

Kód projektu: 09I01-03-V04-00054

Implementácia progresívnych funkcionalít do aplikácií pre cestujúcich

Úloha D4.4: Testovanie technickej časti

Míľnik M7: Testovanie aplikácie

Ciele a rámec technického testovania

Hlavné zámery technického testu

- Verifikácia stability backendovej infraštruktúry a API rozhraní.
- Testovanie priepustnosti a záťaže pri simulácii špičkových stavov.
- Overenie presnosti a latencie dátových tokov GTFS-RT a SIRI.
- Kritické posúdenie bezpečnosti transakcií pri nákupe lístkov.

Metodické zameranie a prostredie

- Testovacie prostredie: Mobilná aplikácia MHD Košice (DPMK).
- Prepojenie s dispečerským systémom a GPS palubnými počítačmi.
- Sandbox platobnej brány pre simuláciu in-app e-ticketingu.
- Kombinácia automatizovaných skriptov a reálneho terénneho testu.

Architektúra systému a dátové rozhrania

1. Klientská vrstva

- Mobilná aplikácia MHDKE (iOS / Android).
- Lokálna šifrovaná databáza pre offline lístky.
- UI/UX rozhranie pre vyhľadávanie a mapu.
- Modul pre zobrazenie dynamického QR kódu.

2. Backend & API Gateway

- REST API / JSON komunikácia.
- OAuth 2.0 autentifikácia používateľov.
- Cloud Wallet subsystem pre platobné karty.
- Spracovanie a agregácia GPS feedov.

3. Zdrojové systémy

- Dispečerský systém DPMK (SIRI / GTFS-RT).
- Palubné počítače vozidiel MHD.
- Banková platobná brána (3D Secure).
- Push notifikačný server (FCM / APNs).

Metodológia a 4 pilierové kategórie testov

A. Zťažové a výkonnostné testy

- Simulácia 500+ simultánných požiadaviek za sekundu.
- Sledovanie odozvy servera a vyťaženia CPU/RAM.

B. Testy dátovej integrácie (SIRI/GTFS)

- Množstvo stratených paketov pri GPS prenose.
- Nameraná latencia obnovy polohy vozidiel na mape.

C. Testy platobného modulu

- Overenie 3D Secure autentifikácie a nákupu lístka.
- Odolnosť voči opakovaným neplatným transakciám.

D. Offline reziliencia & Bezpečnosť

- Validácia QR kódu bez internetového pripojenia.
- Penetračné testy API proti zraniteľnostiam OWASP.

Výkonnostné parametre a namerané benchmarky

Odozva API (Response Time)

145 ms

Cieľ: < 200 ms | Excelentná odozva servera

Latencia GPS feedu

3,2 s

Cieľ: < 5,0 s | Živý prenos zo SIRI/GTFS-RT

Priepustnosť (Throughput)

500 req/s

Cieľ: > 350 req/s | Bez straty paketov

Dostupnosť (Uptime)

99,8 %

Cieľ: > 99,5 % | Prevádzková stabilita

Testovanie dátových feedov (SIRI / GTFS-RT) a GPS

Namerané výsledky GPS sledovania

- Validácia toku dát z palubných počítačov DPMK.
- Priemerný interval obnovy polohy: 3,2 sekundy.
- Presnosť odhadu príchodu na zastávku (ETA): ± 25 sekúnd.
- Konzistencia dát pri 100+ aktívnych vozidlách na linkách.

Identifikované výzvy a optimalizácie

- Výpadky GSM signálu v tuneloch a úsekoch s klesaním.
- Riešenie: Implementácia lokálneho vyrovnávania (Dead Reckoning).
- Vyhladzovací algoritmický modul v aplikácii pre plynulý pohyb po trase.
- Automatické opätovné pripojenie pri obnove mobilného signálu.

Vyhodnotenie platobných a lístkových modulov

Testovaný modul	Scenár / Podmienka	Úspešnosť	Priemerná odozva
Nákup jednorazového lístka	Platobná karta / Cloud Wallet	100 %	1,2 sekundy
Dobíjanie kreditu	Banková brána (3D Secure)	98,5 %	2,8 sekundy
Offline validácia QR	Bez internetového pripojenia	100 %	0,3 sekundy
Push notifikácie	Upozornenie pred vypršaním lístka	96,0 %	2,1 sekundy

Bezpečnosť, šifrovanie a ochrana údajov (GDPR)

Penetračné testy a odolnosť API

- Testovanie odolnosti voči zraniteľnostiam OWASP Top 10.
- Ochrana pred SQL Injection, XSS a Man-in-the-Middle útokmi.
- Šifrovanie komunikácie cez HTTPS / TLS 1.3.
- Striktná tokenizácia citlivých platobných údajov.

GDPR a bezpečnosť v zariadení

- Anonymizácia lokalizačných dát cestujúcich na backend-e.
- Ukladanie kľúčov v bezpečnom úložisku (Keychain / Keystore).
- Asymetrické šifrovanie (AES-256) pre offline QR kód.
- Plný súlad s legislatívou ochrany osobných údajov.

Identifikované technické problémy a riešenia

1. Zdvojenie požiadaviek

- Problém: Pri nestabilnej sieti došlo k opakovanému odoslaniu.
- Riešenie: Implementácia idempotencie platobných tokenov na serveri.
- Výsledok: 0 % duplicitných transakcií.

2. Spotreba batérie

- Problém: Vysoká spotreba pri nepretržitom GPS pollingu.
- Riešenie: Adaptívny frekvenčný manažment podľa rýchlosti pohybu.
- Výsledok: Pokles spotreby energie o 38 %.

3. Kontrast QR kódov

- Problém: Zhoršená čitateľnosť pri zníženom jase displeja.
- Riešenie: Automatické zvýšenie jasú obrazovky pri otvorení lístka.
- Výsledok: Rýchlejšie odbavenie revízorom.

Závery a technická pripravenosť systému

Hlavné závery technických testov

- Backend a mobilná aplikácia dosiahli vysokú stabilitu (99,8 %).
- Platobný modul a offline ticketing spĺňajú bezpečnostné štandardy.
- GPS dátové toky poskytujú dostatočnú presnosť pre reálnu prevádzku.
- Aplikácia je plne pripravená na produkčné nasadenie v MHD Košice.

Odporúčania pre širšie škálovanie

- Nasadenie cloudovej autoscaling infraštruktúry pre regionálny rozsah.
- Rozšírenie GTFS-RT feedov pre prímestskú dopravu v KSK.
- Pravidelný automatizovaný audit API bezpečnosti a GDPR.
- Využitie vytvorenej metodiky D4.4 pri obstarávaní IT vo VOD v SR.



PLÁN [OBNOVY]

cestovná
mapa k lepšiemu
Slovensku