName: "Smith",  
    age: 25  
  }  
})
```

### 3.2. lista. Adatbázis beillesztés Prisma segítségével

A fentiek alapján a Prisma könyvtárat használtam az adatbázissal történő kommunikációra.

## 3.5. REST és GraphQL

A fentiekén túl utolsó lépésként szükséges volt eldönteni a frontend és a backend közötti kommunikáció módját.

A REST architektúra mellett ugyanis a közelmúltban megjelent a GraphQL. Ez egy, a REST API-nál flexibilisebb megoldást kínál az adatok elérésére. Hátránya azonban, hogy sok extra kód és konfiguráció szükséges a használatához. Ezzel szemben – Next.js API routes használatával – egy REST API végpont létrehozásához csupán a kiválasztott névvel kell egy fájlt helyezni az `src/pages/api` könyvtárba.

A fenti szempontokat figyelembe véve végül a hagyományos REST architektúra alkalmazása mellett döntöttem.

### 3.5.1. Kommunikáció megvalósítása

A HTTP kérések küldéséhez rengeteg megoldás közül tudunk válogatni. A legegyszerűbb a böngészőbe beépített fetch API, ami egy egyszerű interfészt biztosít, azonban funkciókat tekintve erősen korlátozott.

A választásom végül a Vercel által fejlesztett SWR-re<sup>2</sup> esett. Ez egy React könyvtár, ami a stale-while-revalidate stratégiát alkalmazza. Segítségével könnyedén tudjuk a változtatásokat gyorsan és reaktívan követni a frontenden, miközben fejlett cache funkcionalitást is nyújt.

## 3.6. TypeScript

A frontend illetve a Node.js világában lehetőségünk van arra, hogy a JavaScript helyett egy arra lefordítható egyéb nyelvet használjunk fejlesztés közben. Az egyik ilyen lehetőség a TypeScript, amely egy már több éve jelenlévő, gyorsan fejlődő alternatíva többek között olyan funkciókkal, mint a static type check, type inference és magas szintű IDE integráció.

Az általam választott technológiák közül a Prisma kifejezetten épít a TypeScript nyújtotta előnyökre, illetve a Next.js integrációhoz elegendő egy konfigurációs fájlt létrehozni, így evidens volt, hogy az alkalmazást TypeScript segítségével írom meg.

---

<sup>2</sup><https://swr.vercel.app/>

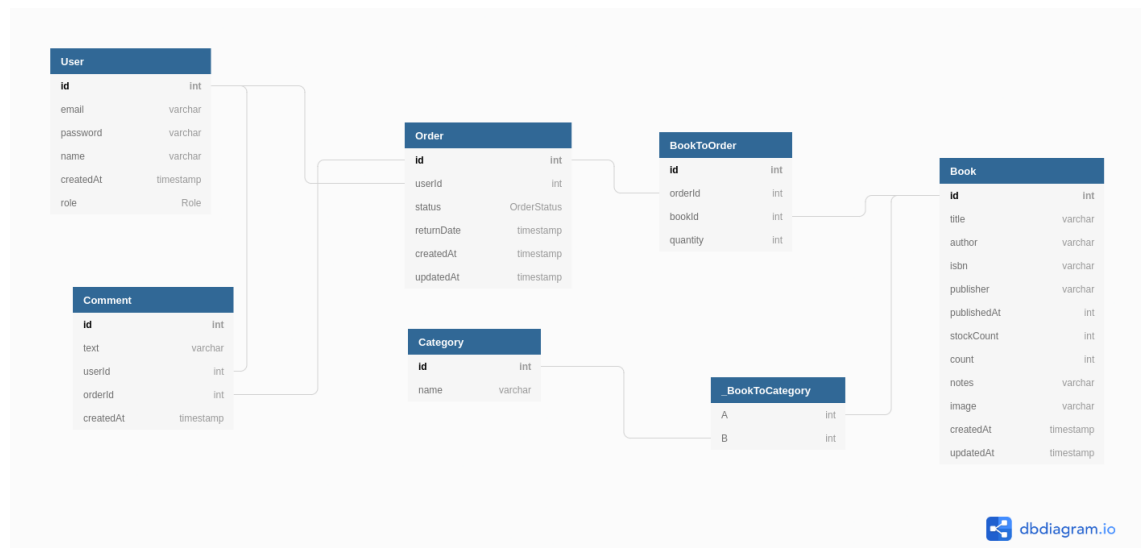
## 4. fejezet

# Az alkalmazás felépítése

### 4.1. Adatbázisséma

#### 4.1.1. Tervezés

Az adatbázisséma tervezéséhez a dbdiagram.io nevű platformfüggetlen, webes ER diagram tervező szoftvert használtam. Ez egy saját fejlesztésű, DBML nevű DSL nyelvet használ a séma leírására, és lehetővé teszi ennek exportálását különféle formátumokba.



4.1. ábra. Az adatbázisséma ER diagramja.

A séma tervezése során a Prisma által használt elnevezési konvenciókat használtam megkönnyítve a két technológia közötti átjárhatóságot.

#### 4.1.2. Implementáció

A séma adatbázisba történő átvezetésére két lehetőségünk van. Az egyik, hogy a dbdiagram oldalról lehetőségünk van .sql kiterjesztésű fájlt letölteni, ezt a létrehozott adatbázisunkon futtatni, majd a Prisma introspect funkcióját használva legenerálni hozzá a Prisma schema fájlt a backendünk számára. A másik, egyszerűbb megoldás a Prisma migrate<sup>1</sup> használata. Ez esetben nekünk manuálisan kell létrehozni a Prisma schema fájlt a korábbi diagram alapján, majd a

<sup>1</sup>A dolgozat írása idejében ez a funkció még experimental státuszban volt, de a használata során nem ütköztem problémákba.

```
prisma migrate save --experimental
prisma migrate up --experimental
```

parancsokat kiadva létrehozzuk és futtatjuk a Prisma migrációt. Ez utóbbi megoldás előnyei, hogy egy központi helyen tudjuk kezelni a séma változásait, valamint ezt adatbázis-agnosztikus módon tehetjük meg.

```
generator client {
  provider = "prisma-client-js"
}

datasource db {
  provider = "postgresql"
  url      = env("DATABASE_URL")
}

model Book {
  id          Int           @id @default(autoincrement())
  title       String
  author      String?
  isbn        String?
  publisher    String?
  publishedAt Int?
  stockCount  Int?          @default(1)
  count       Int?          @default(1)
  notes       String?
  image       String?
  createdAt   DateTime?     @default(now())
  updatedAt   DateTime?     @default(now())
  orders      BookToOrder[]
  categories  Category[]
}

model BookToOrder {
  id          Int           @id @default(autoincrement())
  orderId     Int
  bookId      Int
  quantity    Int?          @default(1)
  books       Book          @relation(fields: [bookId], references: [id])
  orders      Order         @relation(fields: [orderId], references: [id])

  @@unique([bookId, orderId], name: "BookToOrder_book_order_unique")
}

model Category {
  id      Int           @id @default(autoincrement())
  name    String
  books   Book[]
}

model Comment {
  id          Int           @id @default(autoincrement())
  text        String?
  createdAt   DateTime?     @default(now())
  userId      Int
  orderId     Int
  order       Order         @relation(fields: [orderId], references: [id])
  user        User          @relation(fields: [userId], references: [id])
}

model Order {
  id          Int           @id @default(autoincrement())
  userId      Int
  returnDate  DateTime?
  status      orderstatus? @default(PENDING)
  createdAt   DateTime?     @default(now())
  updatedAt   DateTime?     @default(now())
  user        User          @relation(fields: [userId], references: [id])
  books       BookToOrder[]
  comments    Comment[]
}
```

```

model User {
  id      Int      @id @default(autoincrement())
  email   String   @unique
  password String
  name    String?
  createdAt DateTime? @default(now())
  role    userrole? @default(BASIC)
  comments Comment[]
  orders  Order[]
}

enum orderstatus {
  PENDING
  RENTED
  RETURNED
  LATE
}

enum userrole {
  BASIC
  ADMIN
  EDITOR
}

```

**4.1. lista.** Séma leírása a Prisma DSL-ben

A Prisma DSL-ben a dbdiagram.io-hoz hasonló módon tudjuk felvenni a relációkat. Ennek nagy előnye, hogy a táblák közötti kapcsolatokat egyszerűen tudjuk modellezni, amit a `prisma migrate` át tud vezetni az adatbázisunkba.

Ahogy a fenti kódrészletben is látszik, a Category és a Book modellek közötti kapcsolatot biztosító kapcsolótábla nem jelenik meg a Prisma schema fájlban. Ez egy úgynevezett implicit kapcsolat, melyet a Prisma motorja automatikusan kezel és a migráció során létrehozza a megfelelő táblát a két entitás között.

### 4.1.3. Kapcsolódás az adatbázishoz

A Prisma esetében az adatbáziskapcsolatot egy connection string segítségével tudjuk megadni, amit alapesetben a megadott környezeti változóból (`DATABASE_URL`) olvas ki. Ennek nagy előnye, hogy könnyen tudunk lokális és remote adatbázisok között váltani, illetve egyszerűvé teszi a production-ben lévő kód és az adatbázis közötti kapcsolat létrehozását.

## 4.2. A backend felépítése

### 4.2.1. Next.js API routes

A Next.js keretrendszer a 9-es verzió óta lehetővé teszi szerveroldali kód írását az alkalmazásunkhoz. Ennek segítségével a `pages/api` mappába helyezett fájljaink szolgálnak backendként. Minden ide helyezett fájl egyben a nevének megfelelő API végpont lesz, tehát például a `pages/api/books.ts`-ben lévő kódot a `pages/api/books` URL-en keresztül tudjuk elérni.

Támogatja továbbá a backend-oldali dinamikus routing-ot, azaz például a `pages/api/books/[id].tsx` fájl a `pages/api/<id>` URL-nek felel meg, ahol az `id` változót alábbi módon érhetjük el:

```

export default function handler(req, res) {
  const {
    query: { id },
  } = req

  res.end(`Book: ${id}`)
}

```

---

## 4.2. lista. Next.js dinamikus routing

### 4.2.2. next-connect

Alapesetben a Next.js csak egy egyszerű interface-t biztosít nekünk, amin keresztül elérhetjük a HTTP kérés request és response objektumokat annak kezeléséhez. Ez azonban nezhézkessé teszi a különböző kérések feldolgozását (pl. GET, POST és PUT), valamint különböző kódrészletek egyszerű újrafelhasználását.

Ennek kényelmesebbé tételére döntöttem a next-connect könyvtár használata mellett, amellyel a fenti igények könnyedén megvalósíthatóak. Az alábbi két kódrészletben szeretném bemutatni a főbb különbségeket.

```
export default function handler(req: NextApiRequest, res: NextApiResponse) {
  if (req.method === 'GET') {
    res.statusCode = 200
    res.setHeader('Content-Type', 'application/json')
    res.end(JSON.stringify({ name: 'John Doe' }))
  } else if (req.method === 'POST') {
    // Process a POST request
  }
}
```

## 4.3. lista. Default Next.js API routes

```
import nextConnect from "next-connect"

const handler = nextConnect<NextApiRequest, NextApiResponse>()

handler
  .get((req, res) => {
    res.json({ name: 'John Doe' })
  })
  .post((req, res) => {
    // Process POST request
  })

export default handler
```

## 4.4. lista. Kérés kezelése next-connect segítségével

### 4.2.2.1. Middleware támogatás

A Next.js alapesetben nem rendelkezik beépített middleware támogatással, emiatt bizonyos kódrészletek újrahasználása körülményes lehet. A next-connect azonban ezt a folyamatot rendkívül egyszerűvé teszi, így könnyen lehet védett útvonalakat létrehozni például csak bejelentkezett felhasználók számára.

```
import nextConnect from "next-connect"
import requireLogin from "middleware/requireLogin"
import requireAdmin from "middleware/requireAdmin"
const handler = nextConnect<NextApiRequest, NextApiResponse>()

handler
  .get((req, res) => {
    res.json({ name: 'John Doe' })
  })
  .use(requireLogin)
  .post((req, res) => {
    // Process POST request
  })
  .use(requireAdmin)
  // Process other requests

export default handler
```

---

#### 4.5. lista. Middleware kezelés next-connect segítségével

A fenti kódrészletben a POST kérés csak bejelentkezett felhasználók számára elérhető. Ezek egymás után is fűzhetőek, így komplex igények is rendkívül egyszerűen megvalósíthatóak.

### 4.3. A frontend felépítése

A Next.js framework a frontenden is alkalmazza a file-based routing koncepcióját. Ennek megfelelően elegendő az `src/pages/` mappában elhelyezett `.tsx` fájlban definiálnunk egy React komponenst, és a keretrendszer a megadott fájlnevnél megfelelő URL-en fogja kirenderelni az oldalkat.

Az adminoknak elérhető oldalakat egy külön `admin` mappába helyeztem a könnyebb elkülöníthetőség érdekében.

A `components/` mappába kerültek az újrafelhasznált, illetve kiszervezett React komponensek. Az általam írt saját React hook-ok pedig az `src/lib/hooks.tsx` fájlba kerültek.

### 4.4. Kódmegosztás

Mivel a backend és frontend kódja egyazon git repository-ban van elhelyezve, a kettő között kódmegosztás szinte triviális.

Bármely, az `src` mappán belül elhelyezett fájl felhasználható a szerver- és kliensoldali kód számára. Ennek megfelelően az `src/lib/interfaces.ts` és `src/lib/constants.ts` fájlokban találhatóak a közösen használt interfészek és konstans változók.

Az általam használt Prisma ORM egy nagy előnye továbbá, hogy az általa generált interfészek és típusdefiníciók is használhatóak kliens- és szerveroldalon egyaránt, ezáltal csökken a bugok mennyisége, és egy esetleges sémaváltozás esetén jóval könnyebb lekövetni az okozott változásokat.



## 5. fejezet

# Az alkalmazás működése

### 5.1. Authentikáció

A felhasználók magukat egy email-jelszó párossal tudják azonosítani, melyet regisztrációkor adhatnak meg.

A regisztráció kezelésének két dologra kellett figyelmet fordítanom: egy email cím csak egyszer szerepelhessen az adatbázisban, valamint a jelszót megfelelő módon tároljuk az adatbázisban.

Az első kritériumra megoldásként szolgál az adatbázisban az email mező egyedivé tétele, valamint a regisztráció során a megadott emailcím ellenőrzése.

A jelszó biztonságos tárolása érdekében azt regisztráció során hash-elve mentem el az adatbázisba, erre az `argon2` könyvtárat használtam fel.

#### 5.1.1. Megvalósítás

A session kezeléshez a `passport` könyvtárat és cookie alapú megoldást használtam. Ennek során a felhasználót a böngészőben tárolt cookie információ azonosítja, amit backenden ellenőrizni tudunk.

A frontenden történő ellenőrzéshez egy hook-ot készítettem, mellyel ellenőrzhető, hogy a felhasználó be van-e jelentkezve.

```
export function useUser() {
  const { data, mutate } = useSWR<{ user: User }>("/api/user", fetcher)
  const loading = !data
  const user = data?.user
  return [user, { mutate, loading }] as const
}
```

5.1. lista. Authentikáció hook

### 5.2. Autorizáció

Az alkalmazás megfelelő használata érdekében szükséges volt bizonyos funkciók elérésének szűkítésére. Ehhez a role-based access control megoldást választottam, mely alapján a felhasználókat különböző kategóriákba tudjuk besorolni, majd ezeknek a kategóriáknak adunk jogosultságokat.

Ennek megfelelően három jogosultság-kategóriát hoztam létre: `BASIC`, `ADMIN` és `EDITOR`.

A `BASIC` felhasználók képesek foglalást leadni és a sajátjaikhoz megjegyzést fűzni, valamint a hozzájuk tartozó foglalásokat listázni.

Az `EDITOR` jogosultsággal rendelkezők ezen felül képesek az egyes foglalások állapotát állítani, valamint bármely foglaláshoz megjegyzést fűzni.

Az `ADMIN` joggal rendelkezők a fentiekén kívül képesek könyvek és kategóriák hozzáadására, törlésére és szerkesztésére.

### 5.2.1. Megvalósítás

A kódbazison belül a frontenden és backendes is szükséges ellenőrizni a megfelelő jogosultságokat.

A backenden ehhez létrehoztam egy middleware-t, amely a már bejelentkezett emberek jogosultságát ellenőrzi.

```
const requireRole = (...roles: userrole[]) => {
  return (req: NextApiRequest, res: NextApiResponse, next: NextHandler) => {
    if (roles.some(it => it === req.user.role)) {
      return next()
    } else {
      return res.status(401).json({ message: "Nincs ömegfelel jogosultságod" })
    }
  }
}
```

#### 5.2. lista. Authorizáció middleware

A frontenden történő validáció esetén két forgatókönyv lehetséges: egy teljes oldal vagy az oldalon belül bizonyos komponensek elrejtése a felhasználó előtt.

Az előbbi kezelésére létrehoztam egy React hook-ot, amivel az oldalak megjelenítését tudjuk kontrollálni.

```
// src/lib/hooks.tsx
export function useRequireRoles(roles: userrole[] = []) {
  const [user] = useUser()

  return roles.some((it) => it === user?.role)
}

// src/pages/admin/index.tsx
const hasAccess = useRequireRoles([userrole.ADMIN, userrole.EDITOR])
if (!hasAccess) {
  return <ErrorPage statusCode={401} message="Nincs ömegfelel jogosultságod!" />
}
```

#### 5.3. lista. Authorizációs hook és használata

Az oldalon belüli bizonyos tartalmak elrejtésére készítettem egy komponenst, ami a tartalmát a felhasználó jogosultsági szintjének megfelelően jeleníti csak meg.

```
// src/components/HasRole.tsx
export default function HasRole({ roles, children }: Props) {
  const [user] = useUser()
  const hasRole = roles.some((it) => it === user?.role)

  return <>{hasRole && children}</>
}

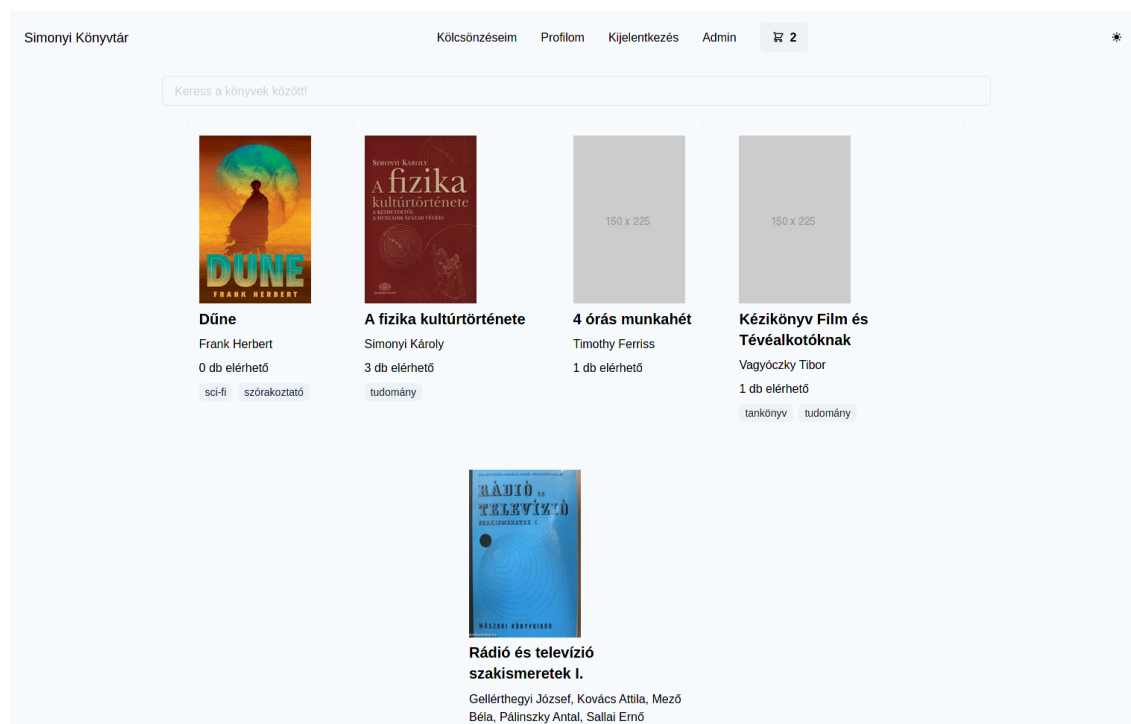
// src/components/Navbar.tsx
<HasRole roles={[userrole.ADMIN, userrole.EDITOR]}>
  <NextLink href="/admin">
    <Link>Admin</Link>
  </NextLink>
</HasRole>
```

#### 5.4. lista. Authorizáció komponens és használata

A fenti módszerek alkalmazásával egy robosztus jogosultság-kezelő megoldást sikerült implementálnom a szoftverbe.

## 5.3. Könyvek listázása

A kezdőoldalon az elérhető könyveket tudjuk listázni egy rácsszerkezetben. Itt látható a könyvöz kapcsolt borítókép, a könyv címe, szerzője és kategóriái.



5.1. ábra. Az alkalmazás kezdőlapja

### 5.3.1. Részletes nézet

A főoldalon egy könyvre kattintva megkapjuk annak részletes nézetét. Itt láthatjuk az összes hozzá tartozó információt, valamint lehetőségünk van a könyv kosárba helyezésére (feltéve, hogy van belőle elérhető példány).



5.2. ábra. Könyv részletes nézete

### 5.3.2. Keresés a könyvek között

A főoldalon tudunk a meglévő könyvek közötti kulcsszavas keresésre. Ezt a PostgreSQL Full Text Search funkciójával implementáltam.

Ehhez szükséges volt létrehozni az indexeléshez szükséges oszlopot a `Book` táblán, ami alapján az adatbázismotor a keresést el tudja végezni.

```
ALTER TABLE "Book"
ADD COLUMN document tsvector;
update "Book"
set document = to_tsvector(title || ' ' || author || ' ' || publisher || ' ' || notes);

ALTER TABLE "Book"
ADD COLUMN document_with_idx tsvector;
update "Book"
set document_with_idx = to_tsvector(title || ' ' || coalesce(author, '') || ' ' || coalesce(
    publisher, '') || ' ' || coalesce(notes, ''));
CREATE INDEX document_idx
ON "Book"
USING GIN(document_with_idx);

ALTER TABLE "Book"
ADD COLUMN document_with_weights tsvector;
update "Book"
set document_with_weights = setweight(to_tsvector(title), 'A') ||
    setweight(to_tsvector(coalesce(author, '')), 'B') ||
    setweight(to_tsvector(coalesce(publisher, '')), 'C') ||
    setweight(to_tsvector(coalesce(notes, '')), 'D');
CREATE INDEX document_weights_idx
ON "Book"
USING GIN (document_with_weights);

CREATE FUNCTION book_tsvector_trigger() RETURNS trigger AS $$
begin
    new.document :=
        setweight(to_tsvector('english', coalesce(new.title, '')), 'A')
        || setweight(to_tsvector('english', coalesce(new.author, '')), 'B')
        || setweight(to_tsvector('english', coalesce(new.publisher, '')), 'C')
        || setweight(to_tsvector('english', coalesce(new.notes, '')), 'D');
    return new;
end
$$ LANGUAGE plpgsql;

CREATE TRIGGER tsvectorupdate BEFORE INSERT OR UPDATE
ON "Book" FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE book_tsvector_trigger();
```

### 5.5. lista. A kereséshez szükséges SQL utasítások

A keresés implementálásához szükséges volt még egy egyedi lekérdezés írása, ugyanis a Prisma jelenleg nem támogatja a `tsvector` alapú keresést. Ehhez az alábbi megoldást használtam a backenden.

```
const sql = escape(`
select id, title, author, "stockCount", "updatedAt", image
from "Book"
where document_with_idx @@ plainto_tsquery('%s')
order by ts_rank(document_with_idx, plainto_tsquery('%s')) desc;`, term)
const books = await db.$queryRaw(sql)
```

### 5.6. lista. Könyvek közti keresés megvalósítása

Alapesetben ha elkezdünk a keresőmezőbe gépelni, a frontend minden egyes leütés után kérést intéz a backend felé. Ez azonban felesleges forgalmat és adatbáziselérést okoz, ezért az input késleltetésére a `use-debounce` package-et használtam.

```
const [term, setTerm] = useState("")
const { data, error } = useSWR<BookWithCategories[]>(`api/books?q=${term}`, fetcher)
const debounced = useDebounceCallback((value) => setTerm(value), 500)

return (
    <Input
```

```

placeholder="Keress a könyvek között!"
mt="1rem"
onChange={(e) => debounced.callback(e.target.value)}}
/>
{/* ... */}
)

```

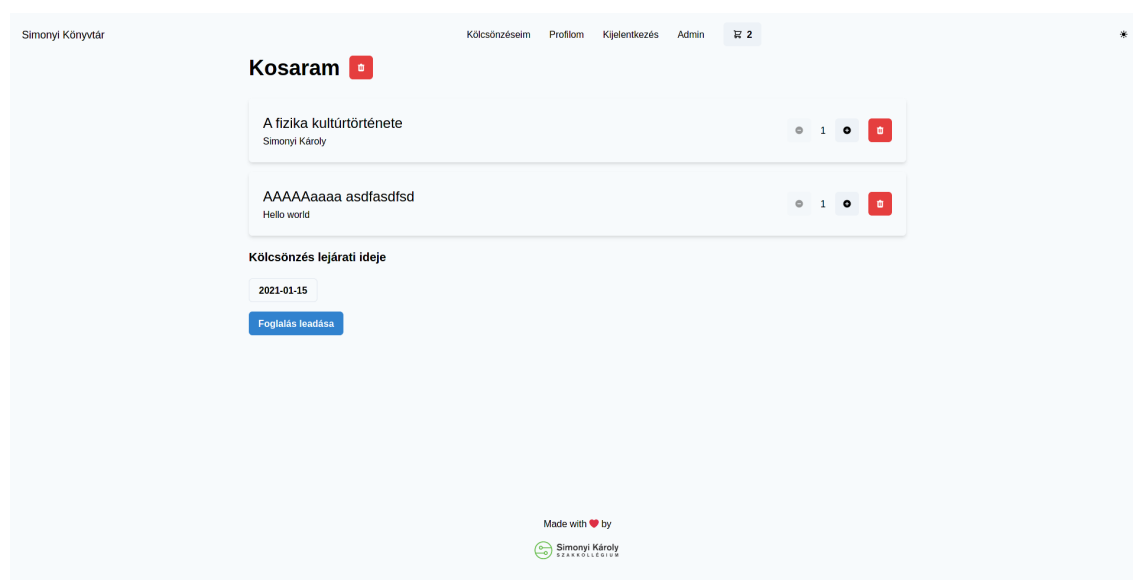
5.7. lista. A keresést megvalósító kódrészlet a frontenden

## 5.4. Foglalási folyamat

Az alkalmazás legfontosabb eleme a könyvek foglalásának nyomonkövetése. Az alábbi ábrán ennek a folyamatát foglaltam össze.

### 5.4.1. Kosár

A könyv részletes nézetében lehetőség van a kosárba helyezésre. Ennek a tartalmát a felső navigációs sávon lévő bevásárlókosár ikonra kattintva lehet megtekinteni.



5.3. ábra. Kosár oldal

Itt lehetőség van az egyes könyvek darabszámának állítására, illetve a kosár tartalmának módosítására.

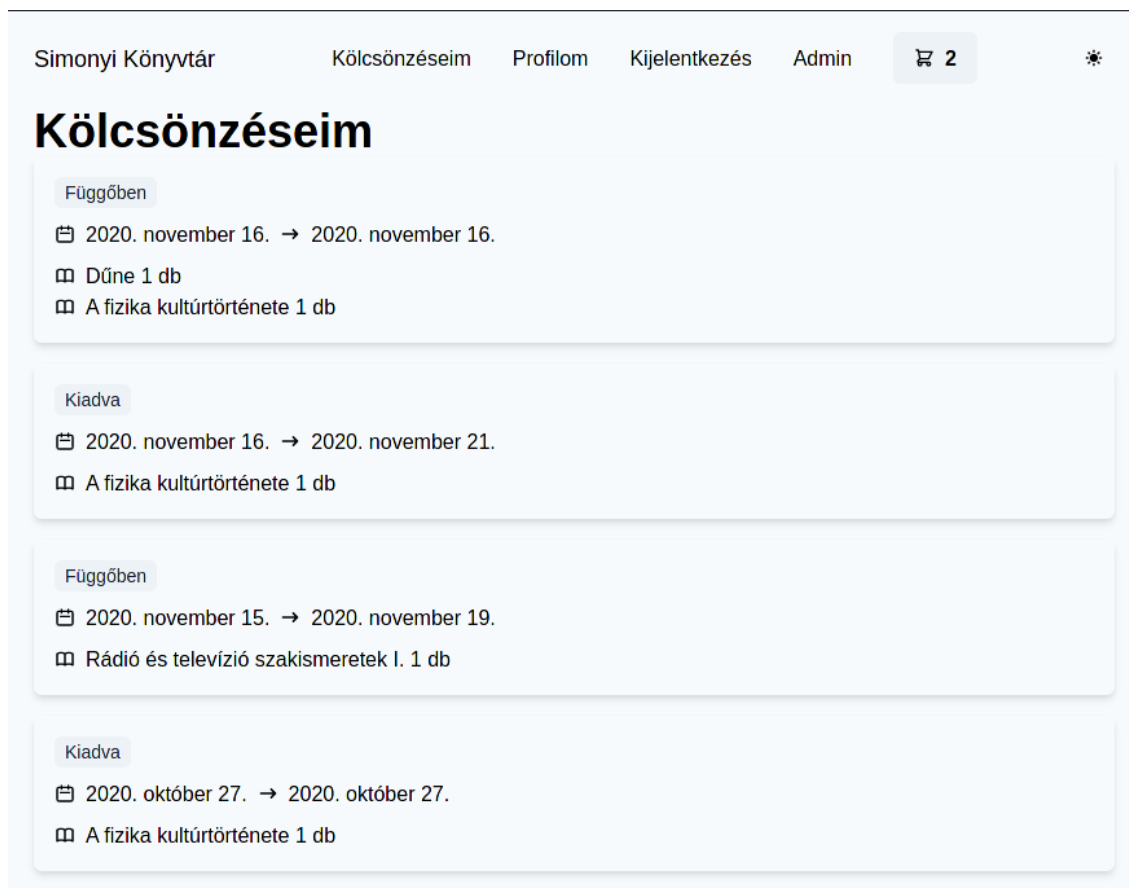
Ezután a felhasználó ki tudja választani, hogy meddig szeretné kiválasztani a könyveket, majd a „Foglalás leadása” gombra kattintva véglegesítheti azt.

### 5.4.2. Foglалás kezelése

A foglalás leadás után a „Kölcsönzéseim” linkre kattintva tudjuk listázni azokat. Itt egy adott kölcsönzésre kattintva léphetünk a részletes nézetre, ahol megjegyzéseket tudunk fűzni hozzá. Ez a funkció szolgál az átvételi időpont egyeztetésére, problémák és egyéb igények megbeszélésére.

## 5.5. Admin funkciók

Lorem ipsum valkjsdf asfd asdfa sfd a fd



5.4. ábra. Kölcsönzések listázása

### 5.5.1. Könyvek kezelése

a sfdas dfa s as dfaasdf  
asdf as df

### 5.5.2. Fájlfeltöltés

A könyvekhez opcionálisan megadható egy borítókép, amit a felhasználó a saját gépéről választhat ki.

Ennek a tárolására az Amazon S3 szolgáltatását választottam. A csatolt képet a frontend először elküldi a backendnek, majd az az `aws-sdk` könyvtárat használva feltölti a képet az S3 bucket-be, az adatbázisba csak a képet azonosító generált kerül be. Így lehetőségünk van a képek egyszerű és adatbázisfüggetlen kezelésére.

### 5.5.3. Kategóriák kezelése

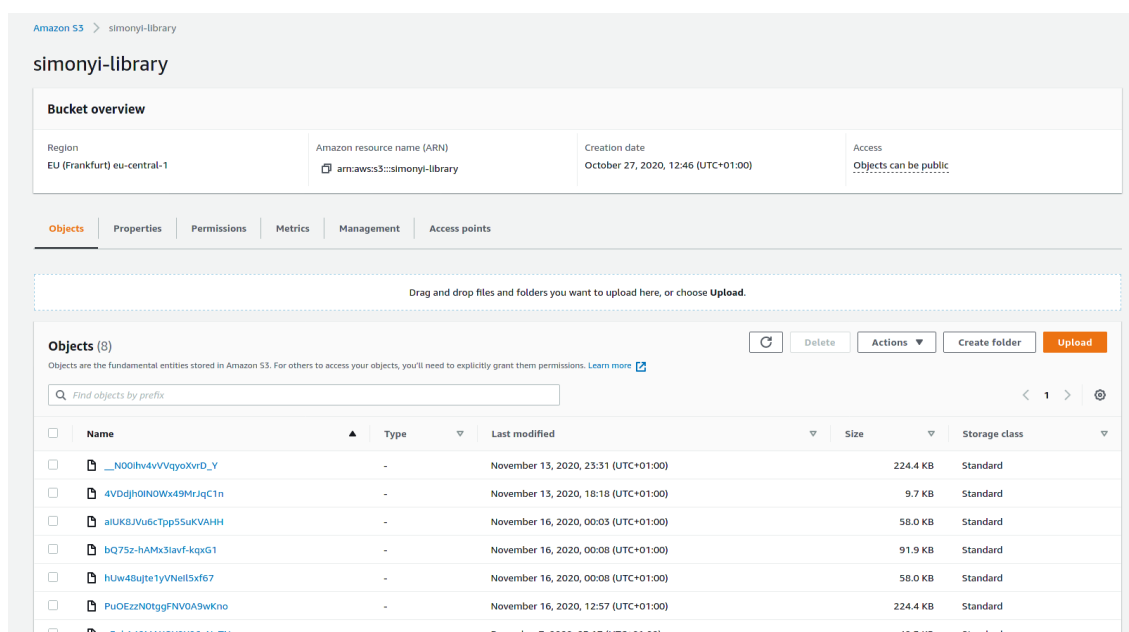
### 5.5.4. Foglalások kezelése

## 5.6. Adaptív UI

A felület fejlesztése közben fontos volt, hogy minden oldal megfelelően működjön mobil képernyőkön is. A Chakra UI szerencsére első kézből támogatja ezt a Responsive Styles funkciójának köszönhetően.



5.5. ábra. Kölcsönzés részletei kommentekkel



5.6. ábra. Amazon S3 konzol

Ennek segítségével egy Chakra komponens tulajdonságait egy tömbben tudjuk megadni, ahol minden elem egy adott képernyőmérethez fog társulni.

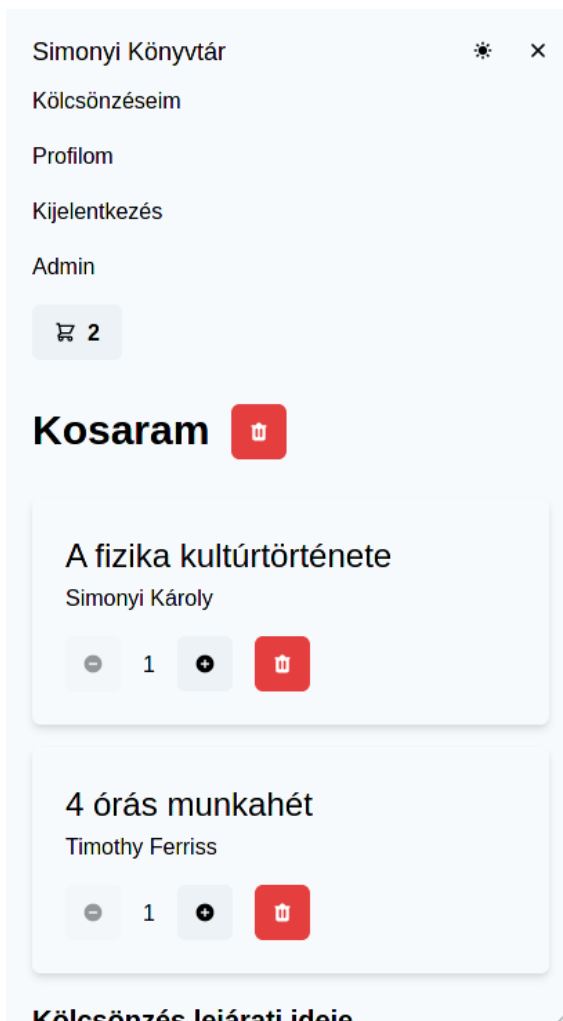
```
<Flex direction={['column', null, 'row']}>
  <Box mr={4}>
    <NextImage
      src={
        book.image
```

```

? `${process.env.NEXT_PUBLIC_S3_URL}/${book.image}`
: "https://via.placeholder.com/200x300"
}
width={300}
height={450}
/>
</Box>
{/* Other content */}
</Flex>

```

5.8. lista. Chakra UI Responsive Styles használata



5.7. ábra. Kosár oldal mobil képernyőn, nyitott menüvel

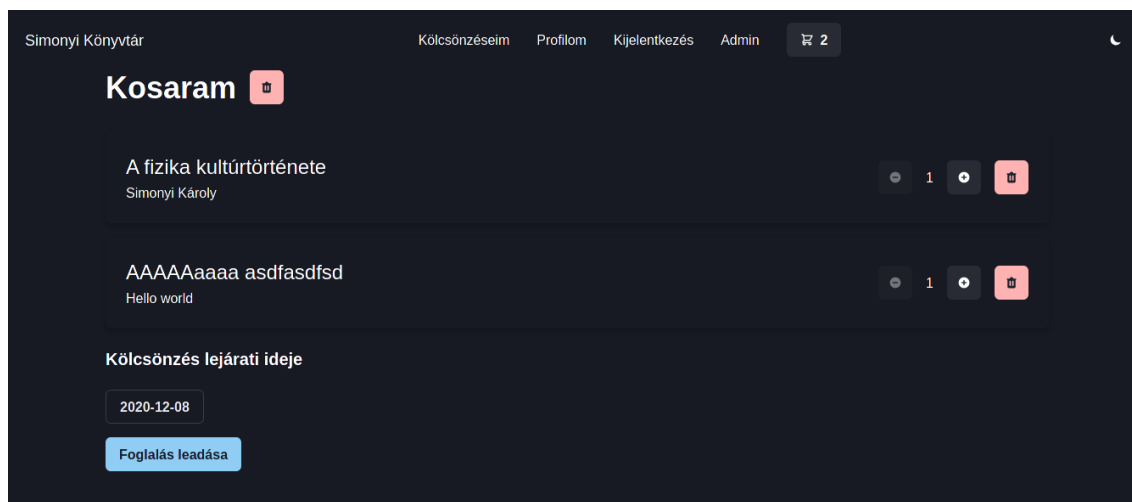
## 5.7. Dark Mode

A Chakra UI egyik rendkívül hasznos tulajdonsága, hogy elsőrendű dark mode támogatással rendelkezik, és valamennyi komponensnek létezik sötét módú variánsa. Ennek segítségével gombnyomásra válthatunk a világos és sötét módok között.

## 5.8. Validáció

A felhasználó által szolgáltatott adatok minden esetben potenciális veszélyforrást jelenthetnek, legyen szó XSS támadásról vagy az adatbázis struktúrájának integritásáról.





5.8. ábra. Sötét téma

Ezen adatok ellenőrzésére a `yup` könyvtárat használtam. Segítségével definiálhatunk egy sémát, ami ellen a felhasználó által megadott adatot validálhatjuk. Ezáltal a potenciális inkonzisztenciákat még az adatbázisba írás előtt kiszűrhetjük és tudathatjuk a felhasználóval.

```
export const BookSchema = yup.object().shape({
  title: yup.string().required(),
  author: yup.string(),
  count: yup.number(),
  stockCount: yup.number(),
  isbn: yup.string(),
  publisher: yup.string(),
  publishedAt: yup.number(),
  notes: yup.string(),
  image: yup.string(),
})
```

5.9. lista. `yup` validációs séma a könyvekre

## 6. fejezet

# Fejlesztést segítő eszközök

Az alkalmazás készítése során igénybe vettem néhány olyan szolgáltatást, amelyek bár extra funkcionalitást nem adnak hozzá a kódbázishoz, de nagyban megkönnyítik a fejlesztést végzők munkáját.

A Continuous Integration / Continuous Delivery egy manapság már általánosan használt módszer az alkalmazások folyamatos tesztelésére és publikálására.

A Simonyi Könyvtár esetében igyekeztem ezeket a megközelítéseket alkalmazni a fejlesztés és deploy esetében is.

### 6.1. Continuous Integration

A forráskód tárolására a GitHub-ot használtam, így CI megoldásnak evidens volt a GitHub Actions használata.

Ez esetben elegendő egy `.yaml` fájlt elhelyezni a `.github/workflows/` mappába elhelyezni, és egy `git push` parancs kiadása után automatikusan lefut a szkriptünk. Ennek az állapotát a GitHub repository webes felületén tudjuk követni.

#### 6.1.1. Statikus kódanalízis

A fejlesztés során nagy segítséget nyújtanak azok az eszközök, amelyek segítségével a forráskódunkat még fordítás vagy futtatás előtt ellenőrizni tudjuk.

A JavaScript világában ennek egyik szinte sztenderddé vált eszköze az `eslint`, amely egy TypeScript-hez is használható linter. Ennek segítségével ki tudjuk szűrni a nem használt kódrészleteket, valamint egységes formázást írhatunk elő a forráskódra, nagyban segítve ezzel a közös munkát.

Az alkalmazásomban én is ezt a megoldást használtam, mely lokálist a `yarn lint` parancs kiadásával lokálisan, valamint a GitHub Actions build folyamatként automatikusan is futtatható.

### 6.2. Continuous Delivery

Az alkalmazás hostolására két szolgáltatást használtam.

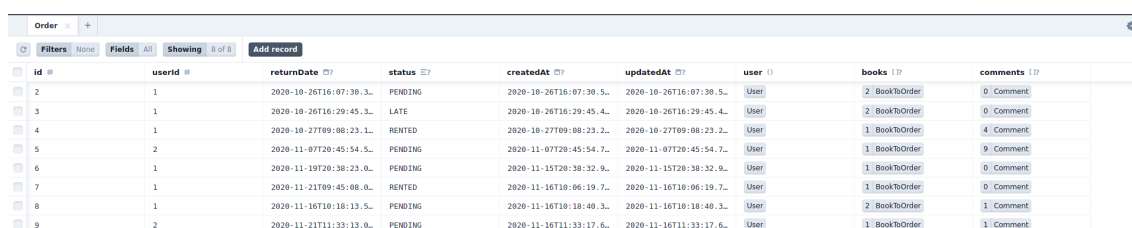
A frontend és backend közös deploymentjéhez a Vercel-t választottam. Ez rendkívül egyszerűen integrálható a Next.js keretrendszerrel, elegendő a GitHub repository-val összekötni és bármiféle extra konfiguráció nélkül elérhető lesz az alkalmazásunk egy `git push` parancs kiadása után.

A Vercel felületén lehetőségünk van a deployment státuszát ellenőrizni, korábbi deploymentra visszaállni, illetve a Next.js 10-es verziójától kezdve már különböző analitikák monitorozására is.

Az adatbázishoz a Heroku ingyenes PostgreSQL szolgáltatását vettem igénybe. Ebben az esetben elegendő az adatbázishoz kapott connection string-et a Vercel felületén a környezeti változók között megadni, és az alkalmazásunk hozzáfér az adatbázisunkhoz.

## 6.3. Prisma Studio

A Prisma Studio egy grafikus felület az adatbázis kezeléséhez. Ennek használatával adatbázismotortól függetlenül tudjuk az adatokat módosítani, vagy új rekordot hozzáadni. Ezzel rendkívül kényelmessé tudjuk tenni a teszteléshez szükséges adatok felvitelét illetve kezelését.



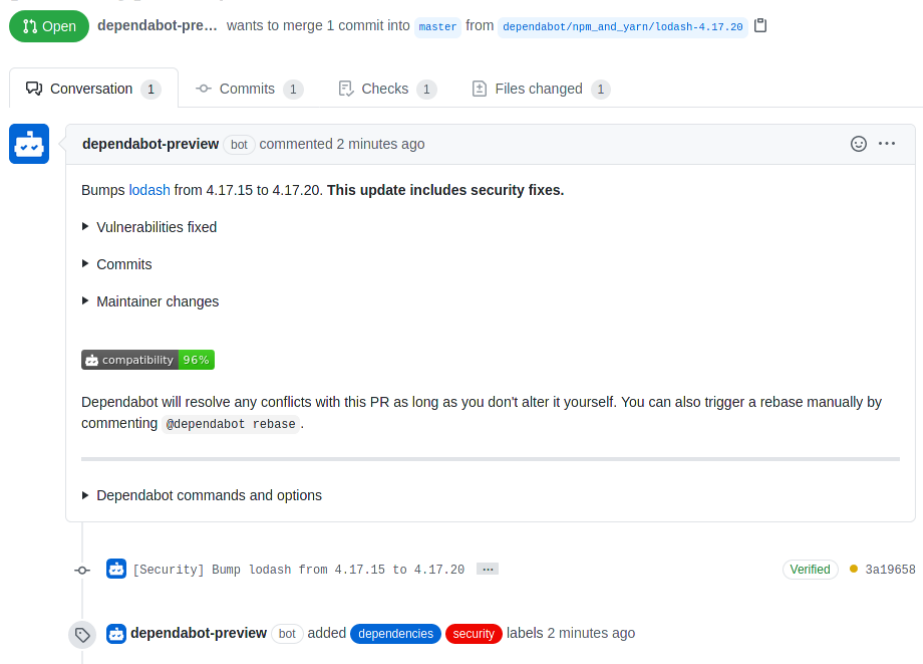
id	user	returnDate	status	createdAt	updatedAt	user	books	comments
2	1	2020-10-26T16:07:30.3...	PENDING	2020-10-26T16:07:30.5...	2020-10-26T16:07:30.5...	User	2 BookToOrder	0 Comment
3	1	2020-10-26T16:29:45.3...	LATE	2020-10-26T16:29:45.4...	2020-10-26T16:29:45.4...	User	2 BookToOrder	0 Comment
4	1	2020-10-27T09:08:23.1...	RENTED	2020-10-27T09:08:23.2...	2020-10-27T09:08:23.2...	User	1 BookToOrder	4 Comment
5	2	2020-11-07T20:45:54.5...	PENDING	2020-11-07T20:45:54.7...	2020-11-07T20:45:54.7...	User	1 BookToOrder	9 Comment
6	1	2020-11-19T20:38:23.0...	PENDING	2020-11-15T20:38:32.9...	2020-11-15T20:38:32.9...	User	1 BookToOrder	0 Comment
7	1	2020-11-21T09:45:08.0...	RENTED	2020-11-16T10:06:19.7...	2020-11-16T10:06:19.7...	User	1 BookToOrder	0 Comment
8	1	2020-11-16T10:18:13.5...	PENDING	2020-11-16T10:18:40.3...	2020-11-16T10:18:40.3...	User	2 BookToOrder	1 Comment
9	2	2020-11-21T11:33:13.0...	PENDING	2020-11-16T11:33:17.6...	2020-11-16T11:33:17.6...	User	1 BookToOrder	1 Comment

6.1. ábra. A Prisma Studio felülete

## 6.4. Dependabot

A Dependabot segítségével automatizálhatjuk a függőségeinknek frissítését. Ennek köszönhetően azonnal értesülhetünk arról, ha egy package-nek új verziója érhető el.

### [Security] Bump lodash from 4.17.15 to 4.17.20 #3



dependabot-pre... wants to merge 1 commit into master from dependabot/npm\_and\_yarn/lodash-4.17.20

Conversation 1 Commits 1 Checks 1 Files changed 1

dependabot-preview bot commented 2 minutes ago

Bumps [lodash](#) from 4.17.15 to 4.17.20. This update includes security fixes.

- Vulnerabilities fixed
- Commits
- Maintainer changes

compatibility 96%

Dependabot will resolve any conflicts with this PR as long as you don't alter it yourself. You can also trigger a rebase manually by commenting `@dependabot rebase`.

► Dependabot commands and options

[Security] Bump lodash from 4.17.15 to 4.17.20 Verified 3a19658

dependabot-preview bot added dependencies security labels 2 minutes ago

6.2. ábra. Dependabot által nyitott Pull Request

## 7. fejezet

# Összefoglalás

Az alkalmazás elkészítése során sok eddig ismeretlen problémát kellett megoldanom, valamint megismertem általam eddig kevésbé használt technológiákat és módszereket. A dolgozat elkészítése sok tapasztalattal látott el, amiket kamatoztathatok a későbbiekben.

### 7.1. Továbbfejlesztési lehetőségek

#### 7.1.1. WebSocket

A végfelhasználók és az oldal adminjai közötti kommunikáció jelenleg egyszerű HTTP kérésekkel történik, ami bár az SWR könyvtárnak köszönhetően képes az oldal újratöltése nélkül frissíteni az üzeneteket tab refocus esetén, de nem nyújt valós idejű kommunikációs élményt.

Ennek egyik fejlesztési lehetősége a WebSocket használata, mely segítségével a szerver is tud direkt üzenetet küldeni a frontend felé, ezzel valódi real-time kommunikációt lehetővé téve.

#### 7.1.2. Értesítés rendszer

A felhasználói élmény javításának egyik módja lehet egy értesítés rendszer implementálása. Ennek segítségével az oldalon regisztráltak elsőkézből értesülnének, ha a foglalásuk állapota módosult vagy ahhoz új komment érkezett.

Ez megvalósítható csak a weboldalba épített módon, vagy email küldésével is, vagy akár a kettő kombinálásával.

#### 7.1.3. Keresés továbbfejlesztése

A jelenleg megvalósított megoldás bár kulcsszavas keresésre jól alkalmazható, de elgépeléseket, illetve szavak részleteire keresést nem támogat.

Egy fejlettebb, robosztusabb keresést biztosító rendszert kínál például az Algolia<sup>1</sup> vagy az Elastic Search<sup>2</sup> szolgáltatás, melyek működhetnek cloud vagy self-hosted módban is.

#### 7.1.4. Auth.SCH integráció

A kollégisták által igénybe vett weboldalaknál gyakran használt SSO megoldás az Auth.SCH<sup>3</sup>, amivel a hallgatók egy központosított azonosítóval tudnak bejelentkezni.

---

<sup>1</sup><https://www.algolia.com/>

<sup>2</sup><https://www.elastic.co/>

<sup>3</sup><https://auth.sch.bme.hu/>

Ezt kihasználva a felhasználóknak nem kell külön jelszót megjegyezniük az alkalmazás használatához, illetve az itt tárolt adatok alkalmazhatóak a felhasználó jogkörének megállapítására.

# Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni a segítséget és együttműködést a Simonyi Károly Szakkollégium elnökségének, akik támogattak a projekt elkészítésében és megvalósításában.

# Irodalomjegyzék

- [1] Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Kar: Diplomaterv portál (2011. február 26.). <http://diplomaterv.vik.bme.hu/>.
- [2] James C. Candy: Decimation for sigma delta modulation. 34. évf. (1986. 01) 1. sz., 72–76. p. DOI: 10.1109/TCOM.1986.1096432.
- [3] Gábor Jeney: Hogyan néz ki egy igényes dokumentum? Néhány szóban az alapvető tipográfiai szabályokról, 2014. <http://www.mcl.hu/~jeneyg/kinezet.pdf>.
- [4] Peter Kiss: Adaptive digital compensation of analog circuit imperfections for cascaded delta-sigma analog-to-digital converters, 2000. 04.
- [5] Wai L. Lee–Charles G. Sodini: A topology for higher order interpolative coders. In *Proc. of the IEEE International Symposium on Circuits and Systems* (konferenciaanyag). 1987. 4-7 05., 459–462. p.
- [6] Alexey Mkrtychev: Models for the logic of proofs. In Sergei Adian–Anil Nerode (szerk.): *Logical Foundations of Computer Science*. Lecture Notes in Computer Science sorozat, 1234. köt. 1997, Springer Berlin Heidelberg, 266–275. p. ISBN 978-3-540-63045-6. URL [http://dx.doi.org/10.1007/3-540-63045-7\\_27](http://dx.doi.org/10.1007/3-540-63045-7_27).
- [7] Richard Schreier: *The Delta-Sigma Toolbox v5.2*. Oregon State University, 2000. 01. <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/>.
- [8] Ferenc Wettl–Gyula Mayer–Péter Szabó: *L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X kézikönyv*. 2004, Panem Könyvkiadó.

# Függelék