



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék

Kvíz generálási lehetőségek vizsgálata egy fullstack megoldás megvalósítása keretében

SZAKDOLGOZAT

Készítette
Muzslai László

Konzulens
dr. Ekler Péter

Tartalomjegyzék

| | |
|---|-----------|
| Kivonat | i |
| Abstract | ii |
| 1. Bevezetés | 1 |
| 1.1. Témaválasztás indoklása | 1 |
| 1.2. Felhasznált technológia jelentősége/elterjedtsége | 2 |
| 1.3. Dolgozat felépítése | 3 |
| 2. Feladatspecifikáció | 5 |
| 2.1. Feladat részletes leírása | 5 |
| 2.1.1. Általános célok bemutatása | 5 |
| 2.1.2. Egy feladatsor felépítése | 6 |
| 2.1.3. Komponensek létrehozásának lépései | 6 |
| 2.1.3.1. Pont | 6 |
| 2.1.3.2. Témakör | 7 |
| 2.1.3.3. Igaz-hamis kérdés | 7 |
| 2.1.3.4. Feleletválasztós kérdés | 8 |
| 2.1.3.5. Feladatsor | 8 |
| 2.1.3.6. Válaszok ellenőrzése | 9 |
| 2.1.3.7. Feladatsorok exportálása | 9 |
| 2.2. A felhasználási esetek bemutatása Usecase diagramok segítségével | 9 |
| 3. Irodalomkutatás | 11 |
| 3.1. Felhasznált technológiák | 11 |
| 3.1.1. Jetpack Compose | 11 |
| 3.1.1.1. State és StateFlow | 12 |
| 3.1.1.2. ViewModel | 13 |
| 3.1.1.3. Navigation and routing | 15 |
| 3.1.2. Ktor | 16 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3.1.3. | KotlinX-szerializáció | 16 |
| 3.1.4. | CameraX | 16 |
| 3.1.5. | ML-Kit | 17 |
| 3.1.6. | Acccompanist-engedélykezelés | 17 |
| 3.1.7. | PdfDocument és PDFBox | 17 |
| 3.1.8. | Kotlin- és Compose Multiplatform | 18 |
| 3.1.9. | Gradle build rendszer | 19 |
| 3.1.10. | Fejlesztőkörnyezetek | 20 |
| 3.1.11. | REST API, Postman és adatbázis | 21 |
| 3.1.12. | Kipróbált, de végül nem használt egyéb érdekes megoldások | 22 |
| 3.2. | Hasonló multiplatform megoldások összehasonlítása | 22 |
| 4. | Felsőszintű architektúra | 24 |
| 4.1. | High-level architektúra | 24 |
| 4.1.1. | A program struktúrális szervezése | 24 |
| 4.1.1.1. | A Kotlin Multiplatform alkalmazások felépítése | 24 |
| 4.1.1.2. | Követett tervezési minták | 26 |
| 4.2. | Rendszer felépítései, komponensei | 31 |
| 4.2.1. | Általános komponensek felépítése | 31 |
| 4.2.2. | Business logic komponensek felépítése | 32 |
| 4.2.3. | Common Client komponensek felépítése | 32 |
| 5. | Részletes megvalósítás | 34 |
| 5.1. | Compose | 34 |
| 5.1.1. | Compose alapelvek, használata valós környezetben | 34 |
| 5.1.2. | Alkalmazás bemutatása képernyőképekkel | 36 |
| 5.1.2.1. | A fő képernyők | 36 |
| 5.1.2.2. | Elemek listázása | 37 |
| 5.1.2.3. | Részletes nézet | 38 |
| 5.1.2.4. | Szerekesztő nézet | 40 |
| 5.1.2.5. | Új elem létrehozása | 42 |
| 5.1.2.6. | Ellenőrző képernyő | 42 |
| 5.1.3. | Szekevencia diagram egy átlagos interakcióra | 43 |
| 5.2. | Navigáció | 44 |
| 5.3. | ViewModel | 45 |
| 5.4. | HTTP kliens | 46 |
| 5.5. | PDF exportáló funkció | 47 |

| | |
|---|-----------|
| 5.6. Szöveg felismerés | 47 |
| 6. Továbbfejlesztési lehetőségek | 49 |
| 7. Összefoglalás | 50 |
| Köszönetnyilvánítás | 51 |
| Irodalomjegyzék | 54 |
| Függelék | 55 |
| F.1. A TeXstudio felülete | 55 |
| F.2. Válasz az „Élet, a világmindenség, meg minden” kérdésére | 56 |

HALLGATÓI NYILATKOZAT

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

Hozzájárulok, hogy a jelen munkám alapadatait (szerző(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 diplomatervezet esetén a dolgozat szövege csak 3 év eltelte után válik hozzáférhetővé.

Budapest, 2024. november 29.

Muzslai László
hallgató

Kivonat

A közoktatásban és a felsőoktatásban is gyakori probléma mind a tanárok, mind a diákok számára az időhiány a rengeteg munka miatt. Ez az alkalmazás a tanárok munkáját hivatott segíteni az előző félévben elkészített REST API-t felhasználva, és a hozzá írt Android-eszközökre készült program továbbfejlesztése által. Az alkalmazás lehetőséget biztosít egy nagyméretű kérdésbank létrehozására és tárolására. A kérdések bármikor módosíthatók, törölhetők, vagy hozhatók létre újak. Természetesen nem csak egy ember dolgozhat ugyanazon a tárgyon; a kérdésbank és a számonkérések közösen szerkeszthetők.

Az alkalmazás lehetőséget biztosít a kérdések létrehozása mellett egyéni téma-körök létrehozására, amivel a kérdéseket és feladatsorokat lehet csoportosítani. Továbbá el lehet készíteni a saját pontrendszeret, akár több félét is, amelyet dinamikusan lehet változtatni a kérdésekkel. Fontos szempont volt az automatizált javítás segítése, így csak egyszerű kérdések vannak: igaz-hamis és feleletválasztós kérdések. Sajnos az AI még nem tart ott, hogy bármilyen kézírást pontosan felismerjen, és ebből a szövegből megállapítsa annak helyességét. Ennek ellenére a szöveg-felismerő funkció így is támogatja a javítást, aminek az eredményét megkapja a javító.

Ezekből az elemekből áll össze a számonkérés. Ez a szoftver csak a kérdéssorok összeállításáért és kiértékeléséért felel. Ennek megfelelően elő kell állítani magát a feladatsort. Egy dolgozatot ki lehet exportálni PDF formátumban, erről egy előnézet is lesz, amin nagyjából látszik, hogyan fog kinézni, de a végső változat csak az exportálást követően fog látszani. Ezt követően szabadon nyomtathatóvá válik.

Egy modern szoftver esetén elvárt, hogy könnyen és kényelmesen lehessen kezelni, mindenki számára a neki tetsző módon. Ennek alapján úgy döntöttem, hogy felhasználom az Android fejlesztésben szerzett tapasztalataimat. 2021 augusztusában jelent meg a Compose Multiplatform technológia, amely kedvez az Android-fejlesztőknek, mivel a natív Android-megoldások könnyen átültethetők egy cross-platform alkalmazásba. Jelenleg stabilan működik Android-, asztali- és iOS-alkalmazások készítéséhez, eszköz hiányában az első kettőt készítettem el.

Abstract

In both public and higher education, time constraints are a common issue for both teachers and students due to the large workload. This application is intended to assist teachers by utilizing the REST API developed in the previous semester and enhancing the program created for Android devices. The application allows for the creation and storage of a large question bank. Questions can be modified, deleted, or new ones can be created at any time. Of course, more than one person can work on the same subject; the question bank and the tests can be edited collaboratively.

In addition to creating questions, the application also allows for the creation of custom topics, which can be used to organize questions and assignments. Furthermore, a custom scoring system can be created, even multiple types, which can be dynamically adjusted for different questions. An important aspect was to assist in automated grading, so only simple questions are included: true/false and multiple-choice questions. Unfortunately, AI is not yet at the level where it can accurately recognize any handwriting and determine its correctness from the text. Nonetheless, the text recognition function still supports grading, and the results are provided to the grader.

These elements come together to form the assessment. This software is responsible solely for compiling and evaluating the question sheets. Accordingly, the task sheet itself must be generated. A test can be exported in PDF format, with a preview available that roughly shows how it will look, though the final version will only be visible after exporting. After this, it can be freely printed.

For modern software, it is expected to be easy and convenient to use, allowing everyone to handle it in their preferred way. Based on this, I decided to leverage my experience in Android development. The Compose Multiplatform technology, released in August 2021, is favorable for Android developers, as native Android solutions can easily be adapted into a cross-platform application. It currently works stably for creating Android, desktop, and iOS applications; due to a lack of devices, I have implemented the first two.

1. fejezet

Bevezetés

A digitális eszközök térhódítása napjainkban az élet szinte minden területére kihat, és különösen nagy szerepet kaphatana az oktatásban is. Mindig is fontosnak tartottam, hogy az oktatás teljes mértékben kihasználja a digitalizációban rejlő lehetőségeket, ezért esett a választásom erre a témaéra.

Úgy látom, hogy napjainkban nincs elegendő kihasználva a technológiákban rejlő szám-talan lehetőség az oktatás területén. A családban erről több oldalról is kaptam visszajel-zést. Mivel nekem van lehetőségem informatikusként ezt a folyamatot segíteni és gyorsítani ezért kötelességemnek is tartom, hogy a digitalizáció integrálásával az oktatásba segítsem a legújabb generációkat.

A program, amelyet ebben a dolgozatban bemutatok, egy mobil- és egy asztali alkalmazás segítségével teszi lehetővé feladatsorok és dolgozatok előállítását PDF formátumban, nyomtatható változatban. Ebben a fejezetben kitérek arra, hogy miért döntöttem a Compose Multiplatform használata mellett, és ismertetem annak jelentőségét és elterjedtségét. A fejezet végén rövid áttekintést nyújtok a dolgozat további szerkezeti elemeiről.

1.1. Témaválasztás indoklása

2023/2024 őszi félévében ismerkedtem meg a mobil, azon belül is az Android fejlesztéssel. Az ezt követő félévben tovább mélyítettem a tudásomat ebben a témaban, az Önálló laboratórium tárgy keretein belül elkezdtem fejleszteni a szakkolozatom alapjaként szolgáló alkalmazást. Szintén ebben a félévben hallgattam az Android alapú szoftverfejlesztés és a Kotlin alapú szoftverfejlesztés tárgyakat, amik segítettek jobban megérteni ezt a területet. Az így elsajátított tudás és az önálló kutatás és tanulás során előállt egy Kotlin nyelven írt REST API, ami egy PostgreSQL adatbázissal biztosít kommunikációt, és természetesen egy Android alkalmazás, amelyet a szakkolozat során tovább bővítettem és alakítottam át egy cross-platform szoftverré.

A kérdéssor összeállító alkalmazás ötletét a konzulensem vetette fel, hasznos lenne, ha létezne egy ilyen eszköz, amivel könnyen megoldható ez a feladat. Megtetszett nekem is az ötlet, mivel vannak ismerőseim és családtagjaim, akik szintén tudnának egy ilyen alkalmazást hasznosítani a munkájuk vagy egyéb elfoglaltságaik kapcsán. Egy nagyobb méretű fullstack alkalmazás előállítása túlmutat az Önálló laboratórium keretein, így rengeteg fejlesztési ötlet és lehetőség nem fért bele a félévbe. Továbbgondolva ezt a projektet, folytattam a munkát a szoftveren. Ezen kívül minden szeretek új és érdekes dolgokat kipró-

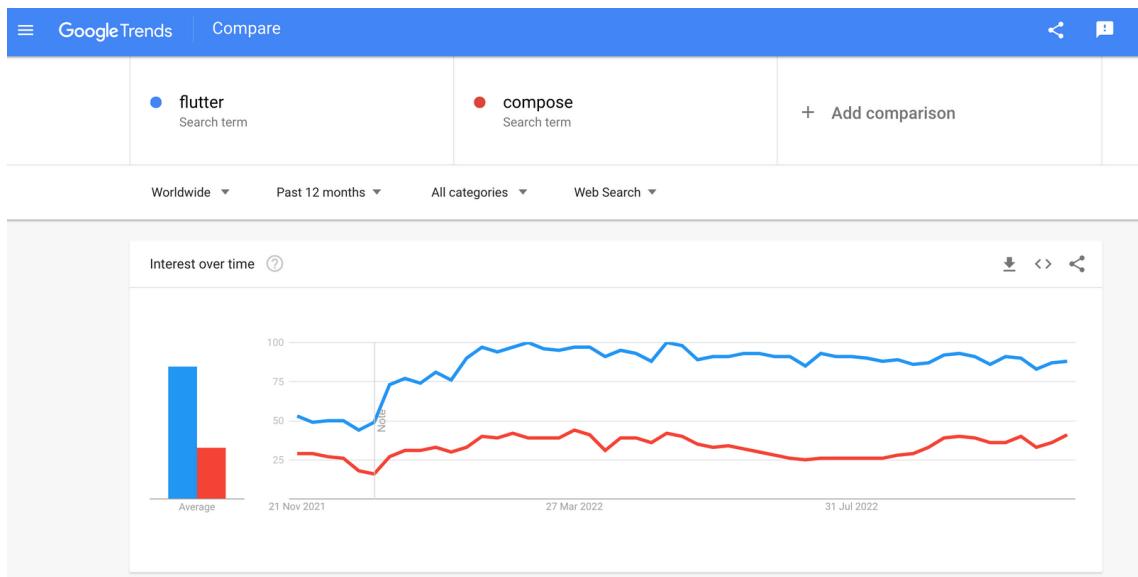
bálni, és ha megtetszik, alaposan tanulmányozni és megtanulni. Pont ezért választottam a Google és a JetBrains legújabb megoldásait a szakdolgozathoz.

A most elkészített szoftvert jelentősen tovább lehet még fejleszteni, felhasználók, szervezetek regisztrálásával és elkölönlítésével, több fajta kérdéstípus megvalósításával. Bevezetni a szervezeteken belül az oktató és diákok csoportokat, és egy online kitöltési formát is megtervezni, létrehozni. Az Önálló laboratórium alatt is élveztem ezzel foglalkozni, és még mindig szívesen fejleszteném tovább, és tenném jobbá az alkalmazást.

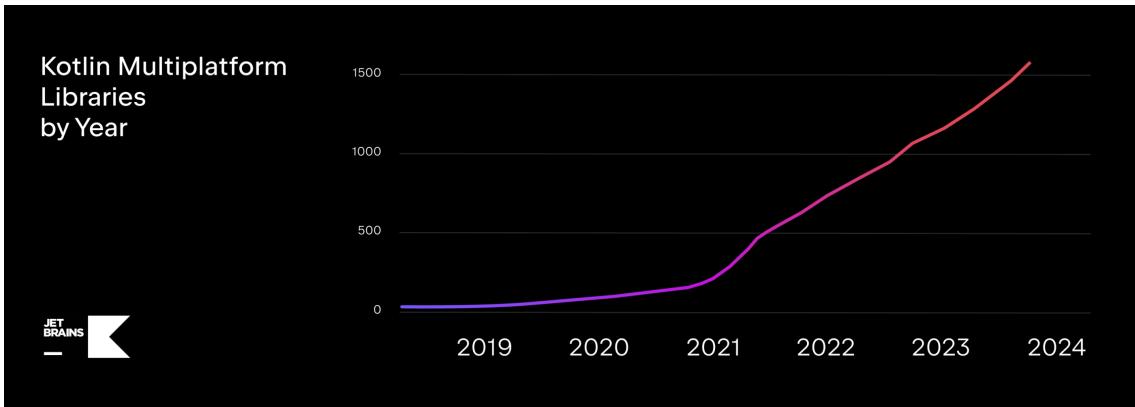
1.2. Felhasznált technológia jelentősége/elterjedtsége

Megfigyelve a mai trendeket, láttam, hogy a multiplatform fejlesztés egyre népszerűbb, mivel gyorsabban és hatékonyabban lehet egyszerűbb alkalmazásokat elkészíteni több fajta felhasználói réteg számára. Úgy döntöttem, hogy kipróbálok egy új megoldást, ami a Compose Multiplatform; 2021 augusztusában jelent meg az 1.0 alpha verziója, és ezt a Kotlin Multiplatform egy évvel korábbi megjelenése tette lehetővé. Az Android fejlesztők körében kifejezetten népszerű lett, annak ellenére is, hogy még mindig van rengeteg funkció, amit nem támogat, de jelenleg is aktívan fejlesztik, és válik hónapról-hónapra egyre jobbá. A fejlesztések havonta / néhány havonta érkeznek minden a Kotlin nyelvhez és a Kotlin Multiplatformhoz[26], minden a Compose Multiplatformhoz[19]. Jelenleg vannak sokkal jobban elterjedt, használthatóbb cross-platform keretrendszerök, mint például a Flutter (1.1. ábra) vagy a React Native, ami iOS és Android fejlesztést tesz lehetővé JavaScript/TypeScript nyelven, így a webes fejlesztők gyakran használják natív mobilos appokhoz.

Szerencsére a fejlesztés folyamatos és gyors, amit segít az is, hogy sok nyílt forráskódú könyvtár is készül a felhasználók által.[23] A Compose Multiplatform ennek az ellenpontja lesz[10]; sajnos a webes támogatás még csak alpha verzióban van, így elég instabil, és sok olyan eszköz nem használható még, ami a többi területen már stabilan működik, így ezzel egyelőre a szakdolgozat keretein belül nem foglalkoztam részletesebben a webes megoldás megvalósításával.



1.1. ábra. A Flutter és a Compose keresési arányai [2]



1.2. ábra. A könyvtárak növekedésének gyors üteme [23]

A visszajelzések és a mostani szoftverfejlesztési irányokból arra lehet következtetni, hogy még hosszú jövő áll a technológiák előtt. Könnyen, gyorsan és hatékonyan lehet akár egyszerre az összes platformra alkalmazást fejleszteni, nagy méretű közös és kis méretű natív kódbazis írásával és karbantartásával, összesen két nyelv ismeretével. Webre, Androidra és asztali alkalmazáshoz elegendő lehet a Kotlin nyelv, esetleg egy kis HTML és JavaScript ismeret; iOS esetén minimális Swift és SwiftUI ismeret jól jöhét, de ez hasonlít a Kotlinra és a Compose-ra. Az a tény, hogy a Compose Multiplatform csupán Kotlin nyelven írt kódázással képes natívan megjeleníteni az elkészült alkalmazást minden platformon, nagyon erős eszközzé teszi. Például az Androidon futó alkalmazás az Androidos gombokat, görgetést stb. használja, míg iOS-en az ott megszokott stílust és irányítást kapja a felhasználó.

1.3. Dolgozat felépítése

A dolgozat felépítését az alábbi szerkezet szerint mutatom be. Az első fő rész a **feladatspecifikáció** (2. fejezet), amelyben bemutatom a kitűzött feladatot, annak céljait és elvárásait. Ez a fejezet két alfejezetre oszlik: az elsőben részletesen ismertetem a feladatot (2.1. szakasz), míg a másodikban olyan diagramokat és ábrákat mutatok be (2.2. szakasz), amelyek segítként az alkalmazás felépítésének megértését.

Ezt követi az **irodalomkutatás** (3. fejezet), amely során részletezem az általam felhasznált technológiákat (3.1. szakasz), beleérte a 1.2. szakasz szakaszban ismertetett könyvtárakat. Továbbá rövid összevetést készítetek a hasonló cross-platform megoldásokkal (3.2. szakasz).

A harmadik fejezet a **felsőszintű architektúra** (4. fejezet), amelyben nagyvonalakban bemutatom az alkalmazás fő vázát és felépítését. Ez a rész két alfejezetből áll: az első a high-level architektúrával (4.1. szakasz), a második pedig a rendszer komponenseinek és azok kapcsolódásainak bemutatásával (4.2. szakasz) foglalkozik.

A dolgozat egyik központi része a **részletes megvalósítás** (5. fejezet), ahol minden korábban ismertetett technológia alkalmazását pontosan bemutatom, és részletezem, hogy ezek nálam milyen formában jelennek meg. Ennek a fejezetnek számos alfejezete van, amelyek a következő témákat fedik le: a Compose keretrendszer (5.1. szakasz), a navigáció megvalósítása (5.2. szakasz), a ViewModel használata (5.3. szakasz), az HTTP kliens implementációja (5.4. szakasz), a PDF-kezelés (5.5. szakasz), valamint a szövegfelismerési funkciók (5.6. szakasz).

A dolgozat utolsó előtti fejezete a **továbbfejlesztési lehetőségek** (6. fejezet), amelyben áttekintem, milyen irányokba fejleszthető tovább az alkalmazás. Végül az összefoglalás (7. fejezet) fejezetben összegzem a dolgozat legfontosabb eredményeit és megfogalmazom a levont tanulságokat.

2. fejezet

Feladatspecifikáció

Ebben a fejezetben bemutatom az alkalmazás céljait. Az első részben általános összefoglalom a felhasználói elvárásokat és legfőbb építőköveket a programzó szemszögéből. Ezt követően megmutatom a használati Usecaseeket.

Kitérek a főbb funkciókra, azok felépítésére és elvárt használati módjaira. Az utolsó fejezetben mindezt egy Usecase UML diagramban összefoglalom. Megtalálható benne az összes fent leírt használati eset, jól látható lesz, hogy a funkciók hasonlítanak egymásra így a felhasználó könnyen meg tudja tanulni az alkalmazás használatát.

2.1. Feladat részletes leírása

Ebben az alszakaszban részletesen kitérek az alkalmazás komponenseinek megtervezésére, és azok használatára. Bemutatom, hogy milyen egy feladatsor felépítése, és annak a részei milyen mezőket vagy értékeket tartalmaznak. Ebben a részben szövegesen végig éhet kísérni a 2.1. ábrán látható felépítést.

2.1.1. Általános célok bemutatása

A program célja az, hogy egy vagy több felhasználó létre tudjon hozni igaz-hamis illetve feleletválasztós (tetszőleges számú válaszopciónal) kérdésekkel álló feladatsort. Az alkalmazás csak papír alapú kitöltést támogat, ezt olyan formában teszi, hogy az összeállító a kész kérdéssort ki tudja exportálni PDF formátumba.

A szoftver a fent leírtakon kívül rendelkezik egy automatizált javítási rendszerrel, okos-telefont használva a Google ML Kit[16] segítségével be lehet scannelni egy megfelelően formázott választ, és az belekerül egy form-ba amit a szervernek elküldve visszaküldi az eredményt. A kézirásos szöveg felismerés sok esetben nem szolgáltatott megfelelően pontos eredményt, így ez a funkció csak alpha verzióban támogatott. Hibásan felismert, vagy felismerhetetlen válaszok esetén kézzel is szerkeszthető a válasz a kiértékelés előtt.

Az alkalmazás a főmenüből indul, innen lehet tovább navigálni az összes opcióhoz. A főmenü máshogy néz ki a használt eszköztől függően. A választásunk után egy listázó nézet tárul elénk, ahol látjuk az adott opcióhoz tartozó összes eddig felvett elemet. Itt tudunk új elemet is hozzáadni az adott kategórihoz, illetve a listán történő kattintással a részletes nézet tárul elénk. A részletes nézetben minden adatot egyszerre látunk, itt tudjuk törölni és módosítani is. Mind a létrehozás és a szerkesztés során *-gal vannak jelölve a kötelező értékek. Törlés során van egy figyelemfelhívó ablak is, mivel a törlés az végleges és

nem vonható vissza. Vannak egyediséget megkívánó mezők, így amennyiben már létezik a megadott értékkel egy felvett elem, jelzi a za alkalmazás, hogy ezt módosítani kell mentés előtt.

A szoftver működési elve és kommunikációja röviden összefoglalva az alábbi. A felhasználó megnyitja az alkalmazást, majd interaktál akezelő felülettel. A kattintások során amik igénylik az adatbázis elérést (listázás, részletes nézet megjelenítése, új elem létrehozása, szerkesztés, törlés) az alaklamazás szabványos HTTP kéréseket intéz a REST API-hoz. Az adatok forgalma szabványos JSON formátummal zajlik minden adatküldés, minden adatok fogadása során minden irányban. A REST API és az adatbázis is egy virtuális gépen fut egy-egy Docker konténerben.

2.1.2. Egy feladatsor felépítése

Egy feladatsor a következő elemekből épül fel:

- *Témakör*
- *Kérdések:*
 - *Igaz-hamis:* A szokásos egyszerű igaz-hamis típusfeladat.
 - * *Kérdés:* Meg kell adni magát az eldöntendő kérdést.
 - * *Pontozási módszer:* Egyedi pontozási módszert lehet létrehozni. Beállítható az összpontszám és a helyes és helytelen válaszokra adott pontérték, amely lehet negatív is.
 - * *Témakör:* Segít a kérdések kategorizálásában és szűrésében az összeállítás során.
 - * *Helyes válasz:* Szükséges a javítás elvégzéséhez.
 - *Feleletválasztós:* A szokásos egyszerű feleletválasztós típusfeladat, testreszabható mennyiséggű válaszopciónal.
 - * *Kérdés:* Meg kell adni magát a kérdést, több helyes válasz is lehetséges.
 - * *Pontozási módszer:* Egyedi pontozási módszert lehet létrehozni. Beállítható az összpontszám és a helyes és helytelen válaszokra adott pontérték, amely lehet negatív is.
 - * *Témakör:* Segít a kérdések kategorizálásában és szűrésében az összeállítás során.
 - * *Válaszok:* Meg kell adni a válaszopciónak.
 - * *Helyes válasz(ok listája):* Szükséges a javítás elvégzéséhez.

2.1.3. Komponensek létrehozásának lépései

Az alábbiakban bemutatom az egyes alkotóelemek életútját az alkalmazáson belül.

2.1.3.1. Pont

A pontok listáját az ennek megfelelő menüpont kiválasztása után érjük el. Itt egy floating button segítségével adhatunk új pontot az alkalmazáshoz. A létrehozáshoz, amelyet szintén egy floating button segítségével érhetünk el a részletes nézetről, minden mező kitöltése kötelező, csak így biztosítható megfelelően az elvárt működése a javítási funkció miatt.

- *Típus/Név:* A pont típusa vagy neve. Ez egyedi mező is egyben, így lehet rá hivatkozni és megtalálni az alkalmazásban.
- *Pont:* A feladatra adható maximális pontszám.
- *Helyes válasz:* A helyes válaszokra adható pont, ajánlott úgy megvalósítani a pontozást, hogy ezeknek az összege a teljes pontszám legyen.
- *Helytelen válasz:* A helytelen válaszok során levont pontmennyiségek. Amennyiben nincs levonás, az értéke 0; egyébként egy negatív szám.

A pont létrehozása után látható lesz a listás nézetben, ahol kiválasztva ellenőrizhetjük a megadott értékeket, szükség esetén módosíthatjuk is. A pontokat törölni is lehet, de csak akkor, ha egyetlen kérdéshez sem használjuk, különben inkonzisztens állapot alakulna ki és pont nélküli kérdések keletkeznének. Mindkét műveletet a részletes oldalon tehetjük meg.

2.1.3.2. Témakör

A téma listáját az ennek megfelelő menüpont kiválasztása után érjük el. Itt egy floating button segítségével adhatunk új témakört az alkalmazáshoz. A létrehozáshoz, amelyet szintén egy floating button segítségével érhetünk el a részletes nézetről, minden mező kitöltése kötelező, csak így biztosítható megfelelően az elvárt működés.

- *Témakör neve:* A témakör megnevezése, egyedi mező.
- *Témakör leírása:* Kötelező egy rövid leírást adni az egyértelműség érdekében.
- *Szülő témakör:* Megadható egy fölérőrendelt témakör is.

A témakör létrehozása után látható lesz a listás nézetben, ahol kiválasztva ellenőrizhetjük a megadott értékeket, szükség esetén módosíthatjuk is. A témakörököt törölni is lehet, de csak akkor, ha egyetlen kérdéshez és feladatsorhoz sem használjuk, különben inkonzisztens állapot alakulna ki, és témakör nélküli kérdések és feladatsorok keletkeznének. Mindkét műveletet a részletes oldalon tehetjük meg.

2.1.3.3. Igaz-hamis kérdés

Az igaz-hamis kérdések listáját az ennek megfelelő menüpont kiválasztása után érjük el. Itt egy floating button segítségével adhatunk új kérdést az alkalmazáshoz. A létrehozáshoz, amelyet szintén egy floating button segítségével érhetünk el a részletes nézetről, minden mező kitöltése kötelező, csak így biztosítható megfelelően az elvárt működés.

- *Témakör neve:* A kérdéshez tartozó témakör megnevezése, a meglévő elemek közül választható.
- *Pont típusa:* A kérdéshez tartozó pont megnevezése, a meglévő elemek közül választható.
- *Kérdés:* A kérdés szövege, egyedinek kell lennie.
- *Helyes válasz:* Meg kell adni a helyes válaszopciót, amely lehet igaz vagy hamis.

A kérdés létrehozása után látható lesz a listás nézetben, ahol kiválasztva ellenőrizhetjük a megadott értékeket, szükség esetén módosíthatjuk is. A kérdéseket törölni is lehet, de csak akkor, ha egyetlen feladatsorhoz sem használjuk, különben inkonzisztens állapot alakulna ki, és hiányoznának kérdések az összeállított feladatsorokból. Mindkét műveletet a részletes oldalon tehetjük meg.

2.1.3.4. Feleletválasztós kérdés

A feleletválasztós kérdések listáját az ennek megfelelő menüpont kiválasztása után érjük el. Itt egy floating button segítségével adhatunk új kérdést az alkalmazáshoz. A létrehozásra, amelyet szintén egy floating button segítségével érhetünk el a részletes nézetről, minden mező kitöltése kötelező, csak így biztosítható megfelelően az elvárt működés.

- *Témakör neve:* A kérdéshez tartozó témakör megnevezése, a meglévő elemek közül választható.
- *Pont típusa:* A kérdéshez tartozó pont megnevezése, a meglévő elemek közül választható.
- *Kérdés:* A kérdés szövege, egyedinek kell lennie.
- *Válaszok megadása:* Meg kell adni a válaszokat, és jelölni kell a helyes válaszokat.

A kérdés létrehozása után látható lesz a listás nézetben, ahol kiválasztva ellenőrizhetjük a megadott értékeket, szükség esetén módosíthatjuk is. A kérdéseket törölni is lehet, de csak akkor, ha egyetlen feladatsorhoz sem használjuk, különben inkonzisztens állapot alakulna ki, és hiányoznának kérdések az összeállított feladatsorokból. Mindkét műveletet a részletes oldalon tehetjük meg.

2.1.3.5. Feladatsor

A feladatsorok listáját az ennek megfelelő menüpont kiválasztása után érjük el. Itt egy floating button segítségével adhatunk új feladatsort az alkalmazáshoz. A létrehozásra, amelyet szintén egy floating button segítségével érhetünk el a részletes nézetről, minden mező kitöltése kötelező, csak így biztosítható megfelelően az elvárt működés.

- *Feladatsor neve:* Egyedi mező.
- *Témakör kiválasztása:* A kérdéshez tartozó témakör megnevezése, a meglévő elemek közül választható.

A feladatsor létrehozása után látható lesz a listás nézetben, ahol kiválasztva a részletes oldalt látjuk. Itt van lehetőségünk a kérdések hozzáadására és eltávolítására a feladatsorból. A témákra és kérdéstípusokra szűrve válogathatunk a kérdéseink között. Hozzáadás után a kérdések mozgathatóak a listában. A más típusuba tartozó kérdések más színnel vannak jelölve ezzel is segítve a felhasználót a kérdés típusának gyors felmérésében. A feladatsorok szabadon törölhetők. Innen léphetünk át a szerkesztés oldalra, ahol a nevet és a témakört tudjuk módosítani.

2.1.3.6. Válaszok ellenőrzése

Amennyiben ezt a menüpontot választjuk, akkor a 2.1.3.5. alalszakasz-ban is leírt feladatsor listát látjuk, innen is létre lehet hozni új feladatsort. Az itt kiválasztott elem viszont egy form beküldő oldalra navigál, ahol egymás alatt látszanak a kérdések. A más típusuba tartozó kérdések más színnel vannak jelölve ezzel is segítve a felhasználót a kérdés típusának gyors felmérésében.

Itt lehet megadni a válaszainkat, illetve mobil eszközön a szövegfelismerés funkciója gyorsíthatja meg a kitöltést. A lehetséges formátumra, amit a szoftver elvár található segítség, így nehezebb ezért rossz megoldást megadni. Ha mégis hibás formátumban küldi be a felhasználó a válaszokat kap róla figyelmeztetést. A beküldést követően hamarosan megjelenik az eredmény a képernyőn.

2.1.3.7. Feladatsorok exportálása

Amennyiben ezt a menüpontot választjuk, akkor a 2.1.3.5. alalszakasz-ban is leírt feladatsor listát látjuk, innen is létre lehet hozni új feladatsort. Az itt kiválasztott elem viszont egy előzetes feladatsor megjelenítő oldalra navigál.

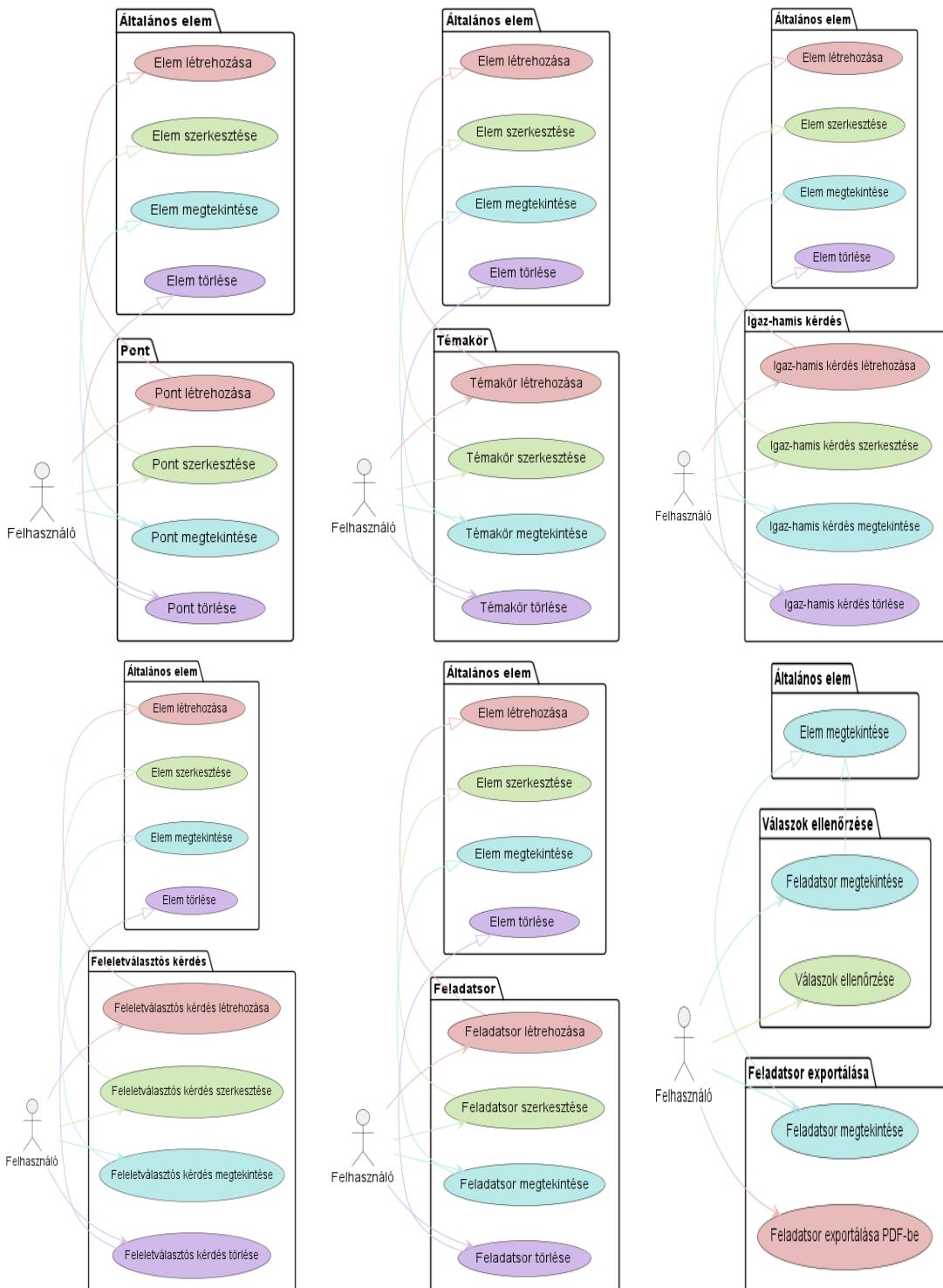
Amennyiben az itt látottakkal elégedettek vagyunk, rendben vannak a pontok és a kérdések, akkor exportálhatjuk is a munkát PDF formátumban. Az itt látottak csak egy vázlatos elrendezést adnak; az adatok ellenőrzésére szolgálnak. Előfordulhat, hogy a mobilos és az asztali verzió kis mértékben eltér egymástól a megjelenésben.

2.2. A felhasználási esetek bemutatása Usecase diagramok segítségével

Ebben az alfejezetben az elkészült alkalmazás használati eseteit bemutató diagram található. A használati eseteket ábrázoló diagram (use case diagram) segítségével egy tapasztalt fejlesztő gyorsan fel tudja mérni az alkalmazás fő felépítését, funkcióit és megközelítő struktúráját.

Csak a magas szintű használati esetek jelennek meg a diagramon az átláthatóság érdekében. A képernyők közötti navigáció ábrázolása jelentősen rontaná az ábra érthetőségét, így erről csak a szöveges leírásban esik szó.

A PlantUML segítségével elkészített diagramokon látható, hogy létezik öt egymás-hoz hasonló működésű használati eset. Ezek származhatnak egy általános elemből vagy használati esetből (use case-ből). Az azonos színekkel jelölt esetek hasonló funkcionálitást jeleznek, ezzel is segítve a szoftver gyors megértését. A Felhasználóból induló nyilak a lehetséges cselekvéseket jelölik, míg a használati esetekből induló nyilak az általános funkciók közötti kapcsolatot mutatják.



2.1. ábra. Az alkalmazás használati eset diagramja.

3. fejezet

Irodalomkutatás

Ebben a fejezetben bemutatom az általam használt forrásokat és technológiákat. Esetenként ábrákkal és kódrészletekkel illusztrálom az adott technológiát a könnyebb érthetőség kedvéért. Az alfejezet végén bemutatok néhány alternatív megoldást a multiplatform fejlesztésre.

3.1. Felhasznált technológiák

Ez az alfejezet a használt technológiák bemutatására fókuszál, a könnyebb érthetőség kedvéért ábrák, képek és forráshivatkozásokkal kiegészítve.

3.1.1. Jetpack Compose

A Jetpack Compose a korábbi Android fejlesztési módszer mellett hozott létre egy alternatív megoldást. Kezdetben nem lehetett tudni, hogyan reagálnak majd a fejlesztők az új irányra. Korábban a Java nyelv mellett megjelent a Kotlin nyelv is, ami később szinte teljesen leváltotta az elődjét. Ebből arra lehetett következtetni, hogy egy új és modernebb megoldás képes lehet felváltani az XML-alapú nézeteket. Jelenleg mindenki megoldás támogatott, de a fejlesztések iránya egyértelműen a Compose felé mutat.

"A Jetpack Compose egy új, deklaratív UI toolkit, amit a Google hozott létre kifejezetten natív Android alkalmazások fejlesztéséhez." [21] A deklaratív nyelvekhez hasonlóan azt kell megadnunk, mit szeretnénk látni, és nem azt, hogyan történjen meg. Elég meghatároznunk, hogy a gomb hogyan nézzen ki, hol helyezkedjen el, és megadnunk egy lambda paraméternek, hogy a megnyomása során mi történjen. Mivel ez egy UI toolkit, az összes vezérlő és szerkezeti elem hasonló megjelenésű és működésű, ami egységes fejlesztői és felhasználói élményt biztosít. A Google ezt a Material Design keretrendszer segítségével hozta létre, amelynek újabb verzióról itt találhatók részletes információk: <https://m3.material.io/>.

Az alábbiakban egy, a Google által készített rövid kódrészleten (3.1. kódrészlet) bemutatom a Compose alapjainak legfontosabb részeit. [15] Az alkalmazás elkészítésének első lépése a Composable függvény megírása. minden UI-t megjelenítő függvény a @Composable annotációt viseli. Innentől kezdve hagyományos Kotlin-függvényként viselkedik: megadhatunk tetszőleges paramétereket (például name[‘], ‘modifier’) és alapértelmezett értékeket is. Egy Composable függvényből tetszőleges másik Composable függvény meghív-

ható, amennyiben azok láthatósága megfelelő. Ilyen például a `Text()` függvény, amely a Material Design könyvtár egyik tagja, és egyszerű szöveget jelenít meg.

A UI megírása után azt a megfelelő helyen meg is kell jelenítenünk, erre az alkalmazás belépési pontja után van lehetőségünk. Android esetén ez az ‘Activity’`onCreate` függvénye. A `setContent` metódus egy lambda függvényt vár, amelyet a `@Composable` annotációval kell ellátni. Használhatjuk hozzá a Kotlin trailing lambda szintaxisát, ahol is, ha egy függvény utolsó paramétere lambda, akkor között megadhatjuk a függvény törzsét. A ‘Basics-CodelabTheme’ is egy Composable függvény, amelyben az alapbeállítások után meghívhatjuk a saját `Greeting` függvényünket. A UI felépítése innentől kezdve már egyszerű. A Composable függvények megírása és egymásból való meghívása után az alkalmazás összeáll.

```
 @Composable
 fun Greeting(name: String, modifier: Modifier = Modifier) {
    Text(
        text = "Hello $name!",
        modifier = modifier
    )
}

class MainActivity : AppCompatActivity() {
    override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        setContent {
            BasicsCodelabTheme {

                Surface(
                    modifier = Modifier.fillMaxSize(),
                    color = MaterialTheme.colorScheme.background
                ) {
                    Greeting("Android")
                }
            }
        }
    }
}

// Jetpack Compose forráskód
public fun ComponentActivity.setContent(
    parent: CompositionContext? = null,
    content: @Composable () -> Unit
)
```

3.1. kódrészlet. Példa a Compose használatára.

A következőkben bemutatom a UI toolkit fontosabb, általam használt részeit. Kitérek arra, hogy mire jók, miért ezeket választottam, és hogyan lehet őket hatékonyan alkalmazni a legújabb Compose Multiplatform verziókban.

3.1.1.1. State és StateFlow

A State és a StateFlow hasonló problémára kínálnak megoldást. A State alapvetően Compose-specifikus megoldás; ha változik az értéke, akkor újracomponálás (recomposition) történik. Ezzel szemben a StateFlow a Kotlin nyelvben általánosan használt eszköz, amely sokkal szélesebb körű alkalmazási lehetőségeket kínál. Az egyszerű State-et általában egy Composable függvényen belül használják, míg a StateFlow-t inkább ViewModelekben alkalmazzák.

Ennek ellenére minden megoldás tökéletesen használható, és jelenleg már Compose Multiplatform alkalmazásokban is működnek. Mivel a ViewModel használata esetén az

adatok nem vesznek el például a képernyő elforgatása során, egyszerűbb műveleteknél és adatoknál nincs lényegi különbség a két megoldás működése között.

"A StateFlow előnyei:" [3]

- *"Flow operátorok:* A StateFlow támogat olyan operátorokat, mint a map, filter, és combine, lehetővé téve az adatok rugalmas feldolgozását és összetett adatfolyamok létrehozását."
- *"Folyamat-megszakadás kezelése:* A SavedStateHandle-lel kombinálva biztosítja az UI állapot megőrzését, még a képernyő elforgatása vagy újraindítás esetén is."
- *"ViewModel újrafelhasználhatóság:* A StateFlow lehetővé teszi a ViewModel függetlenítését a UI-rétegtől, ami elősegíti a moduláris, tesztelhető és újrafelhasználható architektúrát."

Az alábbi kód részletben (3.2. kód részlet) példát találhatunk az egyszerű State használatára, amelyben például a képernyő állapotát tároljuk State-ek formájában. A megjelenített adatok itt a StateFlow logikáját követik. Létezik egy privát MutableStateFlow, amelyben az állapotváltozások történnek, például ha új adat érkezik. Ezen kívül van egy másik, azonos nevű érték is, amely ugyanannak a StateFlownak egy immutábilis változata. Ehhez fér hozzá a UI-réteg, így a UI közvetlenül nem módosíthatja a StateFlow-t. Ha módosításra van szükség, a ViewModel biztosíthat ehhez függvényeket, amelyek beállítják a privát MutableStateFlow értékét.

```
class TopicListViewModel: ViewModel() {
    var topicListScreenState: TopicListScreenState by mutableStateOf(TopicListScreenState.Loading)
    private val _topicListUiState = MutableStateFlow(TopicListUiState())
    val topicListUiState: StateFlow<TopicListUiState> = _topicListUiState

    ...
    fun getAllTopicList(){
        topicListScreenState = TopicListScreenState.Loading // State változás
        viewModelScope.launch {
            topicListScreenState = try{ // State Változás
                val result = ApiService.getAllTopicNames()
                _topicListUiState.value = TopicListUiState( //StateFlow változás
                    topicList = result.map { nameDto ->
                        TopicRowUiState(
                            topic = nameDto.name,
                            id = nameDto.uuid
                        )
                    }
                )
            } catch (e: IOException) {
                TopicListScreenState.Error.errorMessage = e.toString()// "Network error"
                TopicListScreenState.Error // State változás
            }
        }
    }
}
```

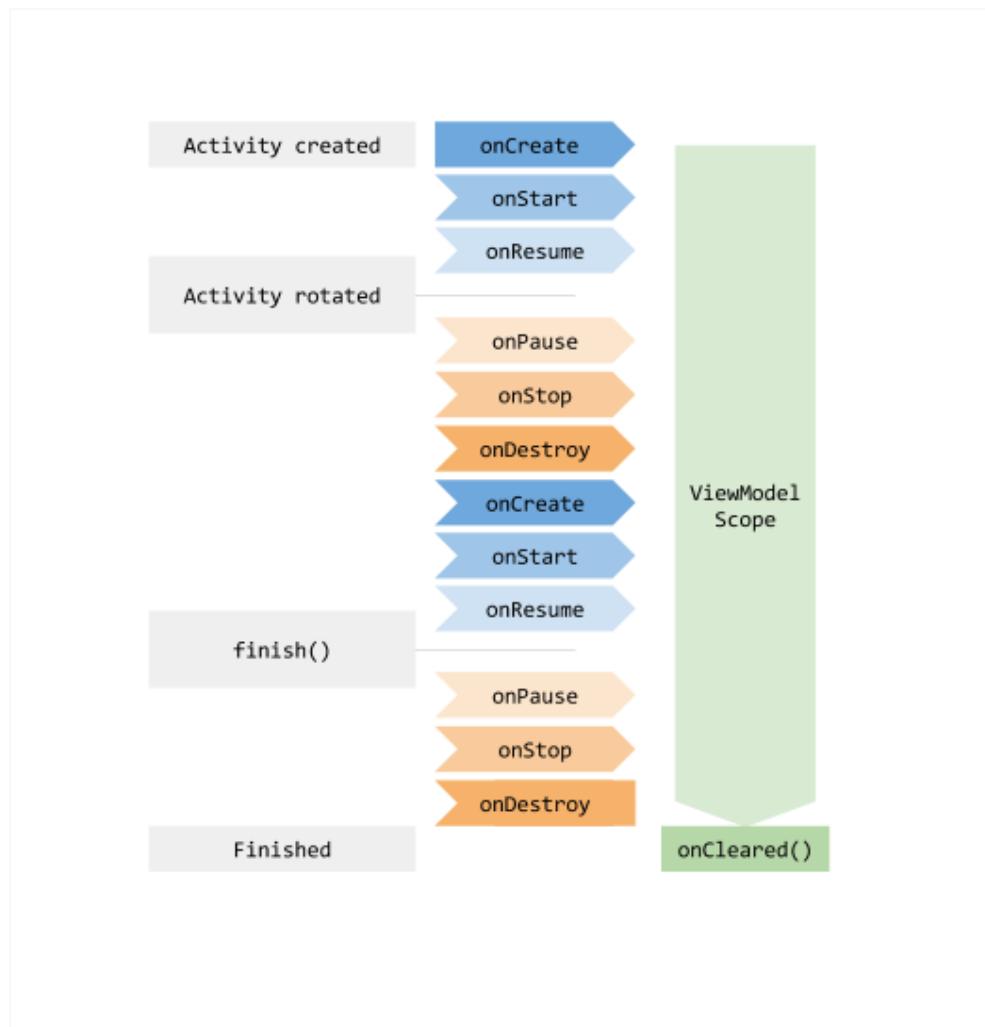
3.2. kód részlet. Példa a State és StateFlow használatára.

3.1.1.2. ViewModel

Az Android ViewModel már használható Kotlin- és Compose Multiplatform környezetekben is [6], így természetesen ezt a jól bevált megoldást választottam. Egy rövid összefoglalót szeretnék adni a hivatalos dokumentáció alapján a ViewModel képességeiről [17].

A ViewModel az Android Jetpack része, és az UI állapotának megőrzésére szolgál konfigurációs változások során, például képernyőforgatáskor (3.1). Fő előnyei közé tartozik az állapot tartósítása és az üzleti logika kezelése a UI-rétegben. A ViewModel segít elválasztani az adatkezelést a UI-rétegtől, ehhez a ViewModelben használható a Kotlin coroutine, amely aszinkron működést tesz lehetővé. Ezen kívül kompatibilis olyan Jetpack könyvtárakkal, mint a Hilt, Compose, és Navigation. A legjobb gyakorlat szerint kerülni kell az életciklushoz kötött objektumok tárolását a ViewModelben, hogy elkerüljük a memóriászivárgást.

Mint minden MVI és MVVM architektúrában, az adatok elérése, átalakítása a UI számára és tartós tárolása a ViewModel feladata. Több megközelítés is lehetséges: minden képernyő kapjon saját ViewModellt, vagy egyetlen ViewModel legyen újrahasználva több képernyőn. Én az első megoldást választottam, mert így könnyebb kezelní a különböző képernyők állapotait, és egyszerűbb átlátni az egyes modulokat.



3.1. ábra. A ViewModel általában hosszabb életű, mint egy View. Ez különösen igaz Android környezetben, ahol számolni kell a képernyő elforgatásával és az alkalmazás háttérbe kerülésével. A tartósan tárolni kívánt adatokat ezért mindig ViewModel-ben kell tárolni. [17]

3.1.1.3. Navigation and routing

Az Androidban már jól működő, navigációért felelős könyvtárak Kotlin Multiplatform fejlesztéshez is használhatóak [9]. Ennek minden össze néhány egyszerű lépése van, így könnyen alkalmazható és rugalmasan működik minden környezetben. Az alábbi kód részletben (3.3. kód részlet) bemutatom a folyamatot. A szükséges lépések a következők [9]:

1. Sorold fel a navigációs gráfban szereplő útvonalakat; mindegyik útvonalat egyedi string azonosít.
2. Hozz létre egy NavHostController példányt, amely a navigáció kezeléséért felel.
3. Adj hozzá egy NavHost komponenst az alkalmazásodhoz:
 - Válaszd ki a kezdő útvonalat a korábban definiált útvonalak közül.
 - Hozd létre a navigációs gráfot közvetlenül a NavHost komponensen belül, vagy programozottan a NavController.createGraph() függvényel.

```
//Első lépés: útvonalak létrehozása
//Érdemes sealed classt használni és data objectként létrehozni a routeokat
sealed class ExamDestination(val route: String) {
    //Lehet egyszerű
    data object LoginScreenDestination : ExamDestination("LoginScreen")
    //Vagy paraméterekkel és adatokkal ellátott
    data object TopicDetailsDestination : ExamDestination("TopicDetails") {
        const val topicIdArg = "0"
        val routeWithArgs = "$route/{$topicIdArg}"
    }
}

//Második lépés: NavController létrehozása
fun NavigationComponent() {
    MaterialTheme {
        val navController = rememberNavController() //Itt történik
        Scaffold() { innerPadding ->
            ExamNavHost(    //Paraméternek egy Composable függvényt vár, ezen belül is egy NavHost fü
                ggvényt
                    navController = navController,
                    modifier = Modifier.padding(innerPadding)
            )
        }
    }
}

//Harmadik lépés: NavHost komponens hozzáadása
actual fun ExamNavHost(
    navController: NavHostController,
    modifier: Modifier
) {
    NavHost(
        navController = navController, //NavController hozzárendelése
        startDestination = ExamDestination.MainScreenDestination.route, //Kezdő útvonal beállítása
        modifier = modifier
    ) {
        composable(      //Navigációs gráf egy elemének létrehozása
            route = ExamDestination.TopicListDestination.route,
        ) {
            TopicListScreen(
                addNewTopic = { navController.navigate(ExamDestination.NewTopicDestination.route) },
                navigateToTopicDetails = { topicId ->
                    navController.navigate("${ExamDestination.TopicDetailsDestination.route}/{$
                        topicId}")
                },
                navigateBack = { navController.popBackStack() }
            )
        }
    }
}
```

3.3. kód részlet. Példa a Navigation használatára.

3.1.2. Ktor

A Ktor egy Kotlin-alapú HTTP-kommunikációt megvalósító könyvtár[7]. Alkalmas minden szerver oldali kód írására – például a REST API-m is ezt használja –, minden kliens oldali kód megvalósítására. A használata rendkívül egyszerű és testreszabható.

Én egy Kotlin object-et használtam, amely magában foglalja az ApiService-et. Először létre kellett hozni egy HTTP-klientet, majd beállítani az alap URL-t és a tartalomtípusnak a JSON üzenetformátumot. Ezt követően már csak a végpont-hívásokat kellett létrehozni.

```
object ApiService {
    private var authToken: String? = null // Mutable token that can be updated at runtime

    private val httpClient = HttpClient() {
        install(ContentNegotiation) { // content type beállítása
            json(Json {
                ignoreUnknownKeys = true
                prettyPrint = true
            })
        }
    }

    defaultRequest { // Base url beállítása
        url("http://mlaci.sch.bme.hu:46258") // Set the base URL
        authToken?.let { token ->
            header(HttpHeaders.Authorization, "Bearer $token") // Add the Bearer token if it's not null
        }
    }
}

suspend fun getAllPoints(): List<PointDto> = httpClient.get("/point").body() //végpontok
```

3.4. kódrészlet. Példa a Ktor használatára.

3.1.3. KotlinX-szerizáláció

A szerizálációra a JSON formátum konvertálására van szükség. Az alábbiakban a hivatalos dokumentációból olvasható egy részlet, amely jól összefoglalja a használatát. Ez a technológia Kotlin Multiplatform környezetben is használható.

"A szerizáláció során az alkalmazások adatait egy olyan formátumba alakítjuk, amely hálózaton átvihető vagy tárolható adatbázisban vagy fájlban. Az ellenkező folyamat, a deszerizáláció, az adatokat külső forrásból olvassa be és konvertálja futásidejű objektummá. A Kotlinban a szerizálációhoz elérhető a kotlinx.serialization eszköz, amely Gradle bővítményt, futásidejű könyvtárakat és fordítói bővítményeket tartalmaz, így segítve a különböző nyelvű rendszerek közötti adatcserét, mint a JSON és a protocol buffers formátumokkal." [11]

3.1.4. CameraX

A CameraX technológia kizárolag Android platformon használható. Itt azonban egy nagyon széles és gazdag API-t biztosít a fejlesztéshez. A legfontosabb felhasználható funkciói a Preview, azaz előnézet, amikor kép készítése nélkül megjelenik a képernyőn a kamera képe, valamint az Image Analysis, azaz képfeldolgozó funkcionalitás. Hozzáférhetünk a buffer tartalmához, így felhasználhatjuk azt különböző algoritmusok futtatásához, vagy összekapcsolhatjuk a Google ML-Kit technológiákkal (3.1.5. alszakasz). A képeket menteni is tudjuk, hasonlóan a beépített kamera alkalmazáshoz, és ugyanúgy videót is rögzíthetünk

vele. Ez a leírás a Google Android Developers dokumentációja alapján készült. Részletesebb információk itt találhatók: [14]

3.1.5. ML-Kit

Az ML-Kit a Google által fejlesztett mesterséges intelligencia alapú API. Számtalan felhasználási területtel rendelkezik, ezek közül néhányat felsorolok: szöveg- és arcfelismerés, dokumentum szkennelés, kép feliratozás, fordítás, nyelv detekció és még számos más lehetőség. Én ezek közül az Androidos alkalmazásban a képen történő szövegfelismerést próbáltam ki [16]. Sajnos ez a funkció is Android-specifikus, így egy iOS alkalmazásban ez a probléma más megközelítést igényelne. Ez a technológia még messze nem tökéletes, de kipróbálásra mindenkiéppen érdekes és hasznos lehet.

3.1.6. Accompanist-engedélykezelés

Az engedélykezelés nem egyszerű feladat az Android rendszerekben, ezért célszerű erre kifejlesztett könyvtárakat használni. Egy ilyen könyvtár az Accompanist, amelyet a Google fejlesztett. A használata jelentősen leegyszerűsíti ezt a bonyolult folyamatot, néhány egyszerű lépéssel egy kész megoldást kapunk.

Elsőként a szükséges engedélyeket be kell jegyezni a manifest fájlba. Következő lépként ellenőrizni kell, hogy az alkalmazás rendelkezik-e a szükséges engedélyekkel vagy sem. Amennyiben nem, akkor a használat előtt ezt kérünk kell, de ezt csak úgy tehetjük meg, hogy a többi funkció elérhető legyen. Az én esetben csak a szövegfelismerő funkcióra kattintás után kérem el az engedélyt, de maga a válaszokat elküldő képernyő használható az engedélyek nélkül is.

Az elkerít engedélyeket egy permissionState-ben tároljuk, így innen ellenőrizhető, hogy korábban a felhasználó már megadta-e őket. Egyedül a veszélyes engedélyeket kell ilyen módon elkerülni, mint például a kamera használata. Nem veszélyes engedélyek, például az internet hozzáférés, egyszerűen a manifest fájlban rögzíthetők [20].

3.1.7. PdfDocument és PDFBox

A PdfDocument a Google által fejlesztett PDF-szerkesztő eszköz. Segítségével egy PDF fájlba tetszőlegesen elhelyezett szöveget és képeket írhatunk. Létrehozhatók különböző Paint objektumok, amelyekkel egyszerűen rajzolhatók táblázatok, és formázható a szöveg. Ez a megoldás csak Android eszközökkel kompatibilis.

"Az Apache PDFBox® könyvtár egy nyílt forráskódú Java eszköz PDF dokumentumok kezelésére. Lehetővé teszi új PDF dokumentumok létrehozását, meglévő dokumentumok módosítását, és tartalom kinyerését a PDF fájlok ból. Az Apache PDFBox több parancssori eszközt is tartalmaz, és az Apache License v2.0 alatt került kiadásra." [1]

Hasonlóan használható, mint a PdfDocument, de az API készletük némileg eltér. Bár az Androidra kifejlesztett exportálás funkció korábban elkészült, egy multiplatform rendszerben a PDFBox megoldást javasolnám minden platformon, hogy konzisztens eredményeket érjünk el.

3.1.8. Kotlin- és Compose Multiplatform

Többször beszéltem már a Kotlin Multiplatform és a Compose Multiplatform fogalmakról. Legkönnyebben úgy lehet leírni a kapcsolatukat, mint a Compose Multiplatform részhalmazát a Kotlin Multiplatformnak. Számos nagy cég használja a KMP technológiát, köztük a Netflix, a 9GAG, a McDonald's és a Philips [23].

Az általam korábban felsorolt technológiák közül, amelyek leginkább ebbe a kategóriába esnek, a Ktor (3.1.2. alszakasz) és a KotlinX szerializáció (3.1.3. alszakasz). Mivel 2024 őszén elérhetővé vált az Android ViewModel (3.1.1.2. alalszakasz) és a navigáció (3.1.1.3. alalszakasz) is, ezek is ide sorolhatók már a state-ekkel együtt (3.1.1.1. alalszakasz).

Az egyetlen fontosabb rész, amit kihagytam, az maga a Compose deklaratív UI toolkit (3.1.1. alszakasz), amely a Compose Multiplatform alapját képezi. 2021-ben vált lehetővé a Compose használata nem csak Android alapú rendszerekhez, míg a KMP 2017-ben kezdte meg az útját. Nagy jelentősége van a CMP-nek, mivel így kizárolag Kotlin nyelven Android fejlesztők tudnak iOS és asztali alkalmazást fejleszteni minimális natív kódval, de mégis natív élményt nyújtva. Jelenleg a webes irány még alpha verzióban van, de jelenleg is folyik a fejlesztés a Kotlin WASM-re (WebAssembly) való hatékony fordításán. A Kotlin JavaScript kódával is le lehet fordítani, a Java mellett.

Háromféle módon lehet Kotlin Multiplatform kódbázist fejleszteni (3.2. ábra). Az első, bal oldali ábra értelmezése szerint a kódbázis egy kis része íródik KMP-ben, például csak az adatbázis vagy REST API elérés. A következő ábra azt mutatja, hogy a logika teljes egészében KMP-ben íródik, így például használják a ViewModeleket (3.1.1.2. alalszakasz), de a UI natív módon készül: Androidra Compose-ban, iOS-re SwiftUI-ban. Az utolsó ábra már a Compose Multiplatform megjelenése, amikor minden platformra Compose-ban készül el a felhasználói felület. Balról jobbra haladva egyre nő a kód újrafelhasználhatósága, így kevesebb munka szükséges, és könnyebb is a kód karbantartása, mivel előreláthatólag egyre kevesebb helyen kell módosítani azt.



3.2. ábra. A KMP fejlesztés változatai. [23]

Semmi sem teljesen tökéletes, így előfordulhat, hogy az egyik platformon más hogyan nem lehet vagy nem érdemes valamit megvalósítani, mint például egy asztali alkalmazáson egy fotó elkészítését az én példámban. Ilyenkor jöhetnek szóba az expect és actual függvények. A közös kódban ilyenkor egy függvénytörzset definiálunk, és csak itt lehet alapértelmezett paramétereket beállítani, például egy Modifier-t egy Composable függvény esetén. A megvalósítás ilyenkor az alkalmazás-specifikus kódban történik (androidMain, desktopMain, iOSMain) (3.5. kód részlet). Ehhez az actual függvényt kell megvalósítani, és a platformtól függően ezek fognak automatikusan meghívódni, mivel a build során ezek

kerülnek behelyettesítésre az `expect` függvény helyére. Már léteznek `actual` és `expect` osztályok is, amelyeket én alkalmaztam, de ez még kísérleti verzióban van.

```
//commonMain-ben lévő expect függvénytörzs, alapértelmezett paraméterrel.  
@Composable  
expect fun MainCameraScreen(examId: String = "0", navigateBack: () -> Unit)  
  
//androidMain-ben lévő valós megvalósítás  
@Composable  
actual fun MainCameraScreen(examId: String, navigateBack: () -> Unit) {  
  
    val cameraPermissionState: PermissionState = rememberPermissionState(android.Manifest.permission.CAMERA)  
  
    MainCameraContent(  
        hasPermission = cameraPermissionState.status.isGranted,  
        examId = examId,  
        onRequestPermission = cameraPermissionState::launchPermissionRequest,  
        navigateBack = navigateBack  
    )  
}  
  
//desktopMain-ben lévő placeholder megvalósítás, értesíti a felhasználót, hogy ez a funkció az eszközén nem támogatott  
@Composable  
actual fun MainCameraScreen(examId: String, navigateBack: () -> Unit) {  
    Scaffold(  
        topBar = {  
            TopAppBarContent(stringResource(Res.string.camera), navigateBack)  
        },  
        content = { innerPadding ->  
            UnsupportedFeatureScreen(modifier = Modifier.padding(innerPadding))  
        }  
    )  
}
```

3.5. kódrészlet. Expect és actual használata

3.1.9. Gradle build rendszer

A Compose Multiplatform projektek is a Gradle build rendszert használják, elsősorban a függőségek megszerzésére és az alkalmazás létrehozására. Egy átlagos fejlesztőnek minden össze annyi a dolga, hogy kigyűjt a használt függőségeket, és a fejlesztőkörnyezet általában segít a megfelelő verziók megtalálásában. Újabban a Kotlin DSL használata terjedt el.

"A DSL (Domain-Specific Language) egy programozási nyelv, amely egy meghatározott problémakör megoldására összpontosít. Az általános célú nyelvektől eltérően a DSL-ek, például az SQL és a regexek, csak egy szűk területre fókusznak, ami lehetővé teszi a problémák deklaratív módon való megoldását."^[22] Ennek segítségével egyszerűbben adhatjuk meg a Gradle-függőségeket (3.6. kódrészlet).

```
kotlin { //Részlet a build.gradle fájlból  
    androidTarget {  
        compilerOptions {  
            jvmTarget.set(JvmTarget.JVM_11)  
        }  
    }  
    sourceSets {  
        androidMain.dependencies {  
            implementation(libs.androidx.activity.compose)  
        }  
    }  
}
```

3.6. kódrészlet. Kotlin DSL

Ezen kívül a verziók egyszerűbb karbantartására használhatunk egy version catalog fájlt, ez a `libs.version.toml`. A TOML a "Tom's Obvious, Minimal Language" rövidítése, és elsősorban egyszerűbb konfigurációs fájlok esetében használják; egyfajta "butább" YAML-formátum. A szükséges részei a `[versions]` és a `[libraries]`, illetve szükség lehet a `[plugins]`-re is (3.7. kód részlet). Az itt megadott értékekkel lehet hivatkozni a `build.gradle` fájl(ok)ban.

```
#Részlet a libs.version.toml fájlból

[versions]
agp = "8.2.2"
android-compileSdk = "34"
android-minSdk = "24"
android-targetSdk = "34"
androidx-activityCompose = "1.9.2"
androidx-appcompat = "1.7.0"
androidx-constraintlayout = "2.1.4"
androidx-core-ktx = "1.13.1"

[libraries]
androidx-core = { module = "androidx.core:core", version.ref = "androidx-core-ktx" }
androidx-core-ktx-v1120 = { module = "androidx.core:core-ktx", version.ref = "coreKtx" }

[plugins]
androidApplication = { id = "com.android.application", version.ref = "agp" }
androidLibrary = { id = "com.android.library", version.ref = "agp" }
```

3.7. kód részlet. Version catalog

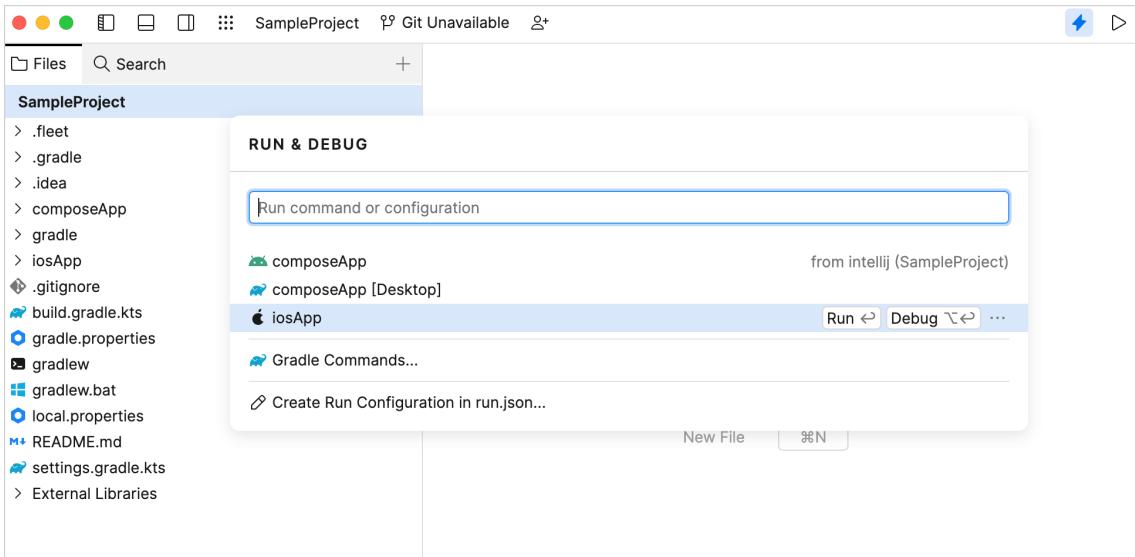
3.1.10. Fejlesztőkörnyezetek

Fejlesztőkörnyezetként a JetBrains egyik eszközét, a Fleet-et választottam. Ezt kifejezetten multiplatform fejlesztéshez készítették, és támogatja azokat a nyelveket, amelyek ebben a témaban szóba jöhetnek. minden funkcióval rendelkezik, amit a JetBrains natív fejlesztésre készült IDE-i is nyújtanak, például kódkiegészítéssel és kódkiemeléssel, így nem kell IDE-t váltani, ha éppen más nyelven kell dolgozni.

"Amikor az Smart Mode engedélyezve van, a Fleet nyelvspecifikus funkciókat kínál, mint például a kódkiegészítés, navigáció, hibakeresés és refaktorálás. Ha ez a mód le van tiltva, a Fleet egyszerű szövegszerkesztőként működik; gyorsan meg lehet nyitni fájlokat és módosításokat végezni, de a fejlettebb funkciók nélkül. A háttérben a Fleet kiválasztja a kód feldolgozásához szükséges háttérmotort. Intelligens módban például a Kotlin feldolgozási motorja az IntelliJ IDEA-hoz használt motor, így ismerős funkciók maradnak elérhetők." [12]

Egy másik hasznos funkció, hogy egy helyről lehet minden platformra buildelni az alkalmazást (3.3. ábra), így nem kell egy külön Android Studio-t és Xcode-ot is megnyitni, ha szeretnéd tesztelni az alkalmazást az adott eszközön.

A fő fejlesztőkörnyezeten kívül, amíg csak az Android applikációt fejlesztettem, az Android Studio-t használtam. A REST API fejlesztéséhez és karbantartásához szintén a JetBrains termékét, az IntelliJ IDEA Ultimate-et használtam, amely kifejezetten Java és Kotlin projektekhez készült. Kisebb mértékben a fejlesztéshez, és nagyobb mértékben a dokumentációhoz és a szakdolgozat megírásához a Visual Studio Code-ot használtam, mivel sok hasznos bővítménnyel rendelkezik, például L^AT_EX és PlantUML használatához.



3.3. ábra. A különböző eszközökre egy helyen lehet buildelni és futtatni az alkalmazást. [12]

3.1.11. REST API, Postman és adatbázis

A kliens oldali alkalmazásokat egy saját REST API szolgálja ki. Ezt az előző félévben készítettem el, teljes egészében Kotlin nyelv felhasználásával. A HTTP kommunikáció megvalósításához a már korábban 3.1.2. alszakaszban bemutatott Ktor-t használtam. Itt a szerver oldali funkcionalitás került előtérbe. A szerializáció itt is a 3.1.3. alszakaszban leírtak szerint történt. Az adatbázis az úgynevezett code-first felfogás alapján készült. Ez azt jelenti, hogy kódban leírtam az adatbázis felépítését, és a kigenerálását róbíztam az Exposed-ra, ami a JetBrains által fejlesztett, adatbázis-elérést lehetővé tevő könyvtár. A használt adatbázis a javaslatok alapján a PostgreSQL lett. Ennek a folyamatnak egy részletesebb leírása a [8] forrásban olvasható, ez alapján készítettem el a saját szerveremet.

Mind az adatbázis, mind a REST API egy-egy Docker-konténerben fut egy virtuális gépen, így biztosítva a folyamatos elérhetőséget. "Mi az a Docker? A Docker egy nyílt platform alkalmazások fejlesztésére, szállítására és futtatására. Lehetővé teszi, hogy az alkalmazásokat elválasszuk az infrastruktúrától, így gyorsabban tudunk szoftvereket szállítani. A Docker segítségével az infrastruktúrát ugyanúgy kezelhetjük, mint az alkalmazásokat. A Docker szállítási, tesztelési és kódtelepítési módszertanait kihasználva jelentősen csökkenthetjük az időt a kód megírása és a termelési környezetben való futtatása között." [24]

"A Docker platform: A Docker lehetőséget biztosít arra, hogy az alkalmazást egy lazán izolált környezetben, úgynevezett konténerben csomagoljuk és futtassuk. Az izoláció és a biztonság lehetővé teszi, hogy egy adott gépen egyszerre több konténert futtassunk. A konténerek könnyűsűlyűek, és minden tartalmaznak, ami szükséges az alkalmazás futtatásához, így nem kell a gazdagépre telepített környezetre támaszkodni. A konténereket megoszthatjuk munka közben, biztosítva, hogy mindenki ugyanazt a konténert kapja, amely ugyanúgy működik." [24]

Az API saját DNS-címmel is rendelkezik, így könnyen megjegyezhető és elérhető a fejlesztés és tesztelés során is. A teszteléshez a Postmant használtam. Ez egy olyan alkalmazás, amiben HTTP-kéréseket lehet létrehozni, és a mezőket tetszőlegesen testreszabni. Gyakran volt rá szükség ebben a félévben is, mert bizonyos adatformátumok vagy követel-

mények változtak, és ez sokkal hatékonyabb hibakezelést tett lehetővé, mint egy böngészős HTTP-kérés vagy az alkalmazásból történő debugolás.

3.1.12. Kipróbált, de végül nem használt egyéb érdekes megoldások

Az önálló laboratórium során elkészített alkalmazás sok technológiát felhasznált, elsősorban kísérletezés miatt. Ezek egy részére találtam jól használható multiplatform alternatívát, más részükre nem, vagy csak nagyon sok munkával lehetett volna megvalósítani. Rendelkezett lokális Room-adatbázissal is; erre egy alternatív megoldás a multiplatform területen az SQLDelight technológia. 2024 őszétől azonban a Room is támogatott. Ezt felhasználók tárolására használtam Firebase-integrációval. A Firebase sajnos sokkal nehezebben használható ebben a környezetben, és mivel az alkalmazás jelenlegi állapotában a felhasználóknak nincs jelentősége, ezek nem kerültek be a végső alkalmazásba.

Egy korábbi multiplatform ViewModel alternatíva a moko-viewmodel (Mobile Kotlin Model-View-ViewModel architecture) volt, de ennél kényelmesebb az Androidos. Mivel nem volt szükség felhasználó- és login-szolgáltatásokra, illetve lokális adatbázisra, így elvettem a dependency injection használatát. Ezért a ViewModel-ek létrehozása sem okozott akkora problémát. Az Androidban használt Hilt itt nem használható, és a Koin, ami egy hasonló multiplatform implementáció, nem könnyítette volna meg annyira a folyamatot, mint a Hilt. Ezeknél a függőségeknél a verziók összehangolása sem volt egyértelmű feladat. Minél több függőségre van szükség, annál nagyobb a valószínűsége, hogy valami összeütközik vagy eltörök egy új frissítés miatt, főleg, ha az nem egy hivatalos függőség a Google vagy a JetBrains által. Külön-külön rendesen működtek, de az előbb felsorolt problémák miatt úgy döntöttem, hogy egyszerűbb és letisztultabb megoldásokat használok a függőségek terén.

3.2. Hasonló multiplatform megoldások összehasonlítása

Négy különböző technológiát vizsgáltam meg, és korábbi tapasztalataim, illetve információim alapján próbáltam választani közülük. Az első a Compose Multiplatform, a második a MAUI, a harmadik a React Native, a negyedik a Flutter. Az alábbiakban található egy rövid összefoglalás ezekről a technológiákról.

Kotlin és Compose Multiplatform: A JetBrains és a Google által fejlesztett technológiák, amelyek lehetővé teszik a kód megosztását platformok között, anélkül hogy új nyelvet kellene bevezetni. Nemrégiben stabilizálták, és támogatja a felhasználói felület megosztását a Compose Multiplatform segítségével. [10]

.NET MAUI: A Microsoft C# és XAML alapú keretrendszer, amely cross-platform API-kat, hot reload funkciót biztosít, és asztali és mobil platformokra is céloz. [10]

React Native: A Meta JavaScript alapú keretrendszer, amely a natív UI-t helyezi előtérbe, erős közösségi támogatással. A Fast Refresh funkciót használja, és a Flipper-t integrálja hibakereséshez. [10]

Flutter: A Google Dart alapú keretrendszer, amely a hot reload és az egyéni rendere-lés révén ismert. Támogatja a Material Design-t, és széles körben használják cross-platform alkalmazásokhoz (pl. eBay, Alibaba). [10]

A kiválasztás során számos szempontot figyelembe vettem. Fontos volt a tanulási lehetőség a témből, lehetőleg olyan módon, hogy azt később is tudjam kamatoztatni. Egy másik szempont volt, hogy ne legyen teljesen ismeretlen az használt eszköz és környezet,

ennek célja az volt, hogy az időm nagy részét ne tutorial videók nézésével töltsem az alapoktól kezdve, hanem a dokumentációk alapján is el tudjak igazodni hatékonyan. Nem utolsó szempont volt, hogy szerettem volna folytatni az előző félévben elkezdett alkalmazásomat. Az összes opción megvizsgálása után alkalmasnak találtam a Compose Multiplatformot a szakdolgozat témajaként.

Ezek közül az utolsót zártam ki a leghamarabb. A fenti négy közül ez az egyetlen, amely nem natív UI élményt nyújt a felhasználóknak, és egy számomra teljesen ismeretlen Dart nyelven kell programozni. Elsősorban mobilos fejlesztésre használják, de a többi része nem optimális, én pedig ennél egy általánosabb megoldást kerestem. [25]

A következő technológia, amit kizártam, a React Native volt. Ez a React egyfajta változata, amely natív élményt tud nyújtani weben, Androidon, iOS-en és asztali alkalmazásokon is. Ez egy JavaScript/TypeScript és HTML alapú megoldás. Korábbi tapasztalataim alapján ezek a nyelvek nem alkalmasak egy nagy méretű projekt fejlesztésére és karbantartására. JavaScriptben gyorsan lehet fejleszteni, de nagyon nehéz utána a kód továbbfejlesztése és karbantartása. [27]

A MAUI egy .NET alapú megoldás, így C# nyelven lehet programozni. A UI XAML alapokon nyugszik, hasonlóan a WinUI-hoz. Ez a megoldás a Windowsos asztali alkalmazásokhoz hasonlít leginkább felfogásban és programozásban. Volt több elődje is, de jelenleg ez a legújabb változata a Windows alapokon nyugvó multiplatform fejlesztésnek. A legfőbb indok az elvetésére az volt, hogy én elsősorban Android-fejlesztő vagyok, és ha van lehetőség, akkor abból az irányból szerettem volna kiindulni. Egy másik érv ellene, hogy webes irányban nincs elmozdulás, míg az előző kettőnél igen, illetve a Compose Multiplatform is nyit ebbe az irányba. [18]

Mindent összevetve a Compose Multiplatform volt számomra a legalkalmasabb és legérdekesebb technológia. Ebben volt a legtöbb tapasztalom, és a későbbiekbén is szeretnék ezen a területen dolgozni, akár natív Android fejlesztés, akár a Compose és Kotlin Multiplatform világában. Továbbá mindig érdekes kihívás egy éppen aktívan fejlődő technológiát megismerni és dolgozni benne. Így azt is ki tudtam próbálni, hogy milyen nehézségekkel jár egy natív alkalmazás multiplatformba való áttültetése.

4. fejezet

Felsőszintű architektúra

Ebben a fejezetben bemutatom a szoftver felépítését. Ez a rész elsősorban az architektúrális és programszervezési megoldásokra fókuszál. Hasonlóan a 2. fejezet fejezetthez, ez is csak egy átfogó képet ad a szoftverről, a részletekbe nem merül el.

4.1. High-level architektúra

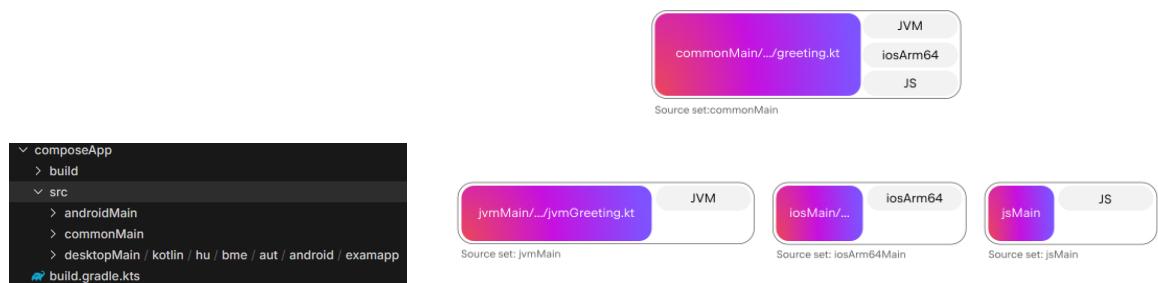
Ez az alfejezet bemutatja a forráskód szervezését és a legfontosabb követett tervezési mintákat.

4.1.1. A program struktúrális szervezése

Ez a rész a kód forrásfájlokba szervezését mutatja be. A hatékony munkához elengedhetetlen egy jól felépített és követett mintát konzisztensen alkalmazni a fejlesztés során.

4.1.1.1. A Kotlin Multiplatform alkalmazások felépítése

Minden Kotlin Multiplatform projekt tartalmaz legalább 3 fő könyvtárat az src mappán belül. Szükséges egy commonMain mappa, amely a közös kódrészleteket tartalmazza. Minél több tartalom található ebben megvalósítva, és nem külön kiszervezve, annál jobb a kód újrafelhasználhatósága. A többi fő mappa a platform-specifikus kódrészleteket tartalmazza. Az én alkalmazásomban van egy androidMain és egy desktopMain, ezek a jvmMain-nek felelhetők meg. Sajnos eszközhiány miatt iOS-re nem tudtam elkészíteni az alkalmazást, mivel annak lefordításához szükség van egy Mac számítógépre.



4.1. ábra. Fájl struktúrája az alkalmazásnak. Második kép: [5]

A build megfelelő működéséért a Run Configurations fájlok és a build.gradle.kts fájlok felelnek. A gradel fájlokban kell a függőségeket megadni, a verziók támogatására használható a libs.version.toml fájl.

A 4.1. ábrán is látható a build.gradle.kts fájlt (4.1. kódrészlet) is. Az ebben lévő Kotlin DSL-lel létrehozott Gradlenek is tükrözni kell ezt a felépítést.

```
import org.jetbrains.compose.desktop.application.dsl.TargetFormat //Importok
...
//Szükséges pluginok
plugins { alias(libs.plugins.kotlinMultiplatform)
    ...
}

kotlin {    // Projekt struktúrájának létrehozása
    androidTarget {    // Android taget beállítása
        ...
    }
    jvm("desktop") //Asztali alkalmazás beállítása

    sourceSets {    Itt kerülnek hozzáadásra a függőségek a különböző platformokhoz
        val desktopMain by getting

        //Android specifikus függőségek
        androidMain.dependencies { implementation(libs.androidx.activity.compose)
            ...
        }
        //Minden támogatott alkalmazás által használt függőségek
        commonMain.dependencies { implementation(compose.foundation)
            ...
        }
        //Asztali alkalmazás specifikus függőségek
        desktopMain.dependencies { implementation(compose.desktop.currentOs)
            ...
        }
    }
}

//Egyéb Android beállítások
android { namespace = "hu.bme.aut.android.examapp"
    ...
}
// Szükséges függőségek
dependencies { implementation(libs.androidx.ui.android)
    ...
}
//Egyéb asztali beállítások
compose.desktop { application { mainClass = "hu.bme.aut.android.examapp.MainKt"
    ...
}
    ...
}
```

4.1. kódrészlet. build.gradle.kts fájl struktúrája

Az alkalmazást az összes platformra le kell fordítani, így szükség van egy belépési pontra minden eszköznél. Ez értelemszerűen nem lehet a közös kódbázisban, mivel minden platform más módon tud inicializálni. Ellenben az a kód, amit itt meg kell hívni, már lehet egy közös Composable függvény (4.5. kódrészlet). Egy egyszerűbb alkalmazásnál, ahol megfelelő közös nézetet tudunk létrehozni, ennyi platform-specifikus kód elég is. Az optimális a fenti lenne, de ez általában nem lehetséges, így szükség van a közös kóból való 'kilépésre' és a platform-specifikus kód meghívására. Ez egyszerűen megvalósítható az expect és actual függvények és osztályok segítségével (3.1.8. alszakasz).

A fő mappastruktúrán belül is fontos a tervezés. Két fő részből tevődik össze: a UI és a Service mappákból. A Service tartalmaz minden olyan részt, amely közvetlenül nem a megjelenített képernyőkkel foglalkozik. Itt található a navigáció, a PDF rendezése, és

kivételesen itt van az ahhoz tartozó képernyő is. Továbbá a szövegfelismerés és a HTTP-kommunikáció is itt található. Az utóbbi az api mappában, és ezen belül találhatók a DTO-k (Data Transfer Object), amelyek az alkalmazás modell rétegét adják.

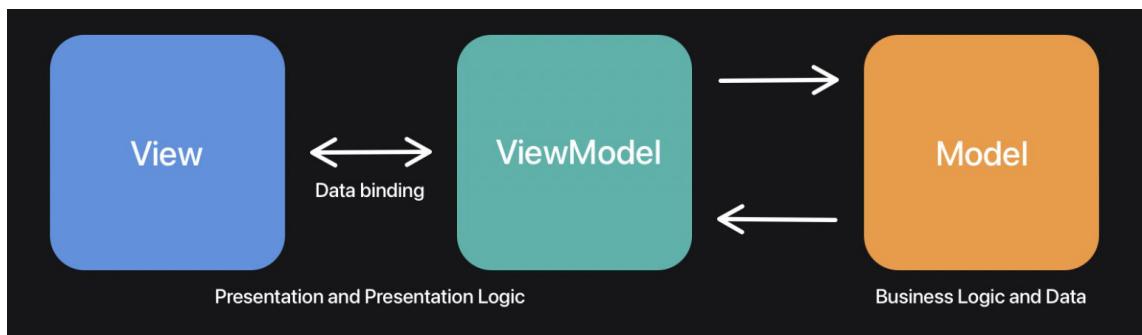
A UI mappában minden használati esetre van egy saját mappa, amely a képernyőket tartalmazza; ezen kívül itt található a.viewmodel mappa is, ahol hasonló szervezési struktúrában találhatók a képernyőkhöz tartozó ViewModel-ek. Erre is több lehetséges megoldás lenne, például egy közös ViewModel a közös tematikájú képernyőkhöz. Ebben a mappában található még a components mappa is, amely azokat a Composable függvényeket tartalmazza, amelyeket több képernyő is fel tud használni, például egy dropdown lista vagy a navigációs TopAppBar.

Egy másfajta tervezés lehet az is, hogy a képernyőt leíró fájlok mellett közvetlenül találhatók a.viewmodel-ek, és ezek közös mappákba vannak szervezve. Ezt elvetettem, mivel így is túl sok mappa volt, és nehezebben láttam át ezzel a második megoldással a program szerkezetét.

A legtöbb fájl a commonMain-ben van, így a platform-specifikus mappákban nem található meg minden mappa a fentiek közül, de a szükséges actual függvények ennek megfelelő szerkezetben találhatók meg itt is.

4.1.1.2. Követett tervezési minták

Az első és legfontosabb tervezési minta az **MVVM architektúra**. Ebben a mintában három fő komponenst lehet elkölnölni egymástól: View, ViewModel és Model. Mind-egyknek megvan a szerepe és egy jól működő és karabantartható szoftver esetén minden egyik létfontosságú. Ezek a rétegek egymást között tudnak kommunikálni, a leggyakoribb irány a View -> ViewModel -> Model -> ViewModel -> View. Tehát a View kér adatot valamilyen felhasználói esemény hatására, és a ViewModel ennek teljesítése érdekében a Modeltől kéri el a megjelenítendő adatokat. Ennek a láncnak azonban szinte bármely része megtörténhet akár tetszőleges irányban is, attól függően, hogy milyen funkcionálitással rendelkezik.



4.2. ábra. MVVM minta. [29]

Ezek közül a legegyszerűbb a **Model réteg**. (4.2. kód részlet) Ennek egyetlen célja az adatok tárolása a memóriában. Célszerű ezt olyan formában megtenni ami már nem igényel sok átalakítást a köztes, ViewModel rétegben. Az adatok gyakran valamilyen REST APIból érkeznek, tehát egy másik szoftvertől. Ehhez úgynevezett DTO-kat (data transfer object) használunk, az én programomban ezek lényegében megegyeznek a modellekkel, mivel kifejezetten erre készült a REST API. Természetesen így is van szükség egyéb data classokra vagyis valós modellekre. A UInak szüksége lehet egyéb értékekre, például, hogy megfelelő módon van-e kitöltve létrehozás során az objektum vagy sem. Továbbá az

összetett elemek esetén a hivatkozásokat a `uuid` kon keresztül fel kell oldani megjelenítés előtt. Ezt a szerepet általában már a `ViewModel` végzi el. Amennyiben nem saját adatforrást használunk, vagy komplexebb adatokat kapunk érdemes külön modell osztályokat létrehozni csak a szükséges adatokkal tovább dolgozni. Ezt még a HTTP kommunikáciáról felelős komponensben érdemes megtenni.

```
import kotlinx.serialization.Serializable // Szerilizáció

@Serializable // Szerilizációért felelős kód rész
data class TopicDto(    // Kotlin data class
    val uuid: String = "",
    val topic: String,
    val description: String,
    val parentTopic: String = ""
)
```

4.2. kódrészlet.

Egy dto struktúrája. Szerilizáció: 3.1.3. alszakasz

A leggyakoribb mód erre a HTTP alapú kommunikáció, ahol az adatok JSON formátumban érkeznek. Elképezelehtő erre más alternatíve, például az adatok XML formátumban érkeznek. Más módon működő rendszerek is lehetnek, például `WebSocket`ek, ahol az első csatlakozás során kialakul egy kétirányú csatorna ahol, minden a szerver minden a kliens tud kommunikációt kezdeményezni. IoT környezetben az MQTT protocolt szokás alkalmazni. "Ez egy pub/sub protokoll, amely kis csomagméréssel és alacsony sávszélességgel rendelkezik, így ideális korlátozott hálózatokhoz és alacsony feldolgozási teljesítményű eszközökhez. Az MQTT képes kezelni a szakaszos hálózati kapcsolódást, és támogatja a szolgáltatásminőség (QoS) szinteket a megbízható üzenettovábbítás biztosítása érdekében." [13] Egy további megoldás a gRPC ami valós alternatíva lehet a REST API kommunikációra ebben a környezetben is. "A gRPC egy nyílt forráskódú keretrendszer, amelyet a Google fejlesztett RPC API-k építésére. Lehetővé teszi a fejlesztők számára, hogy szolgáltatás-interfészeket definiáljanak, valamint kliens- és szerveroldali kódot generáljanak több programozási nyelven. A gRPC protokoll buffereket és nyelvfüggetlen adat-szerilizációs formátumot használ a hatékony adatátvitel érdekében, ami ideálissá teszi magas teljesítményt igénylő alkalmazások számára. A gRPC nem feltétlenül a legjobb választás nagy mennyiségi adatmanipulációhoz vagy olyan alkalmazásokhoz, amelyek széleskörű kliens támogatást igényelnek. Ugyanakkor a gRPC magas teljesítményéről és alacsony erőforrásigényéről ismert, így jó választás azokhoz az alkalmazásokhoz, amelyek gyors és hatékony kommunikációt igényelnek a szolgáltatások között." [13]

A köztes szinten a **ViewModel** található. Megoldáshoz az Android `ViewModel` Kotlin Multiplatform implementációját használtam fel (3.1.1.2. alalszakasz), de bármi hasonló megoldás megfelel. Ennek a rétegnak számos feladata van. Az adatok lekérdezése itt valósul meg. Úgynevezett `coroutine` scopekban kezdeményezhetünk hosszabb ideig tartó függvényhívásokat. "A Kotlin standard könyvtára csak minimális alacsony szintű API-kat biztosít, hogy más könyvtárak használhassák a koroutinekat. Ellentétben sok más hasonló képességű nyelvvel, az `async` és `await` nem kulcsszavak a Kotlinban, és még a standard könyvtár részei sem. Ezenkívül a Kotlin felfüggeszthető függvény (suspending function) koncepciója biztonságosabb és kevésbé hibára hajlamos absztrakciót kínál az aszinkron műveletekhez, mint a `futures` (futures) és `ígéretek` (promises). A `kotlinx.coroutines` egy Jet-Brains által fejlesztett gazdag könyvtár koroutinekhoz. Számos magas szintű, koroutine-kompatibilis primitívet tartalmaz, amelyeket ez az útmutató is tárgyal, beleértve a `launch`, `async` és más függvényeket." [4] Röviden összefoglalva aszinkron módon működnek így és nem UI szalon hajtódnak végre ezáltal nem blokkolják azt és reszponzív marad a teljes idő alatt. Mindebből következik, hogy a REST API service hívásai innen indulnak, majd kerülnek bele Statekbe vagy StateFlowkba (3.1.1.1. alalszakasz). Egy érdekesebb megköze-

lítés a LiveData. Ez az eszköz az Observer mintát valósítja meg. Amennyiben például egy WebSocket alapú megoldást választottam volna, akkor a szerver autmoatikusan tudna üzenetet üldeni amiben leküldi az új adatot a kliensnek és egyéb frissítés nélkül megjelne az új adat. Ez egy példa a Model -> ViewModel -> View irányra. A legtöbb chat applikáció (például Messenger) is hasonéó megközelítést alkalmazhat.

A ViewModelnek további feladatai közé tartozik az adatok transzformálása. Szükség lehet a hivatkozások feloldására például egy kérdés esetén nem egy uuid-t szeretne a felhasználó látni, a pont és a téma mezőkben, hanem azok neveit. Ezen kívül biztosíthat egyéb függvényeket az adatok módosítására, tovább navigálásra vagy bármilyen általános célokra. Ezzel elkerülethető, hogy logikát leíró kódot a Viewn kelljen definálni, elég egy összefogó részben levő függvényt meghívni. (4.3. kódrészlet)

```
data class TopicDetails(
    val id: String = "",
    val topic: String = "",
    val parent: String = "",           // Ez itt még egy uuid
    val description: String = "",
    val parentTopicName : String = "" // Itt már fel lett oldva, ez fog a UI-on megjelenni
)

fun TopicDetails.toTopic(): TopicDto = // Ez egy extension function ami visszaalakítja a UIon megejelenő adatot a REST API által kezelhrtő formára
    TopicDto(
        uid = id,
        topic = topic,
        parentTopic = if (parent == "null") "" else parent,
        description = description,
    )

// A névfeloldott változat kiégszül egy valid mezővel, mivel ez egy szrekeszthető nézethez tartozó modell lesz
fun TopicDto.toTopicUiState(isEntryValid: Boolean = false, parentName: String): TopicUiState =
    TopicUiState(
        topicDetails = this.toTopicDetails(parentName),
        isEntryValid = isEntryValid
    )

// Biztosított függvény az adatok módosítására
fun updateUiState(topicDetails: TopicDetails) {
    topicUiState =
        TopicUiState(topicDetails = topicDetails, isEntryValid = validateInput(topicDetails))
}
```

4.3. kódrészlet. Példa az dto átalakítására a valós UIon használt modellé és egy példa logikát leíró függvényre. Az eredeti dto: 4.2. kódrészlet

A **View** a megjelenítési réteg, a felhasználó ezzel a résszel tud közvetlenül interakcióból lépni. Általános működési elve a következő: amikor a felhasználó az adott képernyőre navigál az ViewModel betölti az adatokat. Ezt követően a felhasználó szabadon végezhet műveleteket rajta. Ahogy a 2.1. ábrán is látható megtekintheti az adott oldalt, esetenként törülheti vagy szerkesztheti az adatokat vagy felvehet újat. Ezeket a funkciókat a megfelelő ViewModel beli függvény meghívásával érhetjük el és valamely felhasználói interakció váltja ki például egy gomb megnyomása.

```
@Composable
private fun NewTopicScreenState(
    viewModel: TopicEntryViewModel, ...      // A használt ViewModel
) {
    ...
    Scaffold(...) { innerPadding ->
        TopicEntryBody(
            topicUiState = viewModel.topicUiState,          // A megjelenítendő UI adat
            onTopicValueChange = viewModel::updateUiState,   // ViewModelben definált függvény paraméterként való átadása
            onSaveClick = {
```

```

        coroutineScope.launch {
            funkció. Szintén a ViewModel függvényét hívja meg
                if (viewModel.saveTopic()) {
                    navigateBack()
                } else {
                    showNotify = true
                    notifyMessage = "Topic with this name already exists"
                }
            },
            modifier = Modifier
                .padding(innerPadding)
                .verticalScroll(rememberScrollState())
                .fillMaxWidth()
        )
    }
}

```

4.4. kódrészlet. Egy a View rétegbe tartozó felület leírásának részlete

Összefoglalva az MVVM tervezési mintát azt lehet mondani, hogy nagyon hatékony használható és önmagában ezzel jelentősen növelhető a kód újrafelhasználhatósága. A mai lehetőségeket kihasználva a Compose Multiplatform területén ViewModelet, dto-kat és Modeleket elegendő egyszer, a commonMain alatt létrehozni és megvalósítani. Az ezekhez tartozó esetleges függvényeket, amennyiben szükség van rá elegendő egy actual/expect párral lecserélni, nálam a kamera és a PDF exportális is így működik. (4.6. kódrészlet) Az **expect/actual tervezési elv** működik minden rétegben, de általában csak a UI és néhány specifikus funkció megvalósítására van szükség a logika megvalósításához. Ilyenkor is elég egy közös ViewModel és a build rendszer behelyesíti a megfelelő függényt a platformnak megfelelően.

```

// Tipikus Android compose alkalmazás. (androidMain)
class MainActivity : ComponentActivity() {
    override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        setContent {
            App()
        }
    }
}

//Kotlin swing alkalmazás. (desktopMain)
fun main() = application {
    Window(
        onCloseRequest = ::exitApplication,
        title = "Exam App",
    ) {
        App()
    }
}

//A hívott közös kód. (commonMain)
@Composable
fun App() {
    MaterialTheme {
        NavigationComponent()
    }
}

```

4.5. kódrészlet. Alkalmazás elindítása

```

//Közös függvény fejléc, lehet alapértelmezett paramétere is.
@Composable
internal expect fun Notify(message: String)

//Android megvalósítás.
@Composable

```

```

internal actual fun Notify(message: String) {
    Toast.makeText(
        LocalContext.current, message, Toast.LENGTH_SHORT
    ).show()
}

//Asztali alkalmazás megvalósítása.
@Composable
internal actual fun Notify(message: String) {
    if (SystemTray.isSupported()) {
        val tray = SystemTray.getSystemTray()
        val image = Toolkit.getDefaultToolkit().createImage("logo.webp")
        val trayIcon = TrayIcon(image, "Desktop Notification")
        tray.add(trayIcon)
        trayIcon.displayMessage("Desktop Notification", message, TrayIcon.MessageType.INFO)
    } else {
        ...
    }
}

```

4.6. kódrészlet. Egyszerűbb példa az expect és actual függvények használatára. Debugolás során használt kódrészlet.

A másik legfontosabb architekturális elem a UiState használata. (4.7. kódrészlet) Ezzel a mintával egyszerűen kezelhető több fajta képernyő ugyan azon az oldalon. A megvalósítása sealed interfések segítségével történik, így a Kotlinban a switch-case szerkezetnek megfeleltethető when használatával egyszerűen válthatunk közöttük. Ebben a mintában gyakran három állapota van a képernyőnek: loading, succes és error.

A hosszú ideig tartó HTTP kérések ideje alatt így egy töltőképernyőt mutathatunk egy látszólag lefagyott vagy hiányos oldal helyett. Az adatok megérkezése után átadhatjuk azokat a Succes képernyőnek, hiba esetén pedig mutathatjuk a hiba képernyőt ahol található valamilyen magyarázat a felhasználó számára, példál "Nem sikerült betölteni a kérőt oladlt mert a hálózat állapota nem megfelelő".

```

sealed interface TopicDetailsScreenState {
    data class Success(val point: TopicDto) : TopicDetailsScreenState
    data object Error : TopicDetailsScreenState{var errorMessage: String = ""}
    data object Loading : TopicDetailsScreenState
}

```

4.7. kódrészlet. UiState megvalóstása

A képernyő állapotát a ViewModelből lehet szabályozni, ahol felveszünk erre egy State-et. A képernyőre navigálás során az alapértelmezett érték a töltés. Az adatok megérkezése után a staten beállítjuk a megfelelő értéket és a View erről kap egy értesítést és lefut a recomposition. Ennek hatására megjelenik az új nézet. (4.8. kódrészlet)

```

var topicDetailsScreenState: TopicDetailsScreenState by mutableStateOf(TopicDetailsScreenState.
    Loading) // State alap loading értékkel
fun getTopic(topicId: String){
    topicDetailsScreenState = TopicDetailsScreenState.Loading // Ha nem lenne beállítva beállí
    tuj a loadingot
    viewModelScope.launch { // Aszinkron hívás környezete, így a loading animációt nem blokkoljuk
        topicDetailsScreenState = try{ // Az eredményen megérkezése után vagy mutatjuk az adatot
            ...
            val result = ApiService.getTopic(topicId)
            ...
            TopicDetailsScreenState.Success(result)
        } catch (e: ApiException) { // ...vagy egy hiba képernyőt
            TopicDetailsScreenState.Error.errorMessage = e.message ?: "Unknown error"
            TopicDetailsScreenState.Error
        }
    }
}

```

4.8. kódrészlet. UiState beállítása

Összefoglalva ezt a mintát: a felhasználót aktívan tudjuk tájékoztatni az program állapotáról. A töltő képernyő miatt tudni fogja, hogy a háttérben tart az adatok betöltése és nem lesz olyan érzése mintha lefagyott volna az alkalmazás. Hiba esetén is tudunk tájékoztatást adni így lehetőséget adunk a felhasználónak, hogyha nála van a hiba (nincs internet) megoldja, vagy esetlegesen tudja jelezni a megadott elérhetőségen, hogy problémát tapasztal a működésben és a megjelenített információ miatt ezt vszonylag pontosan meg tudja tenni. Ezek hatására a felhasználói élmény jelentősen javulni tud.

4.2. Rendszer felépítései, komponensei

Ebben az alfejezetben komponens diagramokon keresztül mutatom be az alaklamzást. Elsőnek adok egy általános nézetet, majd a fontosabb, több tartalommal rendelkező egységeket a kisebb alegységein is bemutatom.

"Az UML komponensdiagramokat az objektumorientált rendszerek fizikai aspektusainak modellezésére használják, amelyek célja a komponensalapú rendszerek vizualizálása, specifikálása és dokumentálása, valamint végrehajtható rendszerek létrehozása előre- és visszafelé történő tervezéssel. A komponensdiagramok lényegében osztálydiagramok, amelyek a rendszer komponenseire összpontosítanak, és gyakran a rendszer statikus implementációs nézetének modellezésére használják." [28]

Ebből az idézetből kiderül, hogy ebben a diagram típusban a fizikai egységek jelennek meg. Ezt érthetjük szó szerint is, például más gépen futó backend és frontend, de akár önálló fordítási egységet is érthetünk alatta. Ilyen önálló egység lehet a bussines logic réteg, .NET környezetben ez egy teljesen általános megoldás, ahol valódi fordítási egységet alkot és önálló DLL jön belőle létre. Hasonló módon foghatjuk fel a Compose Multiplatformban szereplő közös és specifikus kódokat is.

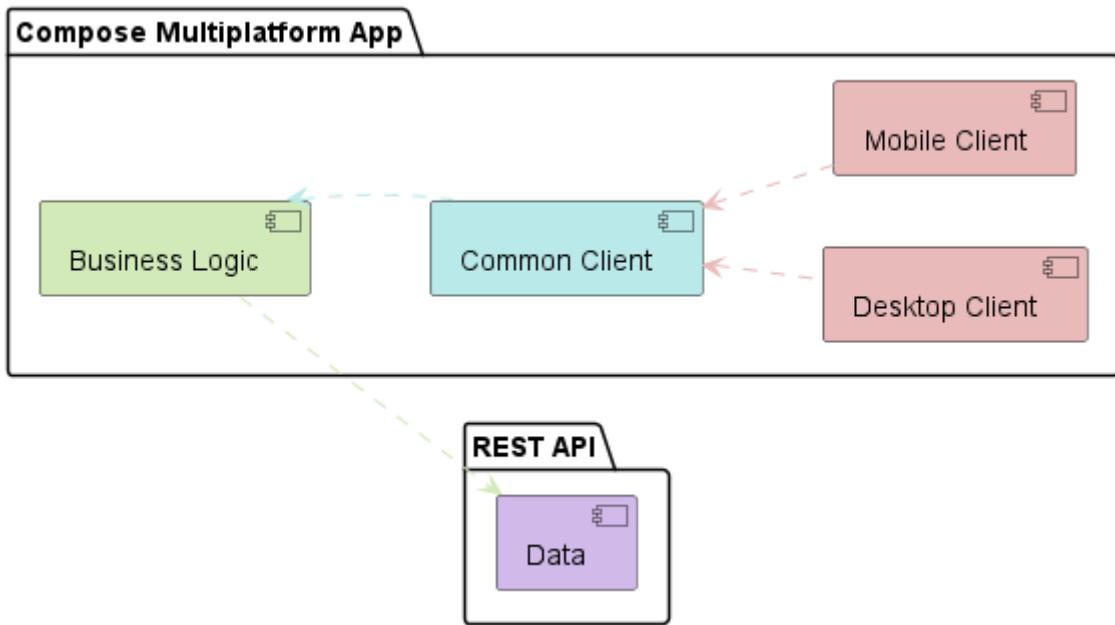
4.2.1. Általános komponensek felépítése

Két fő komponensből áll az alklamazás, a Compose Multiplatform applikációból és az adatokat kiszolgáló REST APIból. (4.3. ábra) Ebben a félévben a klines oldalon volt a hangsúly, ezért a backend részt nem bontom fel további részekre, kezelhetjük egyfajta "*black box*"-ként.

A kliens oldalon a bussines logic komponens kommunikál a backenddel, így függ tőle. Az abban történő változás vagy hiba kihat ennek a komponensnek a működésére. Többek között ebben az egységen találhatóak a ViewModelek és a Servicek közé sorolt funkciók.

A Common Client rész tartalmazza a View réteget. Itt találhatóak a Composable függvényekkel leírt képernyők. Mivel ezeken az elemeken a ViewModelből származó adatok jelennek meg a helyes működés szerint, ezért függ a Business Logictól. Ezáltal tranzitívan függ a backend helyes működésétől is. Ennek a felépítéséről és komponenseiről lesz egy részletesebb ábra.

Megjelnek még az ábrán a Mobile Client és Desktop Client részek is. Ez a két komponens valósítja meg a platform specifikus kód részletek megvalósításáért és a belépési pontok megvalósításáért felel. Itt is érdemes észrevenni, hogy ezek a komponensek függnek a közös kódktól. Ha megváltozik valami benne az minden platform specifikus kódra hatással lesz, ha létrehozunk egy expect függvényt azt minden más komponensben meg kell valósítani. Ezkről nem fogok ebben a fejezetben részletesebben foglalkozni.



4.3. ábra. Átfogó komponens diagram.

4.2.2. Business logic komponensek felépítése

A **bussines logic komponens** összetett és több alkotóelemből épül fel. (4.4. ábra) A ViewModelek önmagukban lehetnek komponensek, akár külön-külön is, de a diagramon egybe tüntetem fel. Ezek a viewModelek függnek a Servicektől.

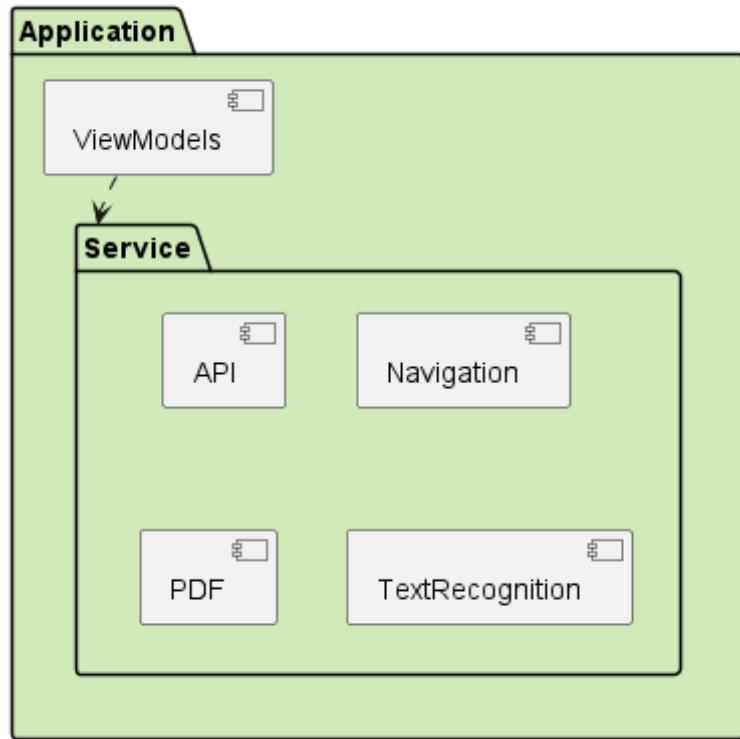
A Serviceek közé tartozik az API kommunikáció, a navigáciért felelős komponens is. A PDF elkészítéséért felelős kódrészek is egy komponensként kezelhető, hasonló módon, mint a szövegfelismerésért felelős funkció is. Az ebben az egységebn levő komponensek nagyrészt nem függnek szorosan más komponensektől, ez alól kivétel a HTTP kommunikáció ami a backendtől függ.

4.2.3. Common Client komponensek felépítése

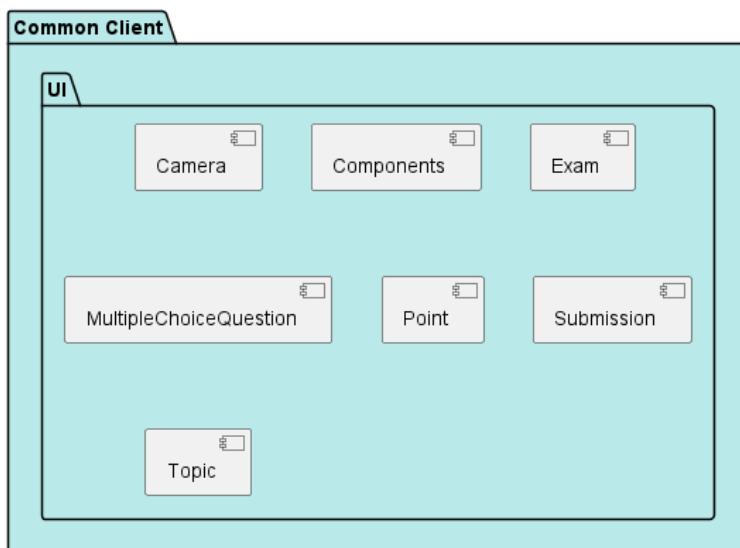
A **common Client komponens** is számos részből épül fel. (4.5. ábra) Ebben a részben találhatóak a képernyőn megjelenő elemek leírásásért felelős részek.

A kisebb komponenseket tartalmazó résztől több másik is függ, ez az ábrán az átláthatóság miatt nem szerepel. Egy-egy ilyen UI komponens egy vagy több viewModelltől is függhet, de egymás között nincs egyéb függőség, így szabadan eltávolíthatóak vagy hozzáadhatóak új nézetek.

Ezektől a komponensektől a tényleges implementációk függnek, így a Mobil és asztali komponens is. Az itt történt bármilyen változás kihatással van a valós implementációra. A közös elemek módosítása megváltoztatja minden platformon a képernyő kinézetét. Ha új expect függvényt veszünk fel, a többi komponenst is külön el kell készítenünk.



4.4. ábra. Business logic komponens diagram.



4.5. ábra. Közös UI komponens diagram.

5. fejezet

Részletes megvalósítás

Ebben a fejezetben a korábban röviden bemutatott építőelemekről adok egy részletsebb leírást. Bemutatom, hogy az én projektemben milyen megoldásokat valósítottam meg a használatukkal. Ahol van értelme diagramokon keresztül mutatom be a működését, ami látványos azt képekkel is illusztrálom. Több kódrészlet is szerepelni fog a fejezetben amiknek célja a kód működésének jobb mégétése.

5.1. Compose

A Composerről korábban már adtam egy átfogó leírást a 3.1.1. alszakaszban, most ebben a részben részlesebben bemutatom az alapaeleveket, használtatát és a keletekező képernyőket.

5.1.1. Compose alapelvezek, használata valós környezetben

Mivel a Compose egy deklaratív UI kit ezért összefoglalnám a legfontosabb részeit. A UI elmeket nem lehet lehet direktben példányosítani, és kódból később elérni és ezen a referencián eresztő módosítani a tulajdonságait. minden egyes elem egy függvényhívást jelent, az állapotát és tulajdonságait pedig ezen belül lehet szabályozni és bállítani egyéb objektumokon és stateken keresztül. Ezeket az állapotokat általában nem a Composable függvénye belül tároljuk hanem egy ViewModelben, mivel az tartósabb. (3.1. ábra) Egy figyelt állapot hatására meghívódik a recomposition, azaz a függvény újra meghívódik és frissíti a UI állapotát. Az általános elv az, hogy egy Composable függvény nagy betűvel kezdődik, és attól lesz egy függvény Composable, hogy elé helyezzük a @Composable annotációt.

Mi is az a recomposition? Röviden valamilyen állapotváltozást követő újra kirajzolódás. Gyakran valamilyen felhasználói interakció váltja ki (gomb megnyomása, görgetés), de a ViewModelből is jöhét ez a változás (megérkezik a kezdeti adat, folyamatosan frissülő információk jönnek), de okozhatja egy animáció is.

A Compose hasznátának van 5 fontos alapszáblya amelyek betartásával nem csak helyes, de gyors és dinamikus frissülő képernyőket tudunk egyszerűen létrehozni.

1. A Composable függvények bármilyen sorrendben végrehajthatók.
2. A Composable függvények párhuzamosan hajthatók végre.

3. A Recomposition kihagyja a lehető legtöbb Composable függvényt és lambdát.
4. A Recomposition optimista, és leállítható menet közben.
5. Egy Composable függvény nagyon gyakran is futhat/ismétlődhet, olyan gyakran is, mint egy animáció minden képkockája.

Pontosan mit is jelentenek ezek a szabályok? Az 1. és 2. pont alapján következik, hogy minden Composable függvény önálló legyen, nem függhet egy másik Composable függvénytől sem. Továbbá fontos, hogy ha ugyan azon stateet változtatják akkor az ne fusson le minden recomposition során, ha ezt nem tartjuk be akkor folyamatosan újra kirajzolódik a képernyő és lefagy az eszköz. A 3. pont értelmezése, hogy csak a szükséges és részek rendelődnek újra, ezzel gyorsítva a folyamatot. Így amennyiben több függvényt is meghívunk egy másikon belül csak azok fognak újra rajzolódni amik függnek a változott állapottól. Előfordulhat, hogy minden szeretnénk újra frissíteni, vagy több függvényt ami nem függ tőle, ehez használhatunk az állapotból függő Launched effectet vagy átadhatjuk az állapotot ezeken a függvényeknek is, és ott sinálhatunk vele egy egyszerű és gyors műveletet. A 4. és 5. pont összefügg, ha új állapot érkezik és nem fejeződött be a recomposition akkor előrről kedzi a folyamatot. Ne itt hajtsunk végre egy hosszú műveletet (HTTP kérések indítása), ez felesleges overheadet jelent mert senki nem állítja le az aszinkron hívást, és nem is tud hova visszaérkezni az adat így feleslegesen használtuk az erőforrásokat mind a két oldalon. Ne állítsunk be egy olyan értéket sem itt amire szükségünk lehet később, mivel nem biztos, hogy eljut a futás addig vagy, lehet, hogy a következő másodpercben már felül lett írva mással.

Az alábbi kód részletben bemutatom, hogy milyen részekből tevődik össze egy Composable függvény.

```
@Composable      // A kötelező annotáció
fun ExamEditResultScreen(    // Függvényparaméterek
    navigateBack: () -> Unit,           // Egy lambda függvény fejléce
    viewModel: ExamEditViewModel,        // ViewModel átadása paraméterként
    modifier: Modifier = Modifier     // Modifier amivel a kinézetet lehet testre szabni.
) {
    val coroutineScope = rememberCoroutineScope()          // Coroutine scope lekérése, így lambda f
    üggvényben használható, mivel annak a törzse nem Composable függvény.
    var showNotify by remember { mutableStateOf(false) }   // Statek amit el lehet tárolni a
    Composable függvényben mivel ezen kívül nincs használva.
    var notifyMessage by remember { mutableStateOf("") }    // Statek amit el lehet tárolni a
    Composable függvényben mivel ezen kívül nincs használva.
    if (showNotify) { Notify(notifyMessage); showNotify = false} // Állapotból függő megjelenítés
    Scaffold(    // Beépített Composable elem amivel egy általános Android nézetet könnyen létre lehet
        hozni.
        topBar = { TopAppBarContent(stringResource(Res.string.exam_edit), navigateBack) }, // Itt
        egy topBart lehet könnyen megadni.
    ){innerPadding ->    // Ez a belső része a képernyőnek, a fő része az alkalmazásnak.
        ExamEntryBody(    // Egy másik Composable elem meghívása, ami a megjelnésért felel.
            examUiState = viewModel.examUiState,           // Szüksége van viewModelben lévő statere
            onExamValueChange = viewModel::updateUiState,   // Nevesített függvényt így lehet átadni
            egy lambda függvénynek
            onSaveClick = {    // Lambda függvényt helyben is megadhatunk
                coroutineScope.launch { // Itt látható egy példa a trailing lambda használatára
                    if(viewModel.updateExam()){ navigateBack() }    // If-else szerkezet is nyugodtan
                használhatunk. Siker esetén visszanavigál
                    else{    // Egyékként a sikertelenséget közli a felhasználóval
                        showNotify = true
                        notifyMessage = "Exam with this name already exists"
                    }
                }
            },
            modifier = modifier.padding(innerPadding))}}
}
```

5.1. kód részlet. Composable függvény részei.

5.1.2. Alkalmazás bemutatása képernyőképekkel

Ebben az alfejezetben bemutatom az elkészült képernyőket és a hozzájuk tartozó érdekes részeket, megoldásokat.

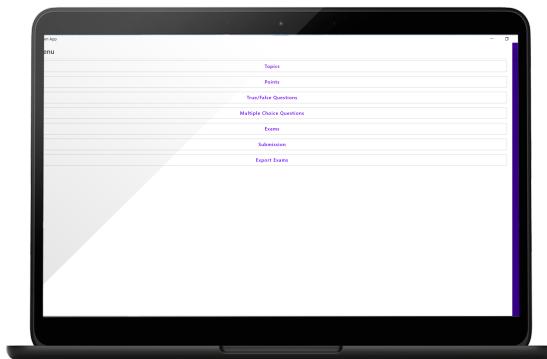
5.1.2.1. A fő képernyők

A két alkalmazás típusra más-más a felhasználói igény. Androidon, ahol általában egy álló képernyő van (5.2. ábra jobb oldal) és a telefont a jobb alsó sarokban fogjuk meg nem esik kézre a fent bekapcsolható menü (bár oldalra húzással is előhozható). Asztali alkalmazás estén viszont jobban mutat ez a megoláds, és egy nagyobb képernyő ahol a kiválasztott funkció képernyője meg tud jelenni. (5.2. ábra bal oldal és 5.1. ábra) Későbbiekben a navigálásban is segít, így könnyebb képernyőt váltani, a fenti vissza gomb használata kevésbé kényelmes, mint Androidon egy gyos mozdulat a telefon alján, ahol a kenzünkkel tartjuk azt.

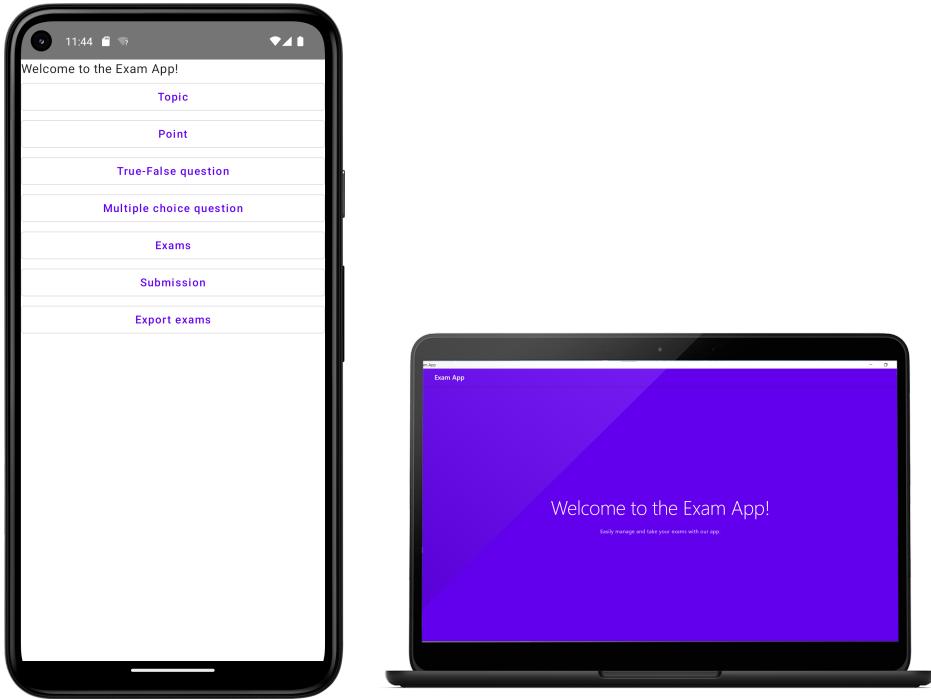
Ennek megfelelőn a MainScreen függvény a közös kódban egy expect függvény és így minden platformra az oda illő actual implementációt tudjuk megírni és alkalmazni. Végül más megoldást választottam a navigációhoz, így az asztali alkalmazásnál a szintén expect/actual NavHost létrehozáskor nem kapnak értéket a függvények.

```
@Composable
expect fun MainScreen(
    navigateToTopicList: () -> Unit = {},
    navigateToPointList: () -> Unit = {},
    navigateToTrueFalseQuestionList: () -> Unit = {},
    navigateToMultipleChoiceQuestionList: () -> Unit = {},
    navigateToExamList: () -> Unit = {},
    navigateToExportExamList: () -> Unit = {},
    navigateToSubmission: () -> Unit = {},
    onSignOut: () -> Unit = {},
)
```

5.2. kód részlet. Expect Főképernyő.



5.1. ábra. Kinyitott menüsáv kinézete az asztali alkalmazáson



5.2. ábra. A fő képernyő Android és asztali alkalmazáson

5.1.2.2. Elemek listázása

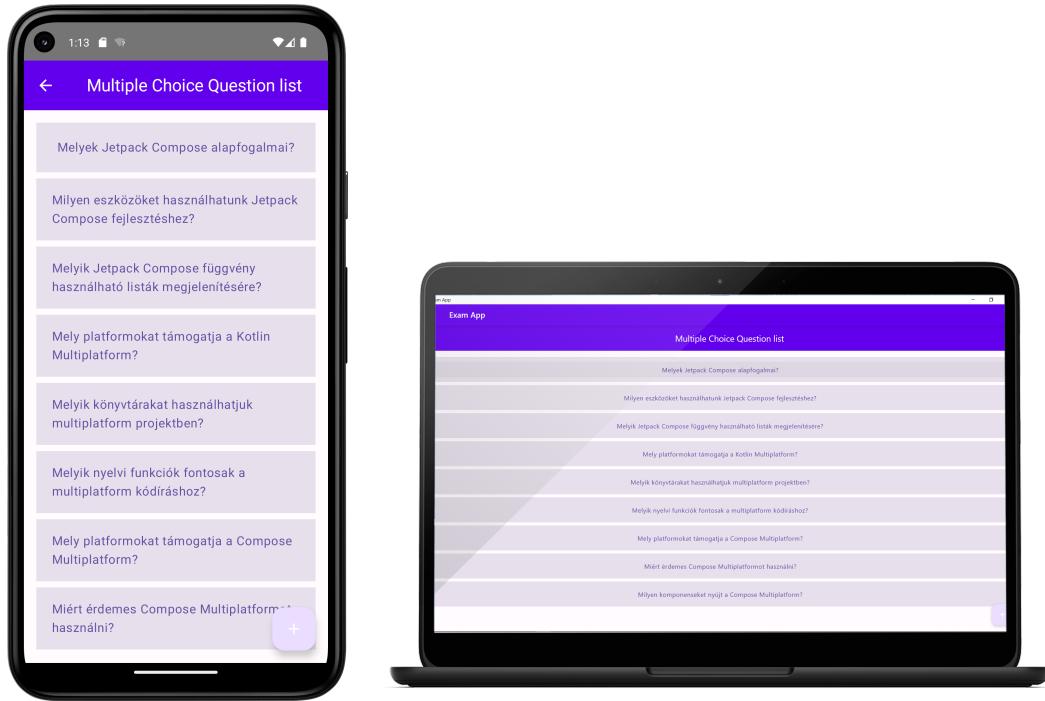
Az elemek felsorolásáért egy LazyColumn felel. (5.3. kódrészlet) Ez egy előre létrehozott, beépített Composable függvény. Több hasznos tulajdonsággal rendelkezik. Alapértelmezett módon görgethetővé válik, ha több elem van benne, mint amennyi kifér egy képernyőre. (5.3. ábra) Alkalmas nagyon sok, akár végtelen elem megjelenítésére, bár ehhez szükség van az adtaok ügyes betöltésére is. Mindig csak annyi elemet renderel ki amennyi éppen szükséges, látszódik. Előtte és utána van egy kis tartalék puffer, így görgetés esetén nem kell várni az új adtaok betöltésére. Az elemek testre is szabhatók benne, tökéltes alaklmaási területe lehet egy chat alkalmazás, ahol az elemeket az üzenet küldője alapján lehet színezni.

Ezen a képernyőn is a Scaffold megoldást választottam így kényelemesen elfér egy navigációs sáv és egy Floating Action Button az új elemek felvételéhez. Ezekben túl több korábban is bemutatott elem megjelenik ebben a kódrészletben is. Ahogy látszik az alábbi kódrészletben is, attól függően lehet elemeket beállítani, hogy milyen feltételhet kötjük az elemek megjelnítését.

```
@Composable
fun MultipleChoiceQuestionListResultScreen(
    ...
) {
    Scaffold(
        topBar = { TopAppBarContent(stringResource(Res.string.multiple_choice_question_list),
            navigateBack) },
        floatingActionButton = {
            FloatingActionButton(
                onClick = { addNewQuestion() }, ...
            ) {Icon(Icons.Filled.Add, contentDescription = "Add") }
        }
    ) { padding ->
        LazyColumn(
            contentPadding = padding,
            ...
        )
    }
}
```

```
) {  
    if (questions.isEmpty()) {  
        item { Box(modifier = Modifier ...) { Text(...) } }  
    } else {  
        items(questions) { question ->  
            TextButton(  
                onClick = { navigateToMultipleChoiceQuestionDetails(question.uuid) },  
                modifier = Modifier ...  
            ) {  
                Text(text = question.name, ...)  
            }  
        }  
    }  
}
```

5.3. kódrészlet. Listázó képernyő.



5.3. ábra. A fő képernyő Android és asztali alkalmazáson

5.1.2.3. Részletes nézet

A részletes oldalak általában csak az összes adatot felsorolják és mutatják meg a felhasználónak. Ezen kívül tartalmaznak egy törlés opciót ami egy megerősítő ablakot dob fel, mivel a törlés az végeleges. Továbbá innen mehetünk át a szerkesztő oldalra is.

A 5.4. ábra egy érdekesebb megoldást mutat be. Az oldal tetején a szokásos navigációs sávon kívül elhelyezkedik egy a kérdések közötti keresést segítő rész. Szűrhetünk kérdéstípusokra, ezt a csúszka segítségével tehetjük meg, ez egyúttal át is színezi azt a könnyebb megkülönböztethetőség kedvéért. Ezen kívül szűrhetünk témaakra is. Az utolsó dropdown menü segítségével választhatunk ki egy kérdést amit a gombbal hozzá adhatunk a listához.

A lista része szintén LazyColumn alapú, itt a kérdések típusa alapján vannak színezve az elemek. A kérdésekre kattintva lenyílnak és megnézhetjük a legfontosabb adataikat, és innen is lehet törölni a kérdéseket a listából. Ezzel csak a számonkérésből törlődnek, nem a teljes adatbázisból. Hosszan lenyomva az elemet elhízhatjuk felfelé és lefelé ezzel szabadon átrendezhetjük az kérdések sorrendjét.

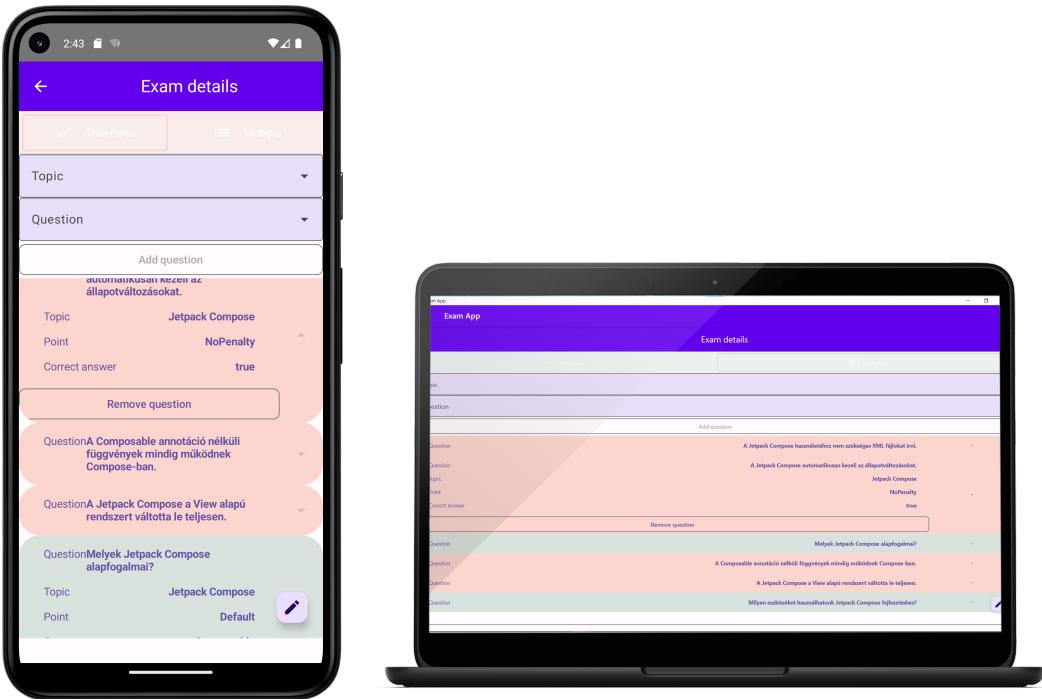
```

fun ExpandableQuestionItem(...){
    var expandedState by remember { mutableStateOf(false) }
    val rotationState by animateFloatAsState(
        targetValue = if (expandedState) 180f else 0f, label = ""
    )
    val coroutineScope = rememberCoroutineScope()
    Card(
        modifier = Modifier.fillMaxWidth()
            .animateContentSize(
                animationSpec = tween(
                    durationMillis = 300,
                    easing = LinearOutSlowInEasing)),
        onClick = { expandedState = !expandedState}
    ) {
        Row(modifier = Modifier.background(if(question.typeOrdinal == Type.trueFalseQuestion.ordinal)
            PaleDogwood else Green)) {
            Column(...) {
                when (question.typeOrdinal) {
                    Type.trueFalseQuestion.ordinal -> {
                        val trueFalseQuestion = question as TrueFalseQuestionDto
                        if (expandedState) {
                            TrueFalseQuestionDetails(
                                trueFalseQuestion = trueFalseQuestion.toTrueFalseQuestionDetails(...),
                                modifier = Modifier.fillMaxWidth(),
                                colors = CardDefaults.cardColors(
                                    containerColor = PaleDogwood,
                                    contentColor = Purple40
                                )
                            )
                            RemoveButton(coroutineScope, examViewModel, question)
                        } else {
                            CollapsedQuestion(
                                question = trueFalseQuestion.question,
                                containerColor = PaleDogwood, contentColor = Purple40
                            )}}
                    Type.multipleChoiceQuestion.ordinal -> {...}
                }
                IconButton(modifier = Modifier.weight(1f).alpha(0.2f).rotate(rotationState),
                    onClick = {expandedState = !expandedState}) {
                    Icon(
                        imageVector = Icons.Default.ArrowDropDown,
                        contentDescription = "Drop-Down Arrow"
                    )
                }
            }
        }
    }
}

```

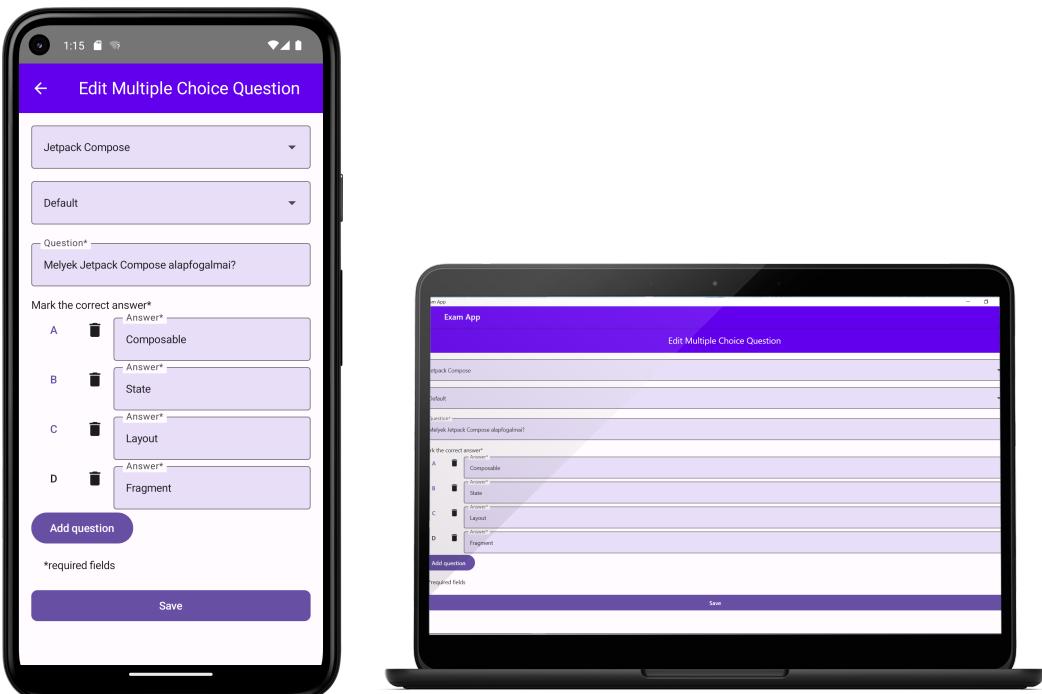
5.4. kódrészlet. Kinyitható kérdés megvalósítása.

A fenti kódrészletben sok érdekes megoldás látható. Az elején felveszünk több State-t, de ezek közül a második a legizgalomsabb. Ez a State lesz az egyik fontos eleme az animációnak. Felhasználjuk benne az első Statet aminek az állapota a kérdésre kattintáskot változik, és ennek az értéktől függően (nyitott vagy csukott) változtatjuk az animációhoz tartozó értéket. A Card Composable elemen használjuk az animációt, ezt az animateContentSize segítségével tehetjük meg. Vannak más fajta animációk is, mindegyik testreszabható és sajátok is létrehozhatóak. Ez esetben egy tween animációt használunk ami 0.3 másodperc alatt az összecsukott állapotról egy nyitott állapotra áll át. Attól változik meg az elem és játszódik le az animáció, hogy rákattintunk a kérdésre. Mivel a Cardon az animateContentSizeet használtuk ezért amikor az expandedState megváltozik akkor a CollapsedQuestion helyett a recomposition után a TrueFalseQuestionDetails kell megjeleníteni ez méretváltozással jár, ezt követi le az animáció ezáltal nem hirtelen ugrik egyet a képrenyő, hanem lekövethető módon változik meg. A rotationState pedig az ArrowDropDown elem animálásban játszik szerepet, így az ikont el tudjuk forgatni 180 fokkal, ehhez a Modifierhez tartozó rotate(Int) extension functiont tudjuk használni.



5.4. ábra. Egy érdekesebb részletes képernyő, a vizsgák összeállításához tartozik.

5.1.2.4. Szerekészítő nézet



5.5. ábra. Egy érdekesebb szerkesztő képernyő, a feleltválasztós kérdések létrehozásához.

A szerkesztő nézetben lehet módosítani minden adott (kivéve a feladatsorhoz tartozó kérdéseket, amit az előző alfejezetben mutattam be). Itt sok féle elem megtalálható;

szöveges bevuteli mezők, dropdown menü, a pontok esetében pedig numerikus beviteli mezők.

A feleletválasztós kérdéseknél (5.5. ábra) van egy sepcialis elem, ami a a kérdések megadásához készült. Tartalmaz egy TextButont, ami a válasz sorszáma, egy ImageButon a válsz törléséhez és egy szöveges beviteli mező a válasz megadásához. Tetszőleges opció megadható, itt viszont egy egyszerű Column mellett döntöttem és egy for ciklus segítségével rajzolom ki az elemeket.

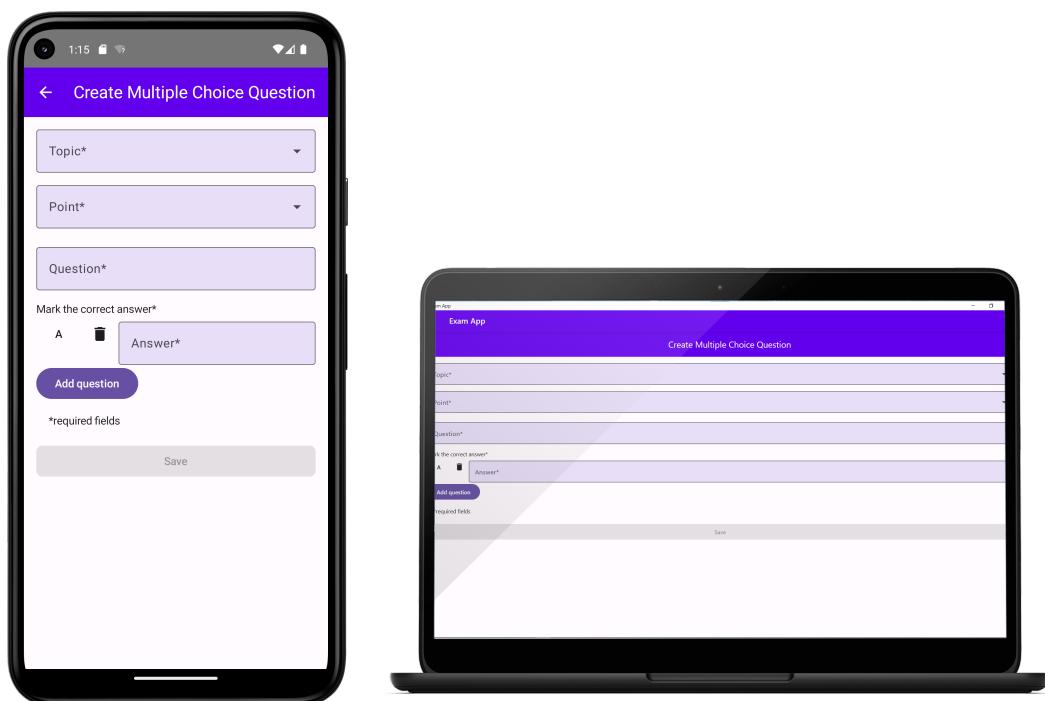
```
@Composable
fun ExamInputForm(
    enabled: Boolean = true,
    entryViewModel: ExamEntryViewModel = viewModel { ExamEntryViewModel() },
    topicListViewModel: TopicListViewModel = viewModel { TopicListViewModel() },
) {
    val coroutineScope = rememberCoroutineScope()
    Column(...) {
        OutlinedTextField(
            value = examDetails.name,
            onValueChange = { onValueChange(examDetails.copy(name = it)) },
            enabled = enabled,
            ...
        )
        DropDownList(
            name = stringResource(Res.string.exam),
            items = topicListViewModel.topicListUiState.topicList.map{it.topic}.filterNot{ it == examDetails.topicName },
            onChoose = {topic ->
                coroutineScope.launch{
                    onValueChange(examDetails.copy(topicId = entryViewModel.getTopicIdByTopic(topic)))
                }
            },
            default = examDetails.topicName,
            modifier = Modifier.fillMaxWidth(),
        )
        if (enabled) {
            Text(
                text = stringResource(Res.string.required_fields),
                modifier = Modifier.padding(start = 16.dp)
            )
        }
    }
}
```

5.5. kódrészlet. Szerkesztő nézet kódja.

A fenti kódrészletben megfigyelhetjük a ViewModelek átadását a Composable függvények. Esetenként többre is szükseg lehet, itt például az examEntry és a topicList ViewModelekre is szükség van, mivel a dropdown listában a témakört ki kell választani a feladatsorhoz. A dropdown menü kódjában kihasználtam a kotlin funkcionális programozást segítő kódját, ezzel kigyűjtöttem a témakörök listájából azokat amik nem egyeznek meg a jelenleg kiválasztottal. A hosszabb ideig tartó műveleteket egy coroutineScopeban valósítáttam meg egy másik lambda függvényben, így a UI nem blokkolódik le közben. A mentés gomb le van tiltva, ha hiányzik egy kötelező mező vagy ha ez egyedi mezőkben ütközés van a felhasználó kap egy értesítést és a gomb is letiltódik amíg nem változtat az értéken.

5.1.2.5. Új elem létrehozása

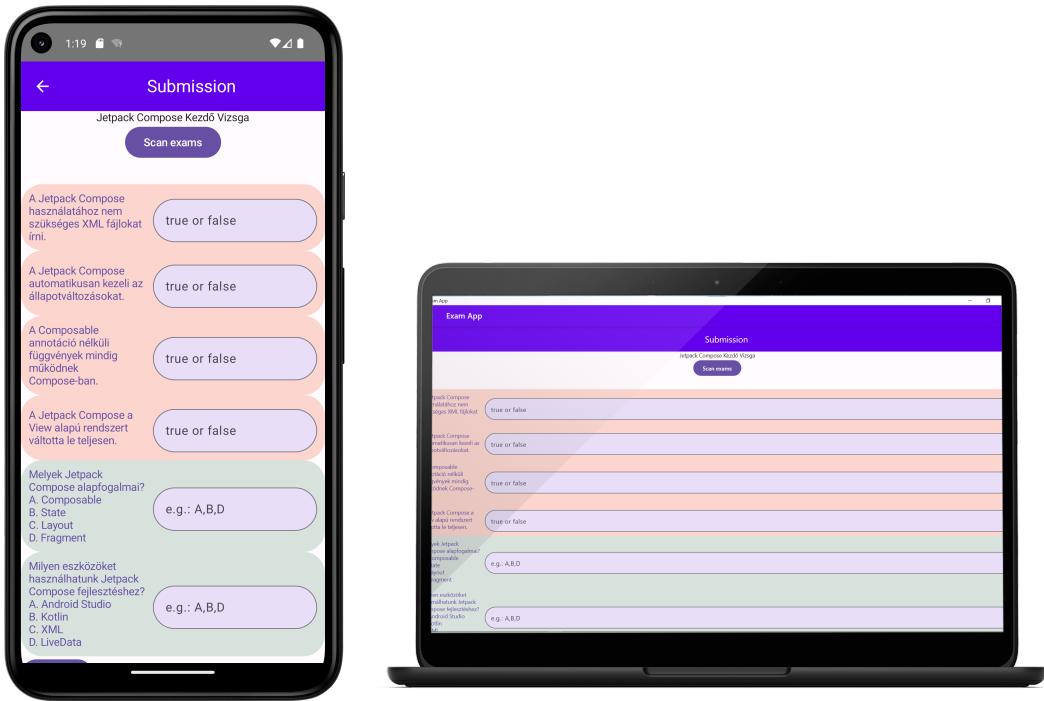
Ez a nézet lényegében megegyezik a szerkesztő nézettel. Egy jó szoftver arról ismerszik meg, hogy a lehető legtöbb helyen újra felhasználja a már meglévő kódot anélkül, hogy annak a kódját lényegesen meg kelljen változtatnia. Ebben az esetben már terevezés során megszületett a dönés. Egész pontosan van egy Body része az új elem felvételének ami vár paramétereket egy UiStateet, amiben az adott elem adatai kerülnek. Az alapértéki úgy vannak megválasztva, hogy az üres hatást keltsen, de ha már léteznek akkor a szerkesztő nézetet kapjuk, az új létrehozása helyett. Ehhez szükség van külön ViewModelre és kevés Composable függvény megírására is, de ez jelentősen kevesebb, mint az egész kód újraírása. Ezzel a kód karbantarhatósága is növekszik.



5.6. ábra. Új feleletválasztós kérdés létrehozása.

5.1.2.6. Ellenőrző képernyő

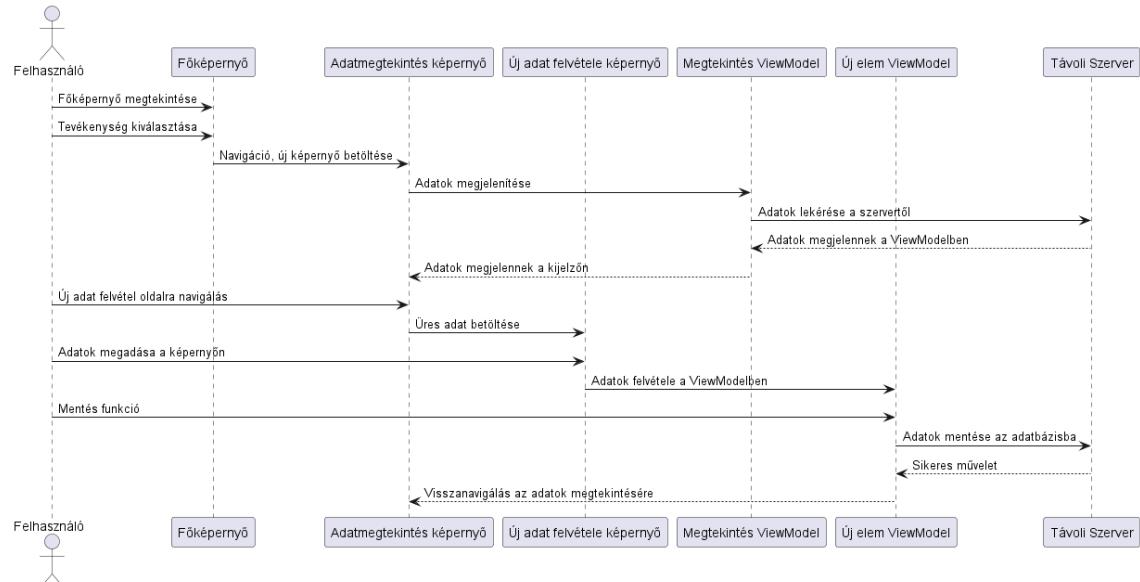
Az ellenőrző képernyőn a kérdések vannak felsorolva, a szokásos színkódolással. Olvasható a teljes szöveg és a válaszok is a feleletválasztós kérdésknél. A válasz formátuma látható kitöltés előtt, így a felhasználó tudja, hogy milyen formátumban van elvárva a válasz. A fenti Scan Exam gomb Android eszközön megnyit egy kamera nézetet ami segítségével pár gyors mozdulattal be tudjuk olvasni a válaszokat így nem kell kézzel begépelni azt. Ha valamit nem vagy rosszul detektált a mesterséges intelligencia akkor természetesen az oldalon ezek javíthatóak. A lap alján található egy gomb ami segítségével ki lehet értékelni a válaszkat, ez a backend oldalon történik meg, majd az eredményt visszaküldi és a felhasználó megtekintheti az elérte pontszámot és a százalékos értéket.



5.7. ábra. Új feleletvasztós kérdés létrehozása.

5.1.3. Szekevencia diagram egy átlagos interakcióra

Végezetül szeretnénk bemutatni egy szekevencia diagramot amin keresztül mégerthető, hogy a felhasználó, az alkalmazás és a háttérben futó szerver milyen kapcsolatbanállnak egymással.



5.8. ábra. Szekvencia diagram az end-to-end kommunikációról

5.2. Navigáció

A szoftverben az Androidból jól ismert navigációs könyvtárat használtam. Szerencsére már jól integrálható multiplatform környezetben. A 3.1.1.3. alalszakaszban erről már felületesen bemutattam. Az ebben a fejezetben bemutatott implementációs lépésekkel most részletesebben bemutatom.

Az első lépés kifejezetten egyszerű. Létre kell hozni egy a végpontokat összefogó sealed class-t, érdemes ennek egy route String típusú változót. Ezt leginkább a böngészőben is megjelenő routinghoz hasonlít. A sealed classból leszármaztathunk data objekteket. Ez egy viszonylag egyedi felhasználás. Itt az object egy singleton minta, mivel ebből az osztályból egy keletekezik összesen a program futása során. A data keyword pedig létrehoz hasznos metódusokat az adateléréshez. Tudunk megadni a leszármaztatott osztályokban egyéb paramétereket így például tudunk egyes elemekre kulcsot adni amit ennek felhasználásával tudjuk a konkrét példányt lekérdeni az adatbázisból.

```
sealed class ExamDestination(val route: String) {
    data object LoginScreenDestination : ExamDestination("LoginScreen")

    data object TopicDetailsDestination : ExamDestination("TopicDetails") {
        const val topicIdArg = "0"
        val routeWithArgs = "$route/{$topicIdArg}"
    }
}
```

5.6. kódrészlet. Példa a végpontok felvételére.

A másik lépésben a NavHostControllert kell létrehozni. Ezt a rememberNavController() meghívásával tudjuk megenni egy Composable függvény törzsén belül. Ezt követően szükség lesz NavHost létrehozására ami egy Composablefüggvény. Ennek lehet átadni az előbb létrehozott NavHostControllert, és be kell állítani egy kezeti végpontot ami az első composition során fog megjelenni.

A lenti példában látható az, hogy milyen módon lehet a NavHoston belül feleveníni és használni a végpontokat. Számos paraméter megadható, de ezek közül csak a route kötelező. Megadhatók egyéb argumentumok, amiket az egyik képernyőről a másiknak szereznénk átadani navArgumentek formájában. Ezzel lehet például az egyedi azaonsírokat átadni a lista nézetről a részletes nézetnek. Ezt követően az utolsó kötelező elem megadása a content, aminek a típusa: @Composable AnimatedContentScope.(NavBackStackEntry). Ebből két dolog következik, ez egy Composable scope, így hívhatunk Composable függvényeket innen és, hogy hozzáférünk a BacstackEntryre tett adtaokat így például az argumentumokat. Szintén ebben a lambda scopeban hozzáférünk a navControllerhez amivel a navigációt megvalósító függvényeket tudjuk átadni a Viewnak.

```
composable(
    route = ExamDestination.TopicDetailsDestination.routeWithArgs,
    arguments = listOf(navArgument(ExamDestination.TopicDetailsDestination.topicIdArg) {
        type = NavType.StringType
    })
) {
    val id = it.arguments?.getString(ExamDestination.TopicDetailsDestination.topicIdArg) ?: "0"
    TopicDetailsScreen(
        navigateToEditTopic = { navController.navigate("${ExamDestination.TopicEditDestination.route}/{$id}") },
        topicId = id,
        navigateBack = { navController.popBackStack() }
    )
}
```

5.7. kódrészlet. Példa egy végpont felvételére a navigációs gráfban.

A viewban, azaz a Composable függvényben a 5.7. kódrészletben megírt függvényt tudjuk meghívni.

```
fun TopicDetailsScreenState(
    navigateToEditPoint: (String) -> Unit,
    navigateBack: () -> Unit,
    ...
){
    Scaffold(
        topBar = { TopAppBarContent(stringResource(Res.string.topic_details), navigateBack) },
        floatingActionButton = {
            FloatingActionButton(
                onClick = { navigateToEditPoint(topic.uuid) },
                shape = MaterialTheme.shapes.medium,
                modifier = Modifier.padding(20.dp)
            )
        }
    )
}
```

5.8. kódrészlet. A navigáció viewban való megjelenése.

5.3. ViewModel

A ViewModelmel korábban a 3.1.1.2. alalszakasz és a 4.1. szakasz részekben már foglalkoztam. Ebben a részben egy megvalósításával fogok foglalkozni.

```
class TopicDetailsViewModel(
    var topicId: String,
) : ViewModel() {

    var topicDetailsScreenState: TopicDetailsScreenState by mutableStateOf(
        TopicDetailsScreenState.Loading)
    var uiState by mutableStateOf(TopicDetailsUiState())

    init { getTopic(topicId) }

    fun setId(id: String){ topicId = id; getTopic(id) }

    fun getTopic(topicId: String){
        topicDetailsScreenState = TopicDetailsScreenState.Loading
        viewModelScope.launch {
            topicDetailsScreenState = try{
                val result = ApiService.getTopic(topicId)
                uiState = TopicDetailsUiState(result.toTopicDetails(
                    parentId =
                    if (result.parentTopic == "null") ""
                    else ApiService.getTopic(result.parentTopic).topic
                ))
                TopicDetailsScreenState.Success(result)
            } catch (e: ApiException) {
                TopicDetailsScreenState.Error.errorMessage = e.message?: "Unknown error"
                TopicDetailsScreenState.Error
            }
        }
    }

    suspend fun deleteTopic() {
        try { ApiService.deleteTopic(topicId)}
        catch (e: ApiException) {
            TopicDetailsScreenState.Error.errorMessage = e.message?: "Unknown error"
            topicDetailsScreenState = TopicDetailsScreenState.Error
        }
    }
}
```

5.9. kódrészlet. ViewModel implementációja.

A 5.9. kódrészleten keresztül bemutatom a legfontosabb elemeket. Az viewmodel osztály az általános Android ViewModel osztályból származik le. Ez teszi lehetővé többek között a ViewModelScope használatát. A szokásos módon adhatunk paramétereket, ebben az esetben így adjuk át az Id-t amivel a REST API-n keresztül tudjuk elérni a kívánt téma kört.

Érdemes az osztály elején felvenni az állapotokat. Ilyen Statekben tárolom a képernyő állapotát és a képernyőn megjelenő adatot is. Ezeket a megfelelő kezdőértékkel létrehozva használhatjuk őket. Lehetne MutableStateFlow is immutábilis Stateet használni egy másik megoldásként.

Az init blokk egyszer hívódik meg, az objektum létrehozása során a konstruktor után, ebből lehet több blokk is amik a leírt sorrendben hívódnak meg, későbbi init blokkban használhatjuk a korábbi értékekkel. Most itt egy aszinkron művelet eredményeként kapjuk meg az adatot. Ezen kívül egy másik inicializációs elem a setId függvény, erre akkor van szükség amikor egy specifikus elemet akarunk megjeleníteni.

Az init blokkban nem tudunk tényleges aszinkron függvényeket hívni, ezért szükséges a töltőképernyő amíg az adatok megérkeznek. A getTopic függvény kezeli le ezt a részt. Első lépés a töltőképernyő beállítása. Ezt követően kihasználjuk a viewModelScope-t, ahol végrehajthatunk hosszabb műveletet anélkül, hogy a UI szál lefagyjon addig. Itt megvárjuk amíg a REST API visszaküldi az adatokat, siker esetén a Success képernyőt állítjuk be a stateben, hiba esetén erről adunk tájékoztatást.

Egyéb függvények megadhatók aszinkron módon, mint a törlés például, ezt nem kell megvárunk.

5.4. HTTP kliens

Ebben a részben a HTTP kliens működését mutatom be.

```
object ApiService {
    private val httpClient = HttpClient() {
        install(ContentNegotiation) {
            json(Json {
                ignoreUnknownKeys = true
                prettyPrint = true
            })
        }
        defaultRequest { url("http://mlaci.sch.bme.hu:46258") /* Set the base URL */ }
    }

    suspend fun getPoint(id: String): PointDto {
        val response = httpClient.get("/point/$id")
        if (response.status == HttpStatusCode.OK) return response.body()
        throw ApiException(handleHttpException(response.status))
    }

    suspend fun postPoint(point: PointDto): PointDto? {
        val response = httpClient.post("/point") {
            contentType(ContentType.Application.Json)
            setBody(point)
        }
        if (response.status == HttpStatusCode.Created) return response.body()
        throw ApiException(handleHttpException(response.status))
    }
}
```

5.10. kódrészlet. HTTP kliens.

A 5.10. kódrészletben egy kis rész látható a komunikáció működéséről. Egy objectben valósítom meg, így csak példány készül belőle. Létrehozok benne egy HttpClientet aminek beállítom a tartalom típusát JSONre, és az alapértelmezett URL is beállításra kerül. Az endpointokban megadott részek ehhez lesznek hozzáfűzve így kevsebb kódot kell írnis kevesebb hibázási lehetőség van.

Ezek alatt aszinkron suspend függvények találhatóak. Mind a GET, POST, PUT és DELETE műveletekre vannak, de a GETen és a POSTon keresztül a lényeges részeket be lehet mutatni. A függvények kaphatnak paramétereket, a GET esetén egy stringet ami a UUID értékét tartalmazza. A visszatérési értéke pedig egy adott típusú dto lesz. A kérést a baseURL + megadott útvonalra továbbítja a Ktor. Ezt a stinget lehet paraméterezni is, például az idval. A válaszban megkapjuk a státszkódot és a válasz törzsében siker esetén a kért objektumot, amit a KotlinX szerilizáció állít elő a JSON adatból amit ténylegesen kapunk. Hiba esetén a felhasználónak adunk erről visszajelzést egy saját kivételest általánosan segítségével, 200 OK válasz esetére pedig átadjuk az elkészült adatot. A listázás és a törlés ehhez hasonlómódon történik.

Az alsó függvény az új adat létrehozását mutatja be, lényegében a módosítás is szinte pont így történik, csak ott a PUT metódost kell hívni és a Created státszkódot várjuk helyes visszatérés esetén. Itt paraméterek az objektumot kapjuk, amit a post üzenet törzsében állítunk be, itt történik meg a JSON szerilizáció, de most se kellezzel foglalkozni külön elég, ha az adat típusát megadjuk. Innentől minden ugyan úgy történik, mint a többi esetben.

5.5. PDF exportáló funkció

A feladatsor PDFbe exportálása más módon zajlik a két platformon. Alapvetően hasznlanműködnek. Be kell állítani a megfelelő betűtípusokat, oldalméreteket, szövegméretet és hasonló egyéb változókat.

Ezt követően float értékek segítségével lehet pozicionálni a kiírandó szövegeket. Táblázatokat nem lehet rajzolni, de egyéb geometriai elemeket, így vonalat igen, ezekből elkezelhető egy táblázat is. Csak alacsony szintű támogatása van az APIknak, így ugyan minden elkezelhető, de nagyon időigényes. Ahhoz, hogy egy jól kinéző dokumentum készüljön nagyon sok időt kell beletenni a megvalósításba. PDF szerkesztésére és létrehozására így tehát nem ezek a legtökéletesebb megoldások.

5.6. Szöveg felismerés

A Szövegfelismeréshez a Google ML-Kit megoldását választottam. Sok előre elkészített egyszerű AI modellt tartalmaz amit könynen lehet a kódban hasznosítani. A használatát a 5.11. kódrészlet mutatja be. A teljes kód látható egyben, mivel tömören és hatékonyan megoldható a probléma. Ez a funkció Android eszözökön támogatott, asztali eszözökön nagyon furcsa lenne a használata.

Az osztály leszármazik a ImageAnalysis.Analyzer, így lehet képeket feldolgozó kódot létrehozni. Be kell állítani az alapértékeket amikkel majd tud dolgozni az AI. Ezt követően meg kell írni az egyetlen függvényt amit overrideolni kell, itt tölténik a kép feldolgozása, paramétere egy ImageProxy. A szükséges hibakezelés után egy háttérszalon végrejthetők a szöveg megkeresése és felismerése a képen. A szöveget ezt követően átadja a kód egy másik függvények, amit paraméterben adtunk meg, így tudjuk kinyerni az értékes adatokat.

Ez a kód amíg az adott nézeten vagyunk végtelen ideig fut, ezért szükség van egy kis késleltetésre, ezzel elkerülve a felesleges hardver használatot.

```
actual class TextRecognitionAnalyzer actual constructor(
    private val onDetectedTextUpdated: (String) -> Unit
) : ImageAnalysis.Analyzer {

    actual companion object {
        const val THROTTLE_TIMEOUT_MS = 1_000L
    }

    private val scope: CoroutineScope = CoroutineScope(Dispatchers.IO + SupervisorJob())
    private val textRecognizer: TextRecognizer =
        TextRecognition.getClient(TextRecognizerOptions.DEFAULT_OPTIONS)

    @OptIn(ExperimentalGetImage::class)
    override fun analyze(imageProxy: ImageProxy) {
        scope.launch {
            val mediaImage: Image = imageProxy.image ?: run { imageProxy.close(); return@launch }
            val inputImage: InputImage =
                InputImage.fromMediaImage(mediaImage, imageProxy.imageInfo.rotationDegrees)

            suspendCoroutine { continuation ->
                textRecognizer.process(inputImage)
                    .addOnSuccessListener { visionText: Text ->
                        val detectedText: String = visionText.text
                        if (detectedText.isNotBlank()) {
                            onDetectedTextUpdated(detectedText)
                        }
                    }
                    .addOnCompleteListener {
                        continuation.resume(Unit)
                    }
            }
            delay(THROTTLE_TIMEOUT_MS)
        }.invokeOnCompletion { exception ->
            exception?.printStackTrace()
            imageProxy.close()
        }
    }
}
```

5.11. kódrészlet. Szövegfelismerés.

6. fejezet

Továbbfejlesztési lehetőségek

Az alkalmazást számos területen lehet még fejleszteni. Rengeteg kihasználatlan lehetőség rejlik még benne. Ebben a fejezetben szeretném bemutatni mindeneket, ami a fejlesztés közben eszembe jutott, de ebbe a dolgozatba tartalmilag nem fért bele.

A megjelenítés tekintetében sokat lehetne még fejleszteni. Lehetőséget lehetne biztosítani a felhasználó számára, hogy testreszabja az alkalmazás színvilágát és megjelenését. Több komponens is van, amelynek más megjelenést adva szebbé lehetne tenni az alkalmazást, mindezt úgy, hogy a funkcionálitás megmaradjon.

Az alkalmazást ki lehetne bővíteni más platformokra, például iOS eszközökre, illetve a webre is. A webes technológia jelenleg még elég bizonytalan, alpha verzióban van, de már most érdemes lehet elkezdeni kísérletezni vele. A másik népszerű operációs rendszerre, az iOS-re, sajnos csak Mac eszközön lehet fejleszteni, pontosabban a szoftvert lefordítani és egy emulátort vagy szimulátort futtatni. Ennek beszerzése vagy hozzáférése után érdekes lehetőség lehetne a Compose Multiplatform ezen részének a kipróbálása is.

Felhasználók és intézmények létrehozása biztosítaná, hogy egymástól elkülönítve lehessen az alkalmazást használni. Az intézményeken belül fel lehetne venni tárgyakat, amelyekhez a kérdések és feladatsorok tartoznak. Ennek megvalósítása egy fejlett autentikációs és regisztrációs rendszer létrehozását igényli, ami jelentős változtatást jelentene az adatbázis sémajában. Ez a felhasználói felületeken és a REST API-n valamivel kisebb módosítást igényelne, de az autentikáció megvalósítása nem triviális feladat egy ilyen környezetben.

A felhasználók bevezetése után bővíthető lenne tanulói és tanári szerepekkal. Az ellenőrző képernyőhöz hasonlóan létre lehetne hozni egy feladatsor-kitöltő felületet. A tanulók kitölthetnék ezeket, és erről kapnának egy statisztikát, amelyet össze lehetne vetni más korábbi kitöltésekkel.

Bővíthető lenne a kérdések típusa is. Például rövid válaszok esetén, ahol néhány helyes szó megfelelő, a válaszok automatikusan javíthatók lennének. A hosszabb válaszok, rajzolás vagy kódírás javítása nehezebb feladat. Egyszerűen ezek felismerése nem triviális, sokkal fejlettebb szöveg felismerő megoldások szükségesek. Az ilyen válaszok automatikus javításához mesterséges intelligenciát kellene fejleszteni, amelyet a backend érhetne el a javítás céljából.

Mindent összevetve az alkalmazás tovább bővíthető mind vizuális megjelenés, mind funkcionálitás, mind pedig platformok terén.

7. fejezet

Összefoglalás

A félévet az Android alkalmazás kisebb bővítésével kezdtem, ekkor készült el a szövegfelismerő rendszer integrálva a javításba. Szintén ekkor készült el az ehhez tartozó számonkérés PDF formátumba való exportálásának megvalósítása is.

A dolgozat megírása előtt Android fejlesztés terén volt már tapasztalatom, azonban nagyobb méretű asztali alkalmazást még nem készítettem. Korábban nem használtam semmilyen multiplatform környezetet sem. A Kotlin nyelv és a Compose Multiplatform szerencsére könnyen megtanulható, és alap szinten gyorsan elsajátítható. Innen lépésről lépésre tanulva és egy projektet fokozatosan felépítve már folytonos és dinamikus haladás érhető el.

A félév során számos nehézségbe ütköztem; több irányból is próbáltam a már meglévő alkalmazást működésre bírni ebben a környezetben. Az első próbálkozások nem jártak sikерrel, ugyanis egy ekkora méretű kódmezőt számos függőséggel nem lehet egyszerűen átmigrálni egy másik környezetbe. A siker kulcsa abban rejlett, hogy lépésről lépésre vizsgáltam meg, hogy egy-egy kis részlet milyen függőséggel rendelkezik, és ezt milyen módon lehet kezelni a Kotlin Multiplatform világában. Amikor elkészült az adatelérés, egy komponensnyi View és ViewModel, amelyek már megfelelően működtek, megismételtem a folyamatot az alkalmazás többi részére is.

A legtöbb bonyodalmat a függőségek verziójbeli különbsége és inkompatibilitása okozta a multiplatform rendszerrel. Voltak megoldások, amelyek csak Android rendszeren működtek (például szövegfelismerés, PDF exportálás), így ezekre más megoldásokat kellett adni (PDF esetében), vagy felismerni, hogy a funkció nem is lenne célszerű az adott eszközön. Számos esetben lehetett közös megoldást találni, amikor a csak Android-specifikus megoldás nem felelt meg. Erre egy példa, amikor a Retrofit hálózati kommunikációs könyvtárat az általános Kotlinban jól ismert Ktor váltotta fel.

A dolgozat megírása során számos hasznos új tudás birtokába kerültem, és a korábbi ismereteimet is tudtam tovább bővíteni. Ezen a területen még rengeteg új lehetőség található, és folyamatosan fejlődik. Voltak olyan technológiák, amelyek a szakdolgozat elkészítése közben jelentek meg, és ezzel új lehetőségeknek adtak teret. A legfontosabb ezek közül szerintem az Androidból átvett navigációs könyvtár megjelenése volt a Kotlin Multiplatform fejlesztésben.

Kihívást jelentő, de érdekes és hasznos területe az informatikának. Szerettem ezzel a technológiával dolgozni, és napról napra új dolgokat felfedezni és megtanulni.

Köszönetnyilvánítás

Ez nem kötelező, akár törölhető is. Ha a szerző szükségét érzi, itt lehet köszönetet nyilvánítani azoknak, akik hozzájárultak munkájukkal ahhoz, hogy a hallgató a szakdolgozatban vagy diplomamunkában leírt feladatokat sikeresen elvégezze. A konzulensnek való köszönetnyilvánítás sem kötelező, a konzulensnek hivatalosan is dolga, hogy a hallgatót konzultálja.

Irodalomjegyzék

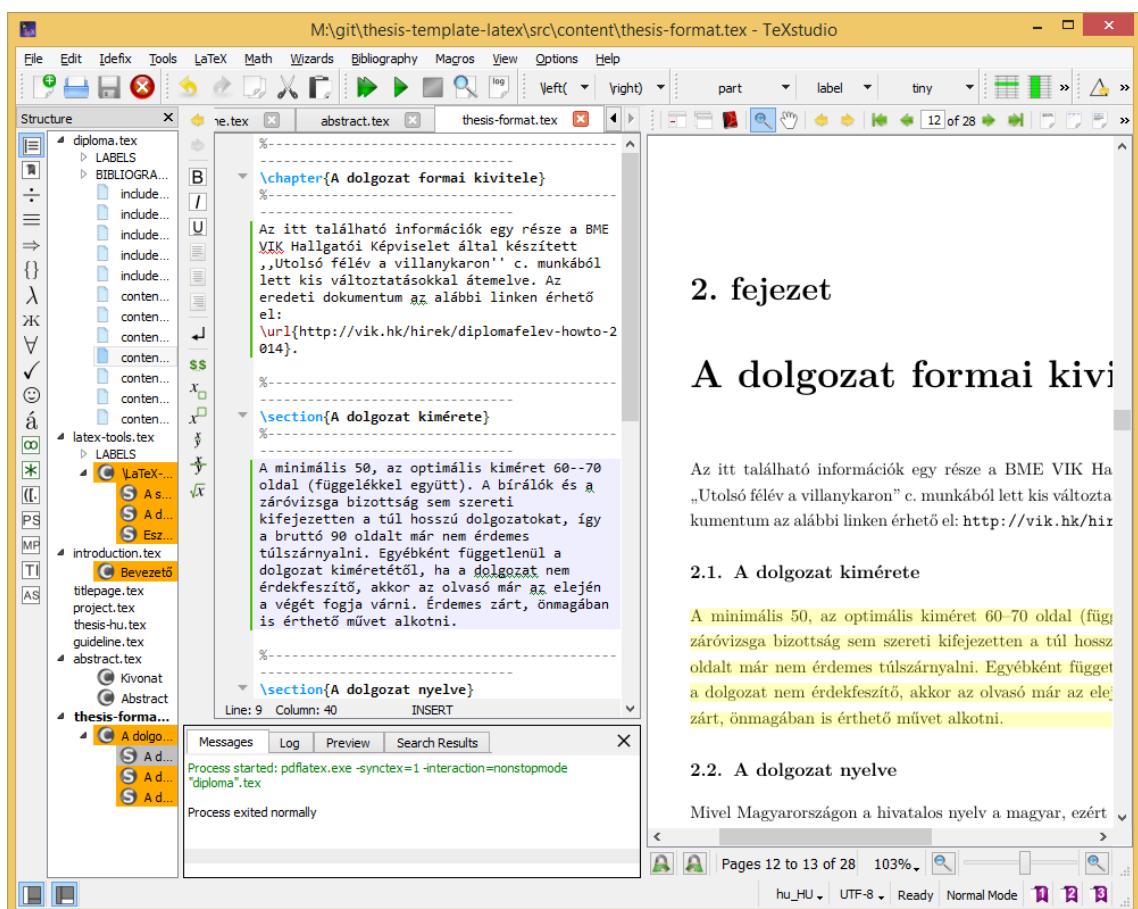
- [1] Apache: Apache pdfbox® - a java pdf library. *Apache PDFBox®*, 2024. 07. <https://pdfbox.apache.org/> (last visited on 2024-11-29) (last visited on 2024-11-29).
- [2] Droid Chef: Flutter vs jetpack compose: The battle of the century. *Ishan Khanna*, 2022. 11. <https://blog.droidchef.dev/flutter-vs-jetpack-compose-the-battle-of-the-century/> (last visited on 2024-11-29).
- [3] Husayn Fakher: Compose state vs stateflow: State management in jetpack compose. *Medium*, 2024. 04. <https://medium.com/@husayn.fakher/compose-state-vs-stateflow-state-management-in-jetpack-compose-c99740732023> (last visited on 2024-11-29).
- [4] JetBrains: Coroutines guide. *Official libraries*, 2022. 02. <https://kotlinlang.org/docs/coroutines-guide.html> (last visited on 2024-11-29).
- [5] JetBrains: The basics of kotlin multiplatform project structure. *Multiplatform Development*, 2024. 09. <https://kotlinlang.org/docs/multiplatform-discover-project.html#compilation-to-a-specific-target> (last visited on 2024-11-29).
- [6] JetBrains: Common viewmodel. *Kotlin Multiplatform Development*, 2024. 10. <https://www.jetbrains.com/help/kotlin-multiplatform-dev/compose-viewmodel.html> (last visited on 2024-11-29).
- [7] JetBrains: Creating a cross-platform mobile application. *Ktor Documentation*, 2024. 04. <https://ktor.io/docs/client-create-multiplatform-application.html> (last visited on 2024-11-29).
- [8] JetBrains: Integrate a database with kotlin, ktor, and exposed. *Ktor Documentation*, 2024. 09. <https://ktor.io/docs/server-integrate-database.html> (last visited on 2024-11-29).
- [9] JetBrains: Navigation and routing. *Kotlin Multiplatform Development*, 2024. 10. <https://www.jetbrains.com/help/kotlin-multiplatform-dev/compose-navigation-routing.html> (last visited on 2024-11-29).
- [10] JetBrains: Popular cross-platform app development frameworks. *Kotlin Multiplatform Documentation*, 2024. 09. <https://www.jetbrains.com/help/kotlin-multiplatform-dev/cross-platform-frameworks.html#popular-cross-platform-app-development-frameworks> (last visited on 2024-11-29).
- [11] JetBrains: Serialization. *Official libraries*, 2024. 09. <https://kotlinlang.org/docs/serialization.html#0> (last visited on 2024-11-29).

- [12] JetBrains: Use fleet for multiplatform development — tutorial. *Kotlin Multiplatform Development*, 2024. 10. <https://www.jetbrains.com/help/kotlin-multiplatform-dev/fleet.html#prepare-your-development-environment> (last visited on 2024-11-29).
- [13] Markus Kohler: 7 alternatives to rest apis. *PubNub*, 2024. 01. <https://www.pubnub.com/blog/7-alternatives-to-rest-apis/> (last visited on 2024-11-29).
- [14] Google LLC: Camerax overview. *Android Developers Guide*, 2024. 01. <https://developer.android.com/media/camera/camerax> (last visited on 2024-11-29).
- [15] Google LLC: Jetpack compose basics. *Android codelabs*, 2024. 01. <https://developer.android.com/codelabs/jetpack-compose-basics#0> (last visited on 2024-11-29).
- [16] Google LLC: Recognize text in images with ml kit on android. *ML-Kit Guides*, 2024. 10. <https://developers.google.com/ml-kit/vision/text-recognition/v2/android> (last visited on 2024-11-29).
- [17] Google LLC: Viewmodel overview. *Android Developers Guide*, 2024. 07. <https://developer.android.com/topic/libraries/architecture/viewmodel> (last visited on 2024-11-29).
- [18] Microsoft: .net multi-platform app ui. *.NET MAUI*, 2024. 11. <https://dotnet.microsoft.com/en-us/apps/maui> (last visited on 2024-11-29).
- [19] Elvira Mustafina: Compose multiplatform 1.7.0 released. *JetBrains Blog*, 2024. 10. <https://blog.jetbrains.com/kotlin/2024/10/compose-multiplatform-1-7-0-released/> (last visited on 2024-11-29).
- [20] Lukoh Nam: Jetpack compose permissions using accompanist library, modalbottomsheet. *Medium*, 2023. 05. <https://medium.com/@lukohnam/jetpack-compose-permissions-using-accompanist-library-b1c0fbbe8831> (last visited on 2024-11-29).
- [21] Lazar Nikolov: Getting started with jetpack compose. *Sentry Blog*, 2023. 02. <https://blog.sentry.io/getting-started-with-jetpack-compose/> (last visited on 2024-11-29).
- [22] Ivan Osipov: Kotlin dsl: from theory to practice. *JMIX*, 2017. 10. <https://www.jmix.io/cuba-blog/kotlin-dsl-from-theory-to-practice> (last visited on 2024-11-29).
- [23] Ekaterina Petrova: Kotlin multiplatform goes stable. *Kotlin Blog*, 2023. 11. <https://blog.jetbrains.com/kotlin/2023/11/kotlin-multiplatform-stable/> (last visited on 2024-11-29).
- [24] Docker Team: What is docker? *Dockerdocs*, 2024. 11. <https://docs.docker.com/get-started/docker-overview/> (last visited on 2024-11-29).
- [25] Flutter Team: Flutter. *Flutter*, 2024. 11. <https://flutter.dev/> (last visited on 2024-11-29).
- [26] Kotlin Documentation Team: Update to the new release. *Kotlin Multiplatform Plugin Releases*, 2024. 09. <https://kotlinlang.org/docs/multiplatform-plugin-releases.html#update-to-the-new-release> (last visited on 2024-11-29).

- [27] React Native Team: React native. *React Native*, 2024. 11. <https://reactnative.dev/> (last visited on 2024-11-29).
- [28] Unknown: What is component diagram? *Visual Paradigm*, 2024. 11. <https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/what-is-component-diagram/> (last visited on 2024-11-29).
- [29] Antoine van der Lee: Mvvm: An architectural coding pattern to structure swiftui views. *SwiftLee*, 2024. 05. <https://www.avanderlee.com/swiftui/mvvm-architectural-coding-pattern-to-structure-views/> (last visited on 2024-11-29).

Függelék

F.1. A TeXstudio felülete



F.1.1. ábra. A TeXstudio L^AT_EX-szerkesztő.

F.2. Válasz az „Élet, a világmindenség, meg minden” kérdésére

A Pitagorasz-tételből levezetve

$$c^2 = a^2 + b^2 = 42. \quad (\text{F.2.1})$$

A Faraday-indukciós törvényből levezetve

$$\operatorname{rot} E = -\frac{dB}{dt} \quad \rightarrow \quad U_i = \oint_{\mathbf{L}} \mathbf{E} d\mathbf{l} = -\frac{d}{dt} \int_A \mathbf{B} d\mathbf{a} = 42. \quad (\text{F.2.2})$$