УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Никола Димић

АУТОМАТСТКО ТЕСТИРАЊЕ МИКРОСЕРВИСНИХ АПЛИКАЦИЈА

мастер рад

Београд, 2022.

Ментор:

др Милена Вујошевић Јаничић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Математички факултет

Чланови комисије:

др Саша Малков, ванредни професор
Универзитет у Београду, Математички факултет

др Филип Марић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Математички факултет

Датум одбране: септембар 2022.

Захваљујем се менторки на саветима и подршци и родитељима, сестри и Нади на помоћи и мотивацији.

Наслов мастер рада: Аутоматстко тестирање микросервисних апликација

Резиме: Микросервисна архитектура представља популарно решење за дизајнирање комплексних дистрибуираних система. Аутоматизацијом тестирања микросервисних система може се осигурати велика поузданост како појединачних сервиса тако и целокупног система. Циљ рада представља сагледавање особина микросервисне архитектуре, као и техника аутоматског тестирања које се могу применити на систем који ту архитектуру користи. У склопу рада је развијена једноставна микросервисна веб апликација *Gelos* и оквир за аутоматско тестирање те апликације на више нивоа.

Кључне речи: развој софтвера, верификација софтвера, аутоматско тестирање, микросервиси, развојни оквир *Playwright*

Садржај

1 Увод 1

2 Микросервисна архитектура 3
2.1 Особине архитектуре 4
2.2 Интеграција микросервиса 7
2.3 Дизајн микросервиса 8

3 Аутоматско тестирање софтвера 10
3.1 Категоризација и начини тестирања 11
3.2 Типови и опсег аутоматских тестова 13
3.3 Тестирање јединица кода 14
3.4 Тестирање интеграција и сервиса 15
3.5 Системско тестирање 15

4 Имплементација и тестирање апликације *Gelos* 19
4.1 Кратак преглед коришћених технологија 19
4.2 Архитектура и дизајн апликације 24
4.3 Аутоматско тестирање апликације 33

5 Закључак 45

Библиографија 47

Глава 1

Увод

Микросервисна архитектура постала је популаран избор за заснивање дизајна апликација услед добре скалабилности решења, мале спреге делова система и могућности брзог развоја софтвера. Интеграција постојећих микросервиса у склопу имплементације софтверских решења и брз развој додатно повећавају важност тестирања. Аутоматизација тестирања значајно убрзава процес имплементације и повећава поузданост софтверског решења, али представља велики изазов поготово у дистрибуираним системима. Циљ овог рада је опис карактеристика микросервисне архитектуре и начина на који се технике аутоматског тестирања могу применити на апликацију која користи ту архитектуру.

У оквиру рада имплементирана је микросервисна апликација *Gelos* која за циљ има претраживање и помоћ при избору филма односно књиге за читање, након чега је имплементиран систем за тестирање те апликације на више нивоа. Систем који се тестира састоји се од два микросервиса и клијентске апликације. Кроз јединичне, интеграционе и системске тестове представљене су могућности аутоматизације тестова овог система у целости.

У поглављу 2 представљене су карактеристике и особине које одликују микросервисну архитектуру. Поред тога направљен је осврт на начине интеграција сервиса, кроз обрађивање архитектуре *REST* (енг. *REpresentational State Transfer*). Поглавље се такође бави архитектуралним решењима за имплементацију појединачних микросервиса.

Поглавље 3 обрађује тему аутоматског тестирања. Дефинисањем различитих модела за поделу тестова представљени су различити начини и типови тестирања, уз осврт на примену тих типова на микросервисне апликације. У

склопу поглавља посвећена је пажња и архитектуралним решењима за систем тестирања као што је *Објектни модел странице* (енг. *Page Object Model*).

Поглавље 4 укратко даје преглед технологија употребљених приликом имплементације апликације и система за тестирање. Такође, поглавље описује начин креирања сваког од микросервиса, као и клијентске апликације. Након тога представља начин имплементације јединичних, интеграционих и системских тестова који су одговорни за поузданост апликације.

У последњем, 5. поглављу, изведен је закључак где су сумирани доприноси и начини за даља унапређења.

Глава 2

Микросервисна архитектура

Усложњавањем проблема који се решавају софтверским решењима расте и сложеност апликације која тај проблем решава. Као и код многих математичких проблема, комплексност у софтверским решењима превазилази се разбијањем домена проблема у више поддомена.

Проблем сложености софтверских решења се превазилази техникама које теже ка што већој кохезивности кода. Кохезивност кода представља идеју груписања модула сличних функционалности заједно. Микросервисна архитектура почива на овом принципу, али је циљ комплетно раздвајање делова система уз јасно дефинисане границе.

Микросервисна архитектура представља архитектурални стил који структуира систем као скуп малих сервиса који су ниско спрегнути, оријентисани ка специфичном домену, и лаки за интеграцију и одржавање. Спрегнутост представља ниво међусобне зависности делова система. Сваки сервис представља логичку целину која је минимално спрегнута у односу на остале делове система.

Како би се лако интегрисао, сервис дефинише јавни интерфејс преко ког може комуницирати са другим сервисима. Комуникација између сервиса најчешће се одвија путем мрежних позива, који представљају скупе операције, па се приликом пројектовања подстиче ниска спрегнутост система. [20].

2.1 Особине архитектуре

Предности и мане микросервисне архитектуре већински проистичу из особине ниске спрегнутости делова система. Како микросервисна архитектура представља вид дистрибуираних система, наслеђује особине које одликују овај тип система.

Неке од особина архитектуре су композитност, отпорност на отказивање, лако скалирање, локализовање података, технолошка хетерогеност и могућност дистрибуирања послова. Ипак микросервисна архитектура не представља универзално софтверско решење, па је не треба користити у свим ситуацијама [20]. У наставку поглавља биће детаљније речи о поменутим особинама микросервисне архитектуре уз осврт на разлике у односу на монолитну архитектуру.

Због раздвојености делова система, детектовање грешака унутар система представља велики изазов приликом имплементације микросервисних апликација. Тема тестирања микросервисних апликација биће детаљно обрађена у поглављу 3.

Композитност

Одвајањем логичких компоненти које су одговорне за специфичан део апликације, омогућава се смањење редундантности кода и коришћење постојећих решења при имплементацији. Сличне апликације често имају заједнички подскуп функционалности. Како је путем интерфејса једноставно повезати више сервиса, већ постојећи сервиси се лако могу укомпоновати при имплементацији новог система [20].

За проблеме који су врло чести, попут ауторизације и аутентификације унутар апликације, постоји велики број постојећих микросервисних решења која се једноставно могу интегрисати у микросервисну апликацију. Уколико одређени сервис не задовољава захтеве апликације може се заменити уз мале измене кода.

Дистрибуирање развоја и технолошка хетерогеност

Ниска спрегнутост омогућава паралелни развој делова система, али и могућност коришћења различитих технолошких и архитектуралних решења за

ñâàêè îä ìèêðîñåðâèñà. Tèìîâè ìîãó ïàðàëåëîí ðàäèòè íà ðàçëè÷èòèì öåëèíàìà ñèñòåìà èìïëåìåíòèðàjó£è óíàïðåä äîãîâîðåí jàâíè èíòåðôåjñ ñåðâèñà. Ñâàêè ñåðâèñ êðîç ñâîj èíòåðôåjñ äåôèíèøå êîjè £å äåî ñèñòåìà áèòè äîñòóïàí êîðèñíèêó.

Ïðîìåíàìà óíóòàð ïîjåäèíà÷íèõ ñåðâèñà íå ìå»à ñå öåëîêóïàí ðää ñèñòåìà, ñâå äîê ñó èíòåðôåjñè íåïðîìå»åíè. Ó îäíîñó íà ïåðôîðìàíñå êîjå ñó çàõòåâàíå, ñâàêè ìèêðîñåðâèñ ìîæå êîðèñòèòè îíó âðñòó áàçå ïîäàòàêà, ðàäíîã îêâèðà èëè ïðîãðàìñêîã jåçèêà êîjè íàjáî§å îäãîâàðà ïðîáëåìó êîjè ñåðâèñ ðåøàâà. Åêñïåðèìåíòèñà»å ñà íîâèì òåõíîëîãèjàìà èìà çíàòî ìà»å îñëåäèöå ïî öåëîêóïàí ðää ñèñòåìà jåð ñå ïðîìåíå ÷åñòî èçîëójó ñàìî íà jåäàí ìèêðîñåðâèñ, çà ðàçëèêó îä ìîíîëèòíèõ ñèñòåìà, ãäå ïðîìåíå ó òåõíîëîøêîì äîìåíó ïîäàçóìåâàjó ìå»à»å öåëîêóïíîã ñèñòåìà [20].

Ëîêàëèçîâà»å ïîäàòàêà

Êàêî áè ñåðâèñ áèî êîìïëåòíî îããîâîðàí çà ñïåöèôè÷àí ïîñàî, ïîòðåáíî jå äà áóäå íåçàâèñàí è íà íèâîó ïîäàòàêà. Ñâàêè ìèêðîñåðâèñ êîðèñòè ñîïñòâåíó êîëåêöèjó ïîäàòàêà èëè ïîäàòêå äîáèjà îä äðóãèõ ñåðâèñà êîjè èìàjó ñïåöèôè÷íó íàìåíó. Íåçàâèñíîñò íà íèâîó ïîäàòàêà îìîãó£àâà ïðåíîñèâîñò è âèøåñòðóêó óíîðåá§èâîñò àëè è îòåæàâà ïðîjåêòîâà»å çáîã ïîâå£àíå îïàñíîñòè îä ðåäóíäàíòîñòè. Èïàê, ïîñòîjå ñëó÷àjåâè ãäå îâà âðñòà ðåäóíäàòíîñòè íèjå äîçâî§åíà ïà ñåðâèñè êîðèñòå ñàìî äåëîâå äå§åíå áàçå ïîäàòàêà. Jåäàí îä òàêâèõ ñëó÷àjåâà ïðåäñòàâ§à ñèòóàöèjà ó êîjîj jå ïîðåáíî ïðåíîñèòè âåëèêå êîëè÷èíå ïîäàòàêà èçìå¢ó ñåðâèñà.

Ñêàëèðà»å

Óñëåä ïîâå£à»à áðîjà êîðèñíèêà àïëèêàöèjå ïîòðåáíî jå ïîâå£àòè õàðäâåðñêå ðåñóðñå äîäå§åíå ñèñòåìó. Êàäà ñå êîðèñòè ìîíîëèòíà àðõèòåêòóðà, îâî ïðåäñòàâ§à âåëèêè èçàçîâ jåð jå îâàêâà òèï ñêàëèðà»à ìîãó£ ñàìî óêîëèêî ñå öåëîêóïàí ñèñòåì ñêàëèðà. Ñ äóãåå ñòðàíå, ìèêðîñåðâèñíà àðõèòåêòóðà îìîãó£àâà ïîâå£àâà»å õàðäâåðñêèõ ðåñóðñà ñàìî çà îíå äåëîâå ñèñòåìà êîjèìà jå òî íåîïõîäíî. Ñêàëèðà»å ñå ìîæå îáàâ§àòè è äèíàìè÷êè òàêî øòî £å ñå ñåðâèñó, íà îñíîâó áðîjà çàõòåâà, äîäåëèòè îããîâàðàjó£è ðåñóðñè [20].

Îòïîðíîñò íà îòêàçêâà»å

Îòêàçêâà»å äåëîâà ñèñòåìà êîä ìîíîëèòíèõ àïëèêàöèjà ïîäðàçóìåâà ïàä êîìïåòíå àïëèêàöèjå. Ìîíîëèòíå àïëèêàöèjå ïðåâàçëèàçå òàj ïðîáëåì ïî-êðåòà»åì âèøå èíñòàíöè àïëèêàöèjå êàêî áè ñå ñìà»èëà âåðîâàòíî£à îòêàçà öåëîã ñèñòåìà. Îâà ìåòîäà çàõòåâà äîäàòíå ðåñóðñå è êîìïåêñàí ñèñòåì êîjè ðåãóëèøå àïëèêàöèjó ó ñëó÷àjó ïàäà.

Íàñóïðîò òîìå, ïàä jåäíîã îä äåëîâà ìèêðîñðåâèñíå àïëèêàöèjå íå óòè÷å íà ðàä îñòàòêà ñèñòåìà. Óêîëèêî ïîñòîjè ðåçåðâíà èíñòàíöà ñðâèñà êîjè jå îòêàçàî, àïëèêàöèjà ìîæå íàñòàâèòè ñà íîðìàëíèì ôóíêöèîíèñà»åì. Àêî òî íèjå ñëó÷àj, àïëèêàöèjà ìîæå íàñòàâèòè äà ðàäè ñà ðåäóêîâàíèì ôóíêöèî-íàëíîñòèìà èëè äèíàìè÷êè ïîêðåíóòè íîâó èíñòàíöó ñðâèñà.

Áðçî èñïîðó÷èâà»å ñîôòâåðà

Íåïðåêèäíî èñïîðó÷èâà»å ñîôòâåðà (åíã. continuous deployment) jåäàí jå îä öåíòðàëíèõ ïðèíöèïà àãèëíîã ðàçâîjà ñîôòâåðà. Èñïîðó÷èâà»å ñîôòâåðà äåôèíèñàíî jå êàî íèç êîðâêà êîjå jå ïîòðåáíî îäðàäèòè êàêî áè ñå íîâà âåðçèjà àïëèêàöèjå îñïîñîáèëà çà óïîòðåáó. Îâàj ïðîöåñ ñàñòîjè ñå îä êîðâêà êàî øòî ñó äèñòðèáóöèjà íîâå âåðçèjå, èíñòàëàöèjà, äåèíñòàëàöèjà, àæóðèðà»å è ïðà£å»å âåðçèjà.

Ïðè êîðèø£å»ó ìîíîëèòíå àïëèêàöèjå, ñâàêà ïðîìåíà ó êîäó íàj÷åø£å çàõòåâà äà ñå öåëà àïëèêàöèjà èñïîðó÷è. Êàêî jå èñïîðóêà êîìïåêñàí ïðîöåñ, ó ïðàêñè ñå èñïîðó÷èâà»å ñîôòâåðà âðøè òåê êàäà jå îäðå¢åí ñêóï ïðîìåíà èçâðøåí. Óâå£àâà»åì ñêóïà èçìåíà ó êîäó, ðàñòå è øàíñà äà £å ïðèëèêîì èñïîðóêå ñîôòâåðà äî£è äî ãðåøêå. Óñëåä âåëèêîã áðîjà èçìåíà, ìîæå áèòè çàõòåâîì è âðåìåíñêè ñêóïî íà£è êîíêðåòíó ïðîìåíó êîjà jå äîâåëà äî ãðåøêå.

Ìèêðîñðåâèñíà àðõèòåêòóðà îìîãó£àâà äà ñå ïðîìåíå íà jåäíîì èêðî-ñðâèñó èñïîðó÷ójó íåçàâèñíî îä îñòàòêà ñèñòåìà. Óêîëèêî ñå èñïîðóêà íå èçâðøè èñïðàâî, íàëàæå»å ãðåøêå çíàòî jå jåäíîñòàâíèjå jåð jå èçîëîâàíî íà jåäàí äåî ñèñòåìà, äîê îñòàëè îñòàjó íåïðîìå»åíè. Äèñòðèáóèðà»å íîâèõ âåðçèjà êîäà ñå èçâðøàâà áðæå jåð ñå ïðå èñïîðóêå íå ìîðàjó ÷åêàòè îñòàëè äåëîâè ñèñòåìà. Ìå¢óòèì, ðàçââàjà»å èñïîðó÷èâà»à ñîôòâåðà çà ñâàêè îä ñåðâèñà íèjå áåç ïîñëåäèòà. Êàêî áè àïëèêàöèjà êîðèñòèëà íàjíîâèjå ñòàáèëíå âåðçèjå êîäà, ïîòðåáíî jå èìïëåìåíòèðàòè ñïåöèôè÷àí ñèñòåì çà èñïîðó÷è-âà»å ñîôòâåðà ó çàâèñíîñòè îä àïëèêàöèjå [20]. Îâàj ñèñòåì ÷åñòî ìîæå áèòè

jàêî êîìïëåêñàí ïà çàõòåâà äåòà§íî ïëàíèðà»å ïðè äèçàjíèðà»ó.

2.2 Èíòåãðàöèjà ìèêðîñåðâèñà

Íà÷èí êîìóíèêàöèjå èçìå¢ó ñåðâèñà ïðåäñòàâ§à jàêî áèòàí àñïåêò ïðîjåêòîâà»à ìèêðîñåðâèñíå àïëèêàöèjå. Èñïðàâíî äèçàjíèðàí íà÷èí êîìóíèêàöèjå òðåáà äà îìîãó£è ñåðâèñèìà äà êðîç ðàçâîj çàäðæå ñâîjó aóòîíîìíñò è äà ñå ìå»àjó íåçàâèñíî îä îñòàòêà ñèñòåìà.

Òåæå£è êà jåäíîñòàâíèì è áðçèì íà÷èíèìà èíòåãðàöèjå ñåðâèñà, ìèêðîñåðâèñíà àðõèòåêòóðà ñå îäëèêójà îäñóñòâîì ñòðîãå ôîðìàëèçàöèjå ïðîòîêîëà. Ó íàñòàâêó ïîãëàâ§à áè£å ðå÷è î jåäíîì îä jåäíîñòàâíèjèõ, è áàø èç òîã ðàçëîãà, ïîïóëàðíèjèõ íà÷èíà èíòåãðèñà»à ìèêðîñåðâèñà êîðè£å»åì îáðàñöà àðõèòåêòóðåREST ó êîìáèíàöèjè ñà HTTP ïðîòîêîëîì.

Îáðàçàö àðõèòåêòóðå REST è HTTP ïðîòîêîë

Îáðàçàö àðõèòåêòóðåREST (åíã. REpresentational State Transfer) ïðåäñòàâ§à ñêóï ïðèíöèïà è îãðàíè÷å»à ïîìî£ó êîjèõ ñèñòåìè ìîãó êîìóíèöèðàòè. Ïðèíöèïè àðõèòåêòóðå êîjè îìîãó£àâàjó ëàêó èíòåãðàöèjó ìèêðîñåðâèñà ñó:

Êëèjåíò - ñåðâåð àðõèòåêòóðà ïîäðàçóìåâà ðàçäâàjà»å êëèjåíòñêîã è ñåðâåðñêîã äåëà ñèñòåìà. Ñâå äîê jå èíòåðôåjñ ñòàíäàðäèçîâàí, êëèjåíòñêè è ñåðâåðñêè äåî ñèñòåìà ñå ìîãó íåçàâèñíî ðàçâèjàòè. Ðàçäâàjà»å ñèñòåìà íà ìèêðîñåðâèñå ïðåäñòàâ§à óîïøòå»å îâîã ïðèíöèïà.

Áåç ñòà»à àðõèòåêòóðà ïîäðàçóìåâà äà ñâàêè êëèjåíòñêè çàõòåâ êà ñåðâåðó ìîðà ñàäðæàòè ñâå ïîòðåáíå èíôîðìàöèjå áåç îáçèðà íà òðåíóòíî ñòà»å ñåðâåðà. Ñåðâåð íå ÷óâà èíôîðìàöèjå î òðåíóòíîj ñåñèjè èçìå¢ó êëèjåíòà è ñåðâåðà. Óîïøòåíî íà ìèêðîñåðâèñíó àðõèòåêòóðó, íèjäàáí îä ñåðâèñà íå ÷óâà èíôîðìàöèjå î êîìóíèêàöèjè ñà êëèjåíòîì èëè äðóãèì ñåðâèñîì.

Ðåñóðñè àðõèòåêòóðà êàî öåíòðàëíó àóòîíîìíó jåäèíèöó ïîñòàâ§à ðåñóðñ. Ðåñóðñè ïðåäñòàâ§àjó ïîäàòêå êîjèìà ñåðâèñ ðàñïîëàæå. Íà÷èí íà êîjè ñåðâèñ èíòåðíî ðóêójå ïîäàöèìà ñàêðèâåí jå îä êîðèñíèêà. Ðåïðåçåíòàöèjà ó êîjîj ñå ïîäàöè øà§ó êîðèñíèêó çàâèñè îä êëèjåíòñêîã çàõòåâà è ñòîãà ñå ðåïðåçåíòàöèjà ðåñóðñà ìîæå ìå»àòè.

Ñòàíäàðäèçàöèjà èíòåðôåjñà, îäíîñíî ïîðóêà êîjå ñå øà§ó èçìå¢ó ñåðâèñà, çàõòåâà äîáðî äåôèíèñàí ïðîòîêîë. Ïðè èìïëåìåíòàöèjè àðõèòåêòóðå REST êîðèñòè ñå ïðîòîêîë HTTP.

HTTP (åíã. HyperText Transfer Protocol) ïðîòîêîë êîðèñòè ñêóï ìåòîäà ïîìî£ó êîjèõ jå ìîãó£å îïåðèñàòè ïîäàöèìà, êàî øòî ñó GET, POST, PUT è DELETE. Óìåñòî êðåèðà»à ïîñåáíèõ ôóíêöèjà çà áàðàòà»å ðåñóðñèìà, ìîãó ñå êîðèñòèòè ïîñòîjå£å ìåòîäå êîjå ïðîòîêîë âå£ ïðóæà. Êàêî jå ðåñóðñ öåíòðàëíà jåäèíèöà àðõèòåêòóðå, ñâàêà îä îâèõ ìåòîäà èìà jàñíî çíà÷å»å:

- GET äîõâàòà ðåñóðñ,
- POST êðåèðà ðåñóðñ,
- PUT àæóðèðà ðåñóðñ,
- DELETE áðèøå ðåñóðñ.

Ïîìî£ó äåôèíèñàíèõ ìåòîäà øà§ó ñå çàõòåâè êà ñåðâåðó èëè ñåðâèñó. Ïðîòîêîë äåôèíèøå è ôîðìàò îäãîâîðà íà ïîñëàòå çàõòåâå. Ó ñâàêîì îäãî-âîðó íàëàçè ñå èíôîðìàöèjà î ñòàòóñó èçâðøåíå îïåðàöèjå ó ôîðìè ñòàòóñíîã êîäà. Ñâàêè îä êîäîâà èìà ñåìàíòè÷êî çíà÷å»å, ïà òàêî êîä 200 çíà÷è äà jå îïåðàöèjà óñïåøíî çàâðøåíà, äîê êîä 404 îáàâåøòàâà êîðèñíèêà äà ðåñóðñ íèjå ïðîíà¢åí. Îñèì ñòàòóñíèõ êîäîâà, îäãîâîð ìîæå ñàäðæàòè ïîäàòêå êàî øòî ñó åïðåçåíòàöèjå ðåñóðñà, ïóòà»å äî òèõ ðåñóðñà èëè ìåòàïîäàòêå [1] îïîóò áðîjà ðåñóðñà êîjèìà ñå îæå ïðèñòóïèòè.

2.3 Äèçàjí ìèêðîñåðâèñà

Ìèêðîñåðâèñíà àðõèòåêòóðà îìîãó£àâà êîðèø£å»å ðàçëè÷èòèõ àðõèòåêòóðàëíèõ ðåøå»à ïðèëèêîì èìïëåìåíòàöèjå ìèêðîñåðâèñà. Àðõèòåêòóðàëíè ñòèë ñâàêîã ìèêðîñåðâèñà îðà äà ïîäðæàâà ðàçäâàjà»å îããîâîðíñòè îä îñòàòêà àïëèêàöèjå. Jåäàí îä îáðàçàöà àðõèòåêòóðå êîðèø£åíèõ çà ïðîjåêòî-âà»å ìèêðîñåðâèñà jåñòå àðõèòåêòóðà Ïðåçåíòàöèjà-Àïñòðàêöèjà-Êîíòðîëåð (åíã. Presentation-Abstraction-Controller, PAC) î êîjîj £å áèòè ðå÷è ó íàñòàâêó ïîãëàâ§à.

[1] Ìåòàïîäàöè ïðåäñòàâ§àjó èíôîðìàöèjå î ïîäàöèìà (íïð. áðîj èëè âðñòà ïîäàòàêà)

Îáðàçàö àðõèòåêòóðå Ïðåçåíòàöèjà-Àïñòðàêöèjà-Êîíòðîëåð

Îáðàçàö àðõèòåêòóðå Ïðåçåíòàöèjà-Àïñòðàêöèjà-Êîíòðîëåð çàñíèâà ñå íà ïîäåëè ñèñòåìà íà òðè öåëèíå, êîjå èìàjó ðàçëè÷èòå ôóíêöèjå.

Ïðåçåíòàöèjà ïðåäñòàâ§à äåî ñèñòåìà îäãîâîðàí çà ïðèêàç ïîäàòàêà.

Àïñòðàêöèjà ïðåäñòàâ§à äåî ñèñòåìà îäãîâîðàí çà ñòðóêòóðó ïîäàòàêà.

Êîíòðîëåð ïðåäñòàâ§à äåî ñèñòåìà îäãîâîðàí çà êîìóíèêàöèjó èçìå¢ó ïðåçåíòàöèîííã è ñëîjà àïñòðàêöèjå, êàî è èìïëåìåíòàöèjó ïîñëîâíå ëîãèêå ñèñòåìà.

Îâàj îáðàçàö ïðåäñòàâ§à õèjåðàðõèjñêó àðõèòåêòóðó ó êîjîj ñëîj àïñòðàêöèjå è ïðåçåíòàöèîíè ñëîj êîìóíèöèðàjó èñê§ó÷èâî ïðåêî êîíòðîëåðà [13]. Íà÷èí ïîâåçèâà»à ñòðóêòóðíèõ êîìïîíåíòè àðõèòåêòóðå ïðèêàçàí jå íà ñëèöè 2.1.

Ñëèêà 2.1: Îáðàçàö àðõèòåêòóðå Ïðåçåíòàöèjà-Àïñòðàêöèjà-Êîíòðîëåð

Ó êîíòåêñòó ìèêðîñåðâèñà ñïî§àø»è ñëîjåâè àðõèòåêòóðå, îäíîñíî ïðåçåíòàöèîíè ñëîj è ñëîj àïñòðàêöèjå, ñó âåîìà òàíêè. Êîíòðîëåð èìïëåìåíòèðà êîìïëåòíó ïîñëîâíó ëîãèêó ñàìîã ñåðâèñà, îäíîñíî óïðàâ§à ïîäàöèìà. Òðàäèöèîíàëíî, êàäà jå ó ïèòà»ó ïðèìåíà àðõèòåêòóðå PAC íà âåá àïëèêàöèjå, ïðåçåíòàöèjà ïðåäñòàâ§à ïðèêàç ïîäàòàêà ó êîðèñíè÷êîì îêðóæå»ó [13]. Ìå¢óòèì, ïðè èìïëåìåíòàöèjè ìèêðîñåðâèñà, ïðåçåíòàöèjà ïðåäñòàâ§à jàâíè èíòåðôåjñ, òj. îíî øòî jå èçëîæåíî êîðèñíèêó ñåðâèñà íà êîðèø£å»å. Ðàçäâîjåíîñò äåëîâà îìîãó£àâà ïàðàëåëàí ðàä íà äåëîâèìà ñåðâèñà, êàî è ëàêøå èçìåíå óíóòàð öåëèíà, ïîïóò çàìåíå áàçå ïîäàòàêà.

Ãëàâà 3

Àóòîìàòñêî òåñòèðà»å ñîôòâåðà

Òåñòèðà»å ñîôòâåðà ïðåäñòàâ§à ïðîöåñ ïðîâåðå ñîôòâåðà ñà öè§åì ïðîíà-ëàæå»à ãðåøàêà è ïðîâåðå êâàëèòåòà. Ïðîöåñ òåñòèðà»à ïðîâåðàâà äà ëè ñó èñïó»åíè ïðåòõîäíî äåôèíèñàíè ôóíêöèîíàëíè è íåôóíêöèîíàëíè çàõòåâè [7].

Òåñòèðà»å ñîôòâåðà ìîæå ïîòâðäèòè ïîñòîjà»å ãðåøàêà ó ñèñòåìó, àëè íå ìîæå ïîòâðäèòè »èõîâî îäñóñòâî. Ñàìè òèì, áèòíî jå òåñòèðàòè øòî jå âèøå è ÷åø£å ìîãó£å êàêî áè ïîóçäàíîñò ñèñòåìà áèëà âå£à. Èïàê, íèjå ìîãó£å ñâå òåñòèðàòè êàêî áè ñâàêè ìîãó£è ñëó÷àj óïîòðåáå áèî ïîêðèâåí, óñëåä åêñïîíåíöèjàëíîã áðîjà óëàçíèõ âðåäíîñòè êîjå òðåáà ïðîâåðèòè. Êàêî áè ñå äîñòóïíè ðåñóðñè èñêîðèñòèëè íà íàjáîª§è ìîãó£è íà÷èí, òðåáà áèðàòè øòà è êàäà ñå òåñòèðà. Àóòîìàòñêî òåñòèðà»å ïðåäñòàâ§à òåõíèêó êîjà çíà÷àjíî óáçàâà ïðîöåñ âåðèôèêàöèjå ñîôòâåðà è ñàìè òèì ìîãó£àâà äà ñå âå£è áðîj ôóíêöèîíàëíîñòè òåñòèðà.

Ïðåïîðóêà jå ïî÷åòè ñà òåñòèðà»åì øòî ðàíèjå ó ïðîöåñó ðàçâîjà ñîôòâåðà. Ïðîíàëàæå»å ãðåøàêà ó ñèñòåìó ó êàñíèjèì ôàçàìà ðàçâîjà èìà îãðîìàí óòèöàj íà êâàëèòåò ñîôòâåðà jåð ñå òå ãðåøêå ïî ïðàâèëó òåøêî îòêëà»àjó. Êîíòèíóàëíèì òåñòèðà»åì, ñìà»ójå ñå îïàñíîñò îä ïîjàâ§èâà»à ãðåøàêà ó êàñíèì ôàçàìà ðàçâîjà. Ïðîöåñ àóòîìàòèçàöèjå çíà÷àjíî îëàê-øàâà êîíñòàíòíå ïðîâåðå ñèñòåìà è îìîãó£àâà ïîíîâ§èâ íà÷èí çà òåñòèðà»å ðàçâèjåíèõ ôóíêöèîíàëíîñòè.

3.1 Êàòåãîðèçàöèjà è íà÷èíè òåñòèðà»à

Àóòîìàòñêî òåñòèðà»å ïðåäñòàâ§à òåõíèêó òåñòèðà»à êîjà êîðèñòè ñïåöèjàëíå àëàòå êàêî áè èçâðøèëà ïðîâåðó èñïðàâíîã èçâðøâà»à òåñòà. Íàñóïðîò òîìå, ìàíóåëíî òåñòèðà»å èçâðøàâà îñîáà íå êîðèñòå£è îâó âðñòó àëàòà. Ïîñòàâ§à ñå ïèòà»å êîjå òåñòîâå jå ìîãó£å è êàêî àóòîìàòèçîâàòè.

Êàêî áè ñå èñïðàâíî ïðèñòóïèëî ïðîáëåìó àóòîìàòèçàöèjå ïîðåáíî jå ðàçóìåòè ðàçëè÷èòå êàòåãîðèjå òåñòîâà êàî è öè§åâå òåñòèðà»à êîjå îíè èìàjó. Êàòåãîðèçàöèjà òåñòîâà äåôèíèñàíà jå êâàäðàòî òåñòèðà»à Áðàjàíà Ìàðèêà ïðèêàçàíîã íà ñëèöè 3.1 [17]. Ó äî»åì äåëó êâàäðàòà íàëàçå ñå òåñòîâè êîjè ñó îêðåóòè òåõíîëîãèjàìà, îäíîñíî ïîìàæó ïðîãðàìåðèìà ïðè èìïëåìåíòàöèjè ñèñòåìà. Àíàëîãíî, ó ãîð»åì äåëó êâàäðàòà íàëàçå ñå òåñòîâè êîjè ñó îêðåóòè ïîñëîâíîj ëîãèöè ñèñòåìà, îäíîñíî ïðîâåðàâàjó äà ëè ñèñòåì çàäîâî§àâà çàõòåâå êîðèñíèêà [20]. Ïîñìàòðàjîî ñâàêó îä êàòåãîðèjà ïîjåäèíà÷íî.

Òåñòîâè ïðèõâàò§èâîñòè (åíã. acceptance tests) [1] ïðîâåðàâàjó äà ëè èìïëåìåíòèðàíà ôóíêöèîíàëíîñò îããîâàðà äåôèíèñàíèì çàõòåâèìà. Êàêî îâà âðñòà òåñòîâà èìà jàñíî äåôèíèñàíå çàõòåâå îäíîñíî óëàçíå âðåäíîñòè è î÷åêèâàíå èçëàçå çà òå âðåäíîñòè, ïîãîäíè ñó çà àóòîìàòèçàöèjó. Ïðåäñòàâ§àjó ïîäøêó ïðîöåñó èìïëåìåíòàöèjå.

Èñòðàæèâà÷êè òåñòîâè (åíã. exploratory tests) ïðîâåðàâàjó äà ëè jå ìîãó£å ïîêâàðèòè íåêè äåî ñèñòåìà êîðèø£å»åì àïëèêàöèjå. Êàêî áè îâàj òèï òåñòèðà»à áèî åôåêòèâàí ïîòðåáíî jå äåñòóêòèâíî ïðèñòóïèòè èçâðøàâà»ó òåñòà. Îâî ñå íàjáî§å ïîñòèæå êîðèø£å»åì èíòóèöèjå ïðèëèêîì òåñòèðà»à, ïà ñå îâaj âèä òåñòîâà íàj÷åø£å èçâðøàâà ìàíóåëíî.

Jåäèíè÷íè òåñòîâè (åíã. unit tests) ïðîâåðàâàjó äà ëè èìïëåìåíòèðàíà ôóíêöèîíàëíîñò ôóíêöèîíèøå áåç ðåøàêà çà ðàçëè÷èòå óëàçíå âðåäíîñòè. Óñëåä ìàëîã ñêóïà ïðîâåðà êîjå jå ïîòðåáíî èçâðøèòè, îâè òåñòîâè ñå óãëàâíîì àóòîìàòèçójó è ïðåäñòàâ§àjó íàjîñíîâíèjè àëè è íàjáðæè âèä àóòîìàòñêèõ òåñòîâà.

[1] Òåñòîâè ïðèõâàò§èâîñòè ðàçëèêójó ñå îä êîðèñíè÷êèõ òåñòîâà ïðèõâàò§èâîñòè (åíã. user acceptance tests), êîjè ïðåäñòàâ§àjó âðñòó ìàíóåëíîã òåñòèðà»à êîjå èçâðøàâàjó ðåàëíè êîðèñíèöè àïëèêàöèjå. Êàêî jå öè§ îâå âðñòå òåñòîâà êîðèñíè÷êè äîjàì î ôóíêöèîíàëíîñòèà àïëèêàöèjå, îâà âðñòà òåñòîâà íå îæå ñå àóòîìàòèçîâàòè ïà íèjå îáà¢åíà ó ñêëîïó îâîã ðàäà.

Òåñòîâè ïåðôîðìàíñè è áåçáåäàíñòè (åíã. performance and security tests) ïðîâåðàâàjó äà ëè ñèñòåì èñïó»àâà î÷åêèâàíå ïåðôîðìàíñå, êàî øòî jå âðåìå ïðâîã ó÷èòàâà»à ñòðàíèöå. Òåñòîâè áåçáåäíîñòè ïðîâåðàâàjó ó êîjîj ìåðè jå ñèñòåì çàøòè£åí îä ìàëèöèîçíèõ íàïàäà. Àóòîìàòèçîâà»åì òåñòîâà ïåðôîðìàíñè ïðîâåðàâà ñå ó êîjîj jå ìåðè ñèñòåì ïîòèìèçîâàí.

Ñëèêà 3.1: Kâàäðàò òåñòèðà»à Áðàjàíà Ìàðèêà

Îñíîâíè óñëîâ çà àóòîìàòèçàöèjó òåñòà jåñòå äåòåðìèíèñòè÷êî ïîíàøà»å ôóíêöèîíàëíîñòè êîjà ñå òåñòèðà. Ó ïðàêñè íèjå ìîãó£å, à íè ïîæå§íî ñâå àóòîìàòèçîâàòè. Ìàíóåëíî òåñòèðà»å èìà ïðåäíîñòè çà îäðå¢åíå òèïîâå òåñòèðà»à äëè âå£èíñêè ñå òåæè êà øòî âå£åì íèâîó àóòîìàòèçàöèjå. Êàêî ñå ñèñòåì ìå»à òàêî jå ïîòðåáíî ìå»àòè è àóòîìàòñêå òåñòîâå êîjè ãà òåñòèðàjó. Ïðèëèêîì äîäàâà»à íîâèõ ôóíêöèîíàëíîñòè áèòíî jå ïàðàëåëíî äîäàâàòè íîâå àóòîìàòñêå òåñòîâå, êàêî áè ïîóçäàíîñò ñèñòåìà îñòàëà èñòà. Âðåìå èçâðøàâà»à òåñòèðà»à êàî è áðîj òåñòîâà âàðèðàjó ó çàâèñíîñòè îä òèïà òåñòà. Ó íàñòàâêó áè£å ïðèêàçàíè òèïîâè àóòîìàòñêèõ òåñòîâà êàî è ïðåïîðó÷åíà ðàñïîäåëà êîëè÷íå òåñòîâà ó îäíîñó íà òèï.

3.2 Òèïîâè è îïñåã àóòîìàòñêèõ òåñòîâà

Ïîjàâîì àãèëíèõ ìåòîäîëîãèjà ðàçâîjà ñîôòâåðà, ïîâå£àëà ñå ïîòðåáà çà àóòîìàòñêèì òåñòèðà»åì ñîôòâåðà. Ïîòðåáíî jå òåñòèðàòè ñâàêó èñïîðó÷åíó âåðçèjó êîäà íà ñòàáèëàí è ïîíîâ§èâ íà÷èí, ó êðàòêîì âðåìåíó. Ìîäåë ïèðàìèäå òåñòèðà»à (åíã. test pyramid) äåôèíèøå ñêóï ïðåïîðóêà êàêî àóòîìàòñêè òåñòèðàòè àïëèêàöèjó. Íà îñíîâó îïñåãà êîjè òåñòèðàjó, ìîäåë äåôèíèøå ÷åòèðè âðñòå òåñòîâà, êàî è ðàñïîäåëó áðîjà òèõ òåñòîâà ó îäíîñó íà âðñòó [20]. Äåòà§àí îïèñ ìîäåëà íàëàçè ñå íà ñëèöè 3.2.

Ñëèêà 3.2: Ìîäåë ïèðàìèäå òåñòèðà»à

Êàêî ñó jåäèíè÷íè òåñòîâè íàjìà»åã îïñåãà, ëîãè÷íî ñó è íàjáðæè çà èçâðøàâà»å, ïà jå ïðåïîðóêà ìàêñèìàëíî òåñòèðàòè jåäèíèöå êîäà. Àóòîìàòñêî òåñòèðà»å èíòåãðàöèjå äåëîâà ñèñòåìà ïðåäñòàâ§à íà÷èí äà ïîóçäàíîñò ñèñòåìà êàî öåëèíå áóäå âå£à, äîê jå öåíà èçâðøàâà»à è äà§å ìàëà. Ñàìèì òèì, òåæè ñå äà áðîj îâèõ òåñòîâà áóäå øòî âå£è. Òåñòîâè êîðèñíè÷êîã èíòåðôåjñà ïðåäñòàâ§àjó ñêóïå îïåðàöèjå jåð çàõòåâàjó ðàä öåëîêóïíîã ñèñòåìà, ïà jå ïðèëèêîì îäëó÷èâà»à øòà àóòîìàòèçîâàòè âàæíî îäðåäèòè ïðèîðèòåòå.

Oïñåã òåñòîâà ó êîíòåêñòó ìèêðîñåðâèñíå àðõèòåêòóðå

Èìïëåìåíòàöèjà ìèêðîñåðâèñíå àïëèêàöèjå ïðåäñòàâ§à êîìïëèêîâàí ïðîöåñ ó êîì íà ðàçëè÷èòèì äåëîâèìà àïëèêàöèjà ÷åñòî ðàäå äóãà÷èjè òèìîâè. Äà áè öåëîêóïíà àïëèêàöèjà áèëà ïîóçàíà, ïîòðåáíî jå òåñòèðàòè ñâå »åíå

[2]Ïîjìîâè òåñòèðà»å èíòåãðàöèjà è èíòåãðàöèîíî òåñòèðà»å (åíã. integration testing) ñå ìîãó êîðèñòèòè êàî ñèíîíèìè.

äåëîâå ó èçîëàöèjè, êàî è èíòåãðàöèjå òèõ äåëîâà. Êîíà÷íî, ïîðåáíî jå òåñòèðàòè àïëèêàöèjó íà íà÷èí êàêî jå êîðèñíèê êîðèñòè, îäíîñíî öåëîêóïàí ñèñòåì èñòîâðåìåíî.

Ìèêðîñåðâèñíà àðõèòåêòóðà, çáîã ñâîjå ãðàíóëàðíîñòè, îìîãó£àâà àóòîìàòñêî òåñòèðà»å ðàçëè÷èòèõ äåëîâà àïëèêàöèjå ó ïîòïóíîj èçîëàöèjè, øòî ïðè êîðèø£å»ó ìîíîëèòíå àðõèòåêòóðå íèjå ìîãó£å. Îâî îìîãó£àâà áðæè ðàçâîj àïëèêàöèjå, åå£ó ïîóçàíîñò àëè è ìîãó£íîñò äà ñå ìîäåë ïèðàìèäå ó ïîòïóíîñòè ïðèìåíè íà ñèñòåì.

3.3 Òåñòèðà»å jåäèíèöà êîäà

Jåäèíè÷íî òåñòèðà»å ïðåäñòàâ§à ïðîâåðó èñïðàâíîñòè ïîjåäèíà÷íèõ ëîãè÷êèõ öåëèíà ó èçîëàöèjè. Öè§ òåñòîâà jå âåðèôèêîâàòè äà ñå ñâàêà jåäèíèöà êîäà ïîíàøà ó ñêëàäó ñà äåôèíèñàíèì çàõòåâèà. Îä ñâèõ âðñòà òåñòîâà, îâè òåñòîâè ñó íàjáðæè è íàj÷åø£å îäñòðà»ójó âåëèêè áðîj ðåøàêà.

Òåñòîâè jåäèíèöà êîäà ñå ìîãó ïèñàòè îäìàõ íàêîí, àëè è ïðå èìïëåìåíòàöèjå îäðå¢åíå ôóíêöèîíàëíîñòè, óêîëèêî ñå êîðèñòè ìåòîäîëîãèjà ðàçâîjà âî¢åíîã òåñòîâèà (åíã. Test Driven Development TDD). Îäãîâîðíîñò çà èìïëåìåíòàöèjó jåäèíè÷íèõ òåñòîâà íàj÷åø£å ïðåóçèìàjó ïðîãðàìåðè êîjè ñó ðàäèëè íà ñàìîj ôóíêöèîíàëíîñòè, jåð jå çà ïèñà»å òåñòîâà ÷åñòî ïîðåáíî òåõíè÷êî, àëè è äîìåíñêî çíà»å. Ïîçíàâà»å ãðàíèöà èçîëîâàíå ôóíêöèîíàëíîñòè îìîãó£àâà òåñòèðà»å jåäèíèöå çà ðàçëè÷èòå óëàçíå ïàðàìåòðå.

Êàêî áè ñå òåñòîâè jåäèíèöà êîäà èñïðàâíî àóòîìàòèçîâàëè, ïîðåáíî jå êîìïëåòíî îäñòðàíèòè çàâèñíîñò ñâàêå jåäèíèöå îä îñòàòêà ñèñòåìà ïðèëèêîì òåñòèðà»à. Ðåàëíè ïîäàöè îä êîjèõ çàâèñè ôóíêöèîíàëíîñò jåäèíèöå, çàìå»ójó ñå ½ëàæíèì ïîäàöèìà (åíã. mock data) êîjè ñó ïðåòõîäíî ïðèïðåìåíè. Êîðèø£å»å îâå òåõíèêå èìà âèøå ïðåäíîñòè. Îäñòðà»èâà»åì çàâèñíîñòè îìîãó£àâà ñå òåñòèðà»å êîìïëåêñíèõ êîìïîíåíòè àïëèêàöèjå êîjå çàâèñå îä ìíîãî óëàçíèõ ïàðàìåòàðà, àëè ñå è îìîãó£àâà íåçàâèñíî ðàçâèjà»å ôóíêöèîíàëíîñòè. Óêîëèêî jå ôîðìàò óëàçíèõ çàâèñíîñòè óíàïðåä ïîçíàò, jåäèíèöà ñèñòåìà ìîæå íåñìåòàíî èìïëåìåíòèðàòè íîâå ôóíöêèîíàëíîñòè êîðèñòå£è ïðåäâîèíèñàíå ïîäàòêå.

Jåäèíè÷íè òåñòîâè ñó íåèçîñòàâàí äåî íåïðåêèäíå èíòåãðàöèjå ñîôòâåðà (åíã. continuous integration) íà îñíîâó êîjå ñå íàêîí ñâàêå íîâå èçìåíå ïîêðå£å ñêóï àóòîìàòñêèõ òåñòîâà. Ïðîëàçå£è êðîç èòåðàöèjå èñïîðóêå ñîôòâåðà,

jåäèíè÷íèì òåñòîâèìà ñå îñèãóðàâà äà íè jåäíà íîâà èçìåíà íèjå óñëîâèëà ïàä íåêå îä ïîñòîjå£èõ jåäèíèöà ñèñòåìà.

3.4 Òåñòèðà»å èíòåãðàöèjà è ñåðâèñà

Èñïðàâàíî ôóíêöèîíèñà»å ëîãè÷êèõ öåëèíà ó èçîëàöèjè äîðèíñè óêóïíîj ïîóçäàíñòè ñèñòåìà, àëè íå ãàðàíòójå äà £å èíòåãðàöèjà òèõ öåëèíà èñïðàâîî ôóíêöèîíèñàòè. Òåñòîâè èíòåãðàöèjå ïðîâåðàâàjó êîìóíèêàöèjó èçìå¢ó âèøå jåäèíèöà êîäà ñà öè§åì äà ïðîíà¢ó ãðåøêå ó èíòåðôåjñèìà èíòåãðèñàíèõ êîìïîíåíòè.

Àóòîìàòèçàöèjà èíòåãðàöèîíèõ òåñòîâà îìîãó£àâà áðçó ïðîâåðó êîìóíèêàöèjå èçìå¢ó èçìå»åíèõ êîìïîíåíòè ó ïðîöåñó ðàçâîjà ñîôòâåðà. Êàêî îâà âðñòà òåñòîâà ïîêðèâà âå£å ëîãè÷êå öåëèíå, èçâðøàâà»å òåñòîâà jå ñïîðèjå ó îäíîñó íà jåäèíè÷íå òåñòîâå, ïà jå è áðîj òåñòîâà ìà»è.

Ïðè êîðèø£å»ó ìèêðîñåðâèñíå àðõèòåêòóðå, âèøå jåäèíöà êîäà èíòåãðèøå ñå ó jåäàí ñåðâèñ. Îâà èíòåãðàöèjà òåñòèðà ñå òåñòîâèìà ñåðâèñà, ãäå jå öè§ ïðîâåðèòè èñïðàâíîñò jàâíîã èíòåðôåjñà êîjè ñåðâèñ ïðóæà.

Êàî øòî jå ïðåòõîäíî íàâåäåíî, ìèêðîñåðâèñíà àðõèòåêòóðà ïîäàçóìåâà âåëèêó ãðàíóëàðíîñò ñèñòåìà è ñàìèì òèì çàõòåâà jàñàí íà÷èí êîìóíèêàöèjå èçìå¢ó ñâèõ äåëîâà ñèñòåìà. Êàêî ñå êîìóíèêàöèjà îäâèjà èçìå¢ó âèøå ñåðâèñà, ïîâå£àâà ñå çíà÷àj èíòåãðàöèîíèõ òåñòîâà. Òåñòîâè ïîjåäèíà÷íèõ ñåðâèñà, êàî è òåñòîâè èíòåãðàöèjà èçìå¢ó ðàçëè÷èòèõ ñåðâèñà, ïðåäñòàâ§àjó äîäàòíè íèâî ïîçäàíñòè êîjè ñå ïðè êîðèø£å»ó ìîíîëèòíå àðõèòåêòóðå íå îìîãó£àâà. Ïðîíà¢åíà ãðåøêà òà÷íî óêàçójå êîjà èíòåãðàöèjà òj. êîjè èíòåðôåjñ óíóòàð ñèñòåìà íå äàjå î÷åêèâàíå ðåçóëòàòå, øòî çíà÷àjíî îëàêøàâà ïðîöåñ åëèìèíàöèjå ãðåøêå.

3.5 Ñèñòåìñêî òåñòèðà»å

Ñèñòåìñêî òåñòèðà»å ïðåäñòàâ§à íàjêîìïëåêñíèjó âðñòó òåñòèðà»à jåð îîñìàòðà ñèñòåì êàî óíèôîðìíó öåëèíó. Òåñòîâè ïðîëàçå êðîç ñâå äåëîâå àïëèêàöèjå ïà ñå çáîã òîãà ÷åñòî íàçèâàjó è òåñòîâè ñ-êðàjà-íà-êðàj (åíã. end to end e2e). Ïðå ñèñòåìñêîã òåñòèðà»à îîòðåáíî jå òåñòèðàòè jåäèíèöå êîäà, êàî è èíòåãðàöèjå òèõ jåäèíèöà. Óïðêîñ âåëèêîj îîóçäàíîñòè ó êâàëèòåò ñîôòâåðà êîjó ïðóæàjó èíòåãðàöèîíè è jåäèíè÷íè òåñòîâè, êîðèø£å»åì ñâèõ

äåëîâà ñèñòåìà èñòîâðåìåíî ìîãó ñå ïðîíà£è ïðîáëåìè êîjè äðóãà÷èjå íèñó ìîãëè áèòè óî÷åíè.

Ïîñìàòðà»åì ñèñòåìà èç óãëà êðàj»åã êîðèñíèêà äîáèjà ñå ðåàëíà ñëèêà î òîìå êàêî ñå ñèñòåì êàî öåëèíà ïîíàøà. Ñèñòåìñêè òåñòîâè ñå ÷åñòî èçâðøàâàjó ìàíóåëíî jåð çàõòåâàjó êîðèñíè÷êî ðàçâîjíî îêðóæå»å è íèç êîìïëåêñíèõ àêöèjà êîjå îïèñójó ñëó÷àj óïîòðåáå ñèñòåìà. Ìå¢óòèì, àëàòèìà êîjè ñèìóëèðàjó êîðèñíè÷êî ïîíàøà»å ìîãó£å jå àóòîìàòèçîâàòè ïðîöåñ ñèñòåìñêîã òåñòèðà»à. Óñëåä êîìïëåêñíîñòè îâèõ òåñòîâà, âðåìå èçâðøâà»à jå çíàòíî â£å îä îñòàëèõ òèïîâà òåñòîâà ïà èõ çáîã òîãà íèjå ïðàêòè÷íî èìàòè ïðåâèøå. Ïðèëèêîì ïèñà»à òåñòîâà òðåáà îñèãóðàòè äà ñó èçàáðàíè ñëó÷àjåâè óïîòðåáå ðåïðåçåíòàòèâíè, îäíîñíî äà îñëèêâàâjó ðåàëíó óïîòðåáó àïëèêàöèjå. Ñëè÷íî êàî è êîä jåäèíè÷íèõ òåñòîâà, äåôèíèñà»å ñëó÷àjåâà óïîòðåáå êîjè £å ñå àóòîìàòèçîâàòè ìîæå ñå îäâèjàòè ïîñëå, àëè è ïðå èìïëåìåíòàöèjå ôóíêöèîíàëíîñòè.

Ñèñòåìñêè òåñòîâè èìàjó çíà÷àjíó óëîãó ó ìåòîäîëîãèjè àãèëíîã ðàçâîjà ñîôòâåðà. Ïîêðåòà»åì àóòîìàòñêèõ ñèñòåìñêèõ òåñòîâà ïðå ñâàêå èñïîðóêå îáåçáå¢ójå ñå ñèãóðíîñò ó òî äà ñâè ïîêðèâåíè ñëó÷àjåâè óïîòðåáå è äà§å ðàäå. Óêîëèêî òî íèjå ñëó÷àj, íàj÷åø£å ñå ãåíåðèøå èçâåøòàj êîjè ñàäðæè ñëèêó èëè ñêóï êîðàêà êîjè îïèñójå êàêî jå äî ãðåøêå äîøëî.

Êàêî ñå ñèñòåì ïðîjåêòîâàí êîðèø£å»åì ìèêðîñðåèñíå àðõèòåêòóðå ñàñòîjè îä ìíîãî äåëîâà êîjè ñå ÷åñòî íå ðàçâèjàjó èñòîâðåìåíî, ñèñòåìñêè òåñòîâè ïðåäñòàâ§àjó âðëî âàæàí êîðàê ó ðàçâîjó àïëèêàöèjå. Êàêî áè ñèñòåìñêè òåñò áèî èñïðàâíî èçâðøåí, âåëèêè áðîj íåçàâèñíèõ äåëîâà ìîðà ñèíõðîíî äà ôóíêöèîíèøå. Ó ïðàêñè ñå äåøàâà äà òåñò ïàäíå çáîã ðàçëîãà êîjè íèñó íóæíî âåçàíè çà ôóíêöèîíàëíîñò êîjà jå òåñòèðàíà, íïð. çáîã ïðèâðåìåíîã êàø»å»à îäãîâîðà ñåðâèñà. Òåñòîâè êîjè íåêàä ïðèjàâ§ójó ãðåøêó, à íåêàä íå, áåç äåòåðìèíèñòè÷êîã ïðàâèëà, íàçèâàjó ñå íåñòàáèëíè òåñòîâè (åíã. aky tests). Ïðèëèêîì ïàðàëåëíîã èçâðøâà»à âå£åã áðîjà ñëè÷íèõ òåñòîâà ÷åñòî äîëàçè äî íåñòàáèëíîñòè òåñòîâà, óñëåä ïðîáëåìà êîjè ñå jâå§àjó ïðèëèêîì êîðèø£å»à äå§åíèõ ðåñóðñà.

Íåñòàáèëíè òåñòîâè ïðåäñòàâ§àjó âåëèêè ïðîáëåì è öè§ èõ jå ó øòî â£îj ìåðè åëèìèíèñàòè. Èíôîðìàöèjà äà íåñòàáèëàí òåñò ïðèjàâ§ójå ãðåøêó ó ñèñòåìó, íå äîïðèíîñè ïîóçäàíîñòè, jåð ñó ðàçëîçè çáîã êîjåã òåñò ïàäà íâåçàíè çà òåñòèðàíó ôóíêöèîíàëíîñò. Óêîëèêî ñå ó ñêóïó òåñòîâà êîjè ñå èçâðøâàjó íàëàçè ìîãîã íåñòàáèëíèõ òåñòîâà, ãóáè ñå ïîâåðå»å ó âàëèäíîñò ðåçóëòàòà

òåñòîâà. Îâàj ôåíîìåí íàçèâà ñå íîðìàëèçàöèjà îäñòóïà»à.

Òåõíèêå òåñòèðà»à êîðèñíè÷êîã èíòåðôåjñà

Êàêî áè ñå ñèìóëèðàëî êîðèñíè÷êî ïîíàøà»å ïðè èçâðøàâà»ó òåñòîâà êîðèñòå ñå àëàòè ïîìóò ðàçâîjíèõ îêâèðà Playwright [18] è Selenium [30]. Ìîãó£å jå àóòîìàòèçîâàòè ñèñòåìñêå òåñòîâå ó ðàçëè÷èòèì ñèñòåìèìà àëè ó ñêëîïó îâîã ðàäà ôîêóñ £å áèòè íà âåá àïëèêàöèjàìà.

Ïîêðåòà»å ïðåãëåäà÷à ó êîì ñå èçâðøàâàjó òåñòîâè ðåãóëèøå êîðèø£åíè ðàçâîjíè îêâèð, î ÷åìó £å áèòè âèøå ðå÷è ó ïîãëàâ§ó 4.1. Ðàçâîjíè îêâèð ïðóæà ôóíêöèjå çà äîõâàòà»å äëåìåíàòà ñà ñòðàíèöå ïîìî£ó êîðèñíè÷êè äåôèíèñàíèõ ñåëåêòîðà. Ñåëåêòîðè ïðåäñòàâ§àjó øàáëîíå ïîìî£ó êîjèõ ñå îäðå¢åíè åëåìåíò ìîæå ëîöèðàòè íà ñòðàíèöè àïëèêàöèjå, îäíîñíî óóòàð DOM ñòàáëà êîjå ïðåòðàæèâà÷ ïðèêàçójå. Ñïåöèôè÷íè ðàçâîjíè îêâèðè ïîäðæàâàjó ðàçëè÷èòå òèïîâå ñåëåêòîðà. Íåêè îä »èõ ñó:

- CSS ñåëåêòîðè ëîöèðàjó åëåìåíòå ñòðàíèöå íà îñíîâó ñêóïà ïðàâèëà êîjà ñå êîðèñòå çà ñòèëèçîâà»å HTML eëåìåíàòa,
- xpath ñåëåêòîðè ëîöèðàjó åëåìåíòå ñòðàíèöå íà îñíîâó ïóòà»å êîjà äåôèíèøå ïóò êðîç XML îäíîñíî HTML ñòðàíó,
- òåêñòóàëíè ñåëåêòîðè ëîöèðàjó åëåìåíò íà îñíîâó òåêñòà êîjè ñå íàëàçè ó ñêëîïó åëåìåíòà.

Íàêîí øòî jå åëåìåíò íà ñòðàíèöè ïðîíà¢åí, ñëó÷àj óïîòðåáà àïëèêàöèjå èçâðøàâà ñå ïîìî£ó ôóíêöèjà êîjå äåôèíèøå èçàáðàíè àëàò. Êîðèø£å»åì áèáëèîòåêà çà âåðèôèêàöèjó ïðîâåðàâà ñå äà ëè jå ñëó÷àj óïîòðåáå èñïóíèî ïðåäåôèíñàíå çàõòåâå.

Ìîãàè ñëó÷àjåâè óïîòðåáå èìàjó ïðåêëàïàjó£å ñêóïîâå êîðàêà. Êàêî áè ñå åëèìèíèñàëà ðåäóíäàòíîñò ïðè ïèñà»ó ñèñòåìñêèõ òåñòîâà, ïðè ïðîjåêòîâà»ó îêâèðà çà òåñòèðà»å êîðèñòè ñå îájåêòíè ìîäåë ñòðàíèöå.

Îájåêòíè ìîäåë ñòðàíèöå

Îájåêòíè ìîäåë ñòðàíèöå êîðèñòè ïîñòóïàòå îájåêòíî-îðèjåíòèñàíèõ ìåòîäîëîãèjà, êîíêðåòíî, îñîáèíå èíòåðôåjñà è åíêàïñóëàöèjå êàêî áè ðàçäâîjèî øòà ñå òåñòèðà îä íà÷èíà òåñòèðà»à ñà öè§åì ñìà»å»à êîìïëåêñíîñòè. Çà

ñâàêó ñòðàíèöó àïëèêàöèjå èëè íåêè ñìèñëåí ôóíêöèîíàëàí äåî, ïðàâè ñå êëàñà êîjà ïðåäñòàâ§à èíòåðôåjñ çà óïðàâ§à»å òîì ñòðàíèöîì. Êëàñà ñàäðæè äåôèíèöèjå ñåëåêòîðà êîjè ñå íàëàçå íà äàòîj ñòðàíèöè, êàî è ìåòîäå ïîìî£ó êîjèõ ñå áàðàòà ñàìîì ñòðàíèöîì. Íà îâàj íà÷èí ñå ñâå èíôîðìàöèjå î ñòðàíèöè àïëèêàöèjå íàëàçå íà jåäíîì ìåñòó, ïà ñó èçìåíå ïðè àæóðèðà»ó òåñòîâà ìèíèìàëíå.

Òåñòîâè êîðèñòå äåôèíèñàíå êëàñå êàî èíòåðôåjñå çà èçâðøàâà»å êîðèñíè÷êèõ àêöèjà è jàñíî îñëèêàâàjó ñëó÷àj óïîòðåáå. Äåòà§è èìïëåìåíòàöèjå ñâàêîã êîðàêà ñëó÷àjà óïîòðåáå ñó ñàêðèâåíè, ïà jå ñòðóêòóðà òåñòà êîíöèçíà è jàñíà. Ãðàôè÷êè ïðèêàç ïðèìåðà èìïëåìåíòàöèjå îâîã àðõèòåêòóðàëíîã ìîäåëà ìîæå ñå âèäåòè íà ñëèöè 3.3. Ïðèìåð ïðåäñòàâ§à íà÷èí ìîäåëîâà»à ñâàêå îä òðè ñòðàíèöå àïëèêàöèjå êàî è êàêî ñå òå ñòðàíèöå êîðèñòå óíóòàð òåñòîâà. Êàî øòî jå ïðèêàçàíî, òåñòîâè ÷åñòî êîðèñòå âèøå ðàçëè÷èòèõ èíòåðôåjñà, jåð ñëó÷àj óïîòðåáå êîjè òåñòèðàjó îáóõâàòà âèøå ñòðàíèöà àïëèêàöèjå.

Ñëèêà 3.3: Îájåêòíè ìîäåë ñòðàíèöå

Ãëàâà 4

Èìïëåìåíòàöèjà è òåñòèðà»å àïëèêàöèjå Gelos

Ïðàêòè÷íè äåî ðàäà ïðåäñòàâ§à èìïëåìåíòàöèjó ìèêðîñåðâèñíå àïëèêà-öèjå, êàî è ñèñòåìà çà òåñòèðà»å òå àïëèêàöèjå. Öè§ àïëèêàöèjå jå ïðåòðàæè-âà»å è ïîìî£ ïðè èçáîðó ôèëìà îäíîñíî ê»èãå çà ÷èòà»å. Ïîñåáíà ïàæ»à ïðè èçðàäè àïëèêàöèjå ïîñâå£åíà jå ñèñòåìèìà çà òåñòèðà»å àïëèêàöèjå êàêî íà jåäèíè÷íîì, òàêî è íà èíòåãðàöèîííîì è ñèñòåìñêîì íèâîó. Àðõèòåêòó-ðàëíî ðåøå»å çà ñâàêè äåî îâîã ñèñòåìà jå îáà¢åíî ó ñêëîïó îâîã ïîãëàâ§à. Èçâîðíè ê oä àïëèêàöèjå è ñèñòåìà çà òåñòèðà»å ìîæå ñå âèäåòè íà GitHub ñòðàíèöè ïðîjåêòà [5].

4.1 Êðàòàê ïðåãëåä êîðèø£åíèõ òåõíîëîãèjà

Çà èçðàäó ìèêðîñåðâèñà êîðèø£åí jå ðàçâîjíè îêâèð Express.js [26] ïèñàí çà èçâðøíî îêðóæå»å Node.js [8]. Çà ñêëàäèøòå»å ïîäàòàêà êîðèø£åí jå ñèñòåì çà óïðàâ§à»å áàçîì ïîäàòàêà SQLite [24] ó êîìáèíàöèjè ñà àëàòîì çà îájåêòíî-ðåëàöèîííî ìàïèðà»å Sequelize [4].

Çà èçðàäó êëèjåíòñêå àïëèêàöèjå êîðèø£åía jå áèáëèîòåêà React [23]. Çà ñòèëèçîâà»å êîðèñíè÷êîã èíòåðôåjñà êîðèø£åí ðàçâîjíè îêâèð Tailwind [15].

Çà èçðàäó îêâèðà çà èíòåãðàöèîííî è ôóíêöèîíàëíî òåñòèðà»å ñèñòåìà êîðèø£åí jå ðàçâîjíè îêâèð Playwright [18] äîê jå çà ãåíåðèñà»å ëàæíèõ ïî-äàòàêà çà òåñòèðà»å êîðèø£åía áèáëèîòåêà MSW (åíã. Mock Service Worker) [33]. Ó ñêëîïó èçðàäå êîìïîíåíòíèõ è jåäèíè÷íèõ òåñòîâà êîðèø£åía jå áè-

áëèîòåêà React Testing Library [6] ó êîìáèíàöèjè ñà ðàçâîjíèì îêâèðîì Jest [28].

Îêðóæå»å Node.js

Node.js ïðåäñòàâ§à èçâðøíî îêðóæå»å êîjå îìîãó£àâà èçâðøàâà»å JavaScript êîäà âàí îêâèðà ïðåãëåäà÷à îäíîñíî íà ñàìîì ñåðâåðó. Ìîãó£íîñò äà ñå è êëèjåíòñêà è ñåðâåðñêà ñòðàíà àïëèêàöèjå ïèøó èñòèì ïðîãðàìñêèì jåçèêîì è ñàìèì òèì óáðçà ïðîöåñ ðàçâîjà àïëèêàöèjå, äîïðèíåëà jå âåëèêîj ïîïóëàðíîñòè jåçèêà. Èïàê, ãëàâíó îñîáèíó îâîã ðàçâîjíîã îêâèðà ïðåäñòàâ§à ìîãó£íîñò äà èçâðøàâà íåáëîêèðàjó£è, àñèíõðîí ê oä è òàêî åëèìèíèøå ïîðåáó çà ÷åêà»åì [32].

Ó ñêëîïó îâîã ïðîjåêòà êîðèø£åí jå è npm (åíã. node package manager) êîjè îìîãó£àâà jåäíîñòàâíó êîíòðîëó èíñòàëàöèjà è âåðçèjà êîðèø£åíèõ áèáëèîòåêà [22]. Êàêî ñå ïðîjåêàò ñàñòîjè èç âèøå íåçàâèñíèõ öåëèíà êîðèø£åíà jå ¼monorepo ñòðàòåãèjà çà êîíòðîëó âåðçèjà. Îâà ñòðàòåãèjà îìîãó£àâà ðàçâèjà»å âèøå íåçàâèñíèõ ïðîjåêàòà óíóòàð èñòîã ðåïîçèòîðèjóìà, êàî è íåçàâèñíî ïîêðåòà»å ñâàêîã îä äåëîâà ñèñòåìà [21].

Ðàçâîjíè îêâèð Express.js

Èíñïèðèñàí ðàçâîjíèì îêâèðîì Sinatra [19], Express.js ñå îäëèêójå ñâîjîì jåäíîñòàâîø£ó, óç ìîãó£íîñò äà êðîç ðàçëè÷èòå áèáëèîòåêå èñïóíè ñïåöè-îè÷íå çàõòåâå äïëèêàöèjå. Express.js ïðóæà ìèíèìàëàí ñêóï ôóíêöèîíàëíî-ñòè êîjå îìîãó£àâàjó jåäíîñòàâíó îáðàäó HTTP çàõòåâà, ðóòèðà»å è èíòåãðà-öèjó ñà ñèñòåìîì çà óïðàâ§à»å áàçàìà ïîäàòàêà [26].

Êàêî Express.js ïðåäñòàâ§à âåîìà íèñêó äïñòàêöèjó ïðîòîêîëà HTTP, èìà âðëî äîáðå ïåðôîðìàíñå, ïà jå çáîã òå îñîáèíå è ñâîjå jåäíîñòàâíñòè ïîñòàî ñòàíäàðäàí àëàò çà êðåèðà»å âåá ñåðâåðà è ïðîãðàìñêèõ èíòåðôåjñà àïëèêàöèjå óíóòàð îêðóæå»à Node.js [3].

Ñèñòåì çà óïðàâ§à»å áàçàìà ïîäàòàêà SQLite è áèáëèîòåêà Sequelize

SQLite jå ñèñòåì çà óïðàâ§à»å áàçàìà ïîäàòàêà íàïèñàí ó ïðîãðàìñêîì jåçèêó C. Äèçàjíèðàí jå òàêî äà áóäå ñòàáèëàí, áðç è êîìïàòèáèëàí ñà ðàçëè-

÷èòèì ïëàòôîðìàìà. Íàñóïðîò äðóãèì SQL-ñèñòåìèìà çà óïðàâ§à»å áàçàìà ïîäàòàêà, íåìà çàñåáàí ñåðâåðñêè ïðîöåñ. Áàçà ïîäàòàêà ÷óâà ñå óíóòàð jåäíå äàòîòåêå [24, 31]

Îájåêòíî-ðåëàöèîíî ìàïèðà»å ïðåäñòàâ§à òåõíèêó êîjà îîîãó£àâà äà ñå ïîäàöèìà èç áàçå ïîäàòàêà ïðèñòóïà êîðèñòå£è ïàðàäèãìó îájåêòíî îðèjåíòèñàíîã ïðîãðàìèðà»à. Îâà òåõíèêà îîîãó£àâà äà ñå ïîäàöèìà ïðèñòóïà êðîç îájåêòå îäíîñíî ìåòîäå òèõ îájåêàòà ïà ñå êîìïëèêîâàíè SQL-óïèòè àïñòðàõójó ó èíòóèòèâíå ïîçèâå ôóíêöèjà. ×åñòî ñå åëèìèíèøå ïîðåáà çà óïîðåáîì jåçèêà SQL ïà òî äîäàòíî óáðçâà ïðîöåñ ðàçâîjà ñîôòâåðà [16]. Sequelizejå áèáëèîòåêà çà îájåêòíî ðåëàöèîíî ìàïèðà»å êîjà jå çàñíîâàíà íà òåõíîëîãèjè Node.js è ïîäæàâà âåëèêè áðîj ñèñòåìà çà óïðàâ§à»å áàçàìà ïîäàòàêà ïîïóò Postgres, MySQL, MariaDB, Microsft SQL Server è SQLite [4].

Áèáëèîòåêà React

Áèáëèîòåêà React ïðåäñòàâ§à jåäíó îä íàjïîïóëàðíèjèõ JavaScript áèáëèîòåêà çà èçðàäó êîðèñíè÷êîã èíòåðôåjñà. Ïî÷èâà íà èäåjè äà ñå ñâàêà àïëèêàöèjà ñàñòîjè îä ñêóïà êîìïîíåíòè êîjå ïðåäñòàâ§àjó åíêàïñóëèðàíå öåëèíå. Ñâàêà êîìïîíåíòà ïðåäñòàâ§à âèä øàáëîíà ïà ñå ìîæå óïîòðåáèòè âèøå ïóòà ñà ðàçëè÷èòèì ïàðàìåòðèìà øòî ñìà»ójå ðåäóíäàíòíîñò íàïèñàíîã êîäà. Êàêî ñó êîìïîíåíòå jåäèíè÷íå öåëèíå îíå ó ñåáè ñàäðæå è ïðèêàç ñàìå êîìïîíåíòå ó âèäó HTML åëåìåíàòà è CSS ïðàâèëà, êàî è íà÷èí íà êîjè ñå òå êîìïîíåíòå ìå»àjó, ó âèäó JavaScript êîäà [23].

React ïðàâè âèðòóåëíî DOM (åíã. Document Object Model) ñòàáëî êîjå àæóðèðà ïðàâî DOM ñòàáëî ñàìî çà êîìïîíåíòå êîjå ñó ïðîìå»åíå ïðè íåêîj àêöèjè íà êîðèñíè÷êîì èíòåðôåjñó. Îâî îìîãó£àâà äà ñå ïðîìåíå äåøàâàjó áðæå è áåç àæóðèðà»à öåëå âåá ñòðàíèöå øòî îìîãó£àâà êðåèðà»å òàêîçâàíèõ jåäíîñòðàíè÷íèõ àïëèêàöèjà [23].

Ñàìà áèáëèîòåêà èìïëåìåíòèðà ñàìî îñíîâíå ôóíêöèîíàëíîñòè ïîðåáíå çà êðåèðà»å êîðèñíè÷êîã èíòåðôåjñà äîê ñå çà ôóíêöèîíàëíîñòè ïîïóò ðóòèðà»à îðàjó èíñòàëèðàòè äîäàòíå áèáëèîòåêå. Jåäíà îä òàêâèõ jå áèáëèîòåêà React router êîjà jå êîðèø£åíà ó ñêëîïó îâîã ïðîjåêòà [25].

Ðàçâîjíè îêâèð Tailwind

Ñòèëèçîâà»å ìîäåðíèõ âåá ñòðàíèöà êîjå ñå ïðèêàçójó äðóãà÷èjå ó îäíîñó íà âåëè÷èíó åêðàíà óðå¢àjà ïðåäñòàâà§à âåëèêè èçàçîâ ó ïðîöåñó ðàçâîjà âåá àïëèêàöèjå. Ïîjàâà CSS ðàçâîjíèõ îêâèðà êîjè ñàäðæå â£ ñòèëèçîâàíå øàáëîíå îìîãó£èëà jå jåäíîñòàâîí èìïëåìåíòèðà»å ìîäåðíîã êîðèñíè÷êîã èíòåðôåjñà. Êîðèø£å»åì åå£ îñòîjå£èõ øàáëîíà ãóáè ñå ìîãó£íîñò çà ïðàâ§å»åì jåäèíñòâåíîã êîðèñíè÷êîã èíòåðôåjñà ïà ñå è ïîðåä ðàçâîjíèõ îêâèðà êàî øòî jå Bootstrap êîðèñòå è ñòàíäàðäíà CSS ïðàâèëà [27].

Tailwind ïðåäñòàâ§à CSS ðàçâîjíè îêâèð êîjè ðåøàâà ïðîáëåì íà ìà»å ðåñòðèêòèâàí íà÷èí, çàäðæàâà áðçèíó è jåäíîñòàâíîñò ðàçâîjà êîjó ïðóæàjó ãîðå ïîìåíóòè ðàçâîjíè îêâèðè, à äîçâî§àâà ôëåêñèáèëíîñò êîjó ïðóæà êîðèø£å»å CSS ïðàâèëà. Òî ñå ïîñòèæå êîðèø£å»åì ïðåäåôèíèñàíèõ êëàñà êîjå ó ñåáè ñàäðæå âåëèêè áðîj ôóíêöèîíàëíîñòè êîjå îìîãó£àâàjó êîðèñíèêó äà ëàêî èìïëåìåíòèðà êîìïëåêñíå ïðîìåíå íà êîðèñíè÷êîì èíòåðôåjñó [15].

Ðàçâîjíè îêâèð Playwright

Playwright jå ðàçâîjíè îêâèð íàïðàâ§åí çà àóòîìàòèçàöèjó ñèñòåìñêèõ òåñòîâà. Îêâèð ïîäðæàâà âèøå ïðîãðàìñêèõ jåçèêà êàî øòî ñó Java, Python, C# è JavaScript [18].

Ñâàêè ïðåãëåäà÷ ñàäðæè ïîãîíñêè äåî êîjè jå îäãîâîðàí çà òðàíñôîðìè-ñà»å HTML òåêñòà ó ïðèêàç âåá ñòðàíèöå íà ñàìîì óðå¢àjó. Playwright êîðè-ñòè ïðîòîêîë DevTools êîjè îìîãó£àâà äèðåêòíó êîìóíèêàöèjó ñà ïîãîíñêèì äåëîì ïðåãëåäà÷à ó öè§ó èçâðøàâà»à òåñòîâà ó ïðåãëåäà÷ó [9]. Îâà îñîáèíà ÷èíè îêâèð çíàòíî áðæèì è ñòàáèëíèjèì îä êîíêóðåíòõ òåõíîëîãèjà êîjå êîðèñòå ïðîòîêîë WebDriver. [30, 2]. Îêâèð ïîäðæàâà èçâðøàâà»å íà ïðåãëåäà÷èìà êàî øòî ñó Chrome, Firefox è Safari , îäíîñíî »èõîâèì îãîíñêèì äåëîâèìà Chromium, Firefox è Webkit ðåñïåêòèâíî[18, 29, 1].

Jåäíà îä ãëàâíèõ îñîáèíà îêâèðà jå àóòîìàòñêî ÷åêà»å. Ïðå ñâàêå àêöèjå íàä åëåìåíòîì íà âåá ñòðàíèöè, ïðîâåðàâà ñå äà ëè jå åëåìåíò âèä§èâ è àêòè-âàí ïà ñå òåê îíäà íàñòàâ§à ñà èçâðøàâà»åì òåñòà. Îâî åëèìèíèøå ïîòðåáó çà èìïëèöèòíèì ÷åêà»èìà ó àóòîìàòñêèì òåñòîâèìà. Èìïëèöèòíà ÷åêà»à, îäíîñíî çàóñòàâ§à»å òåñòà íà ïðåäåôèíèñàí áðîj ñåêóíäè êàêî áè ñå îäðå¢åí åëåìåíò ó÷èòàî, ïðåäñòàâ§àjó ÷åñò óçðîê íåñòàáèëíèõ òåñòîâà. Àóòîìàòñêî ÷åêà»å òàêî¢å ñìà»ójå ïîòðåáó çà åêñïëèöèòíèì ÷åêà»èìà, êîjà çàóñòàâ§àjó

òåñò äîê îäðå¢åí óñëîâ íèjå èñïó»åí, jåð ñå âå£èíà ñòàíäàðäíî êîðèø£åíèõ óñëîâà àóòîìàòñêè ïðîâåðàâà ïðåä èíòåðàêöèjó ñà åëåìåíòîì. Ñìà»åí áðîj åêñïëèöèòíèõ ÷åêà»à ó òåñòó äîïðèíîñè òîìå äà òåñò áóäå êîíöèçàí è jàñàí.

Êîíêóðåíòíî èçâðøàâà»å òåñòîâà jå ïîäæàíî è jåäíîñòàâîî ñå èìïëåìåíòèðà óñëåä àñèíõðîíå ïðèðîäå îêâèðà Node.js. Îêâèð íå ïîäæàâà òåñòèðà»å íà ðåàëíèì ìîáèëíèì óðå¢àjèìà àëè ïîäæàâà åìóëàöèjó ïðåòðàæèâà÷à çà ìîáèëíå òåëåôîíå.

Óç àëàòå çà òåñòèðà»å êîðèñíè÷êîã èíòåðôåjñà, Playwright òàêî¢å ïðóæà àëàòå çà âèçóåëíî òåñòèðà»å, êîìïîíåíòîí òåñòèðà»å, è òåñòèðà»å ïðîãðàìñêèõ èíòåðôåjñà àïëèêàöèjå [18]. Íåêè îä òèõ àëàòà áè£å ïðèêàçàíè ó äà§åì òåêñòó.

Áèáëèîòåêà çà òåñòèðà»å React àïëèêàöèjà è áèáëèîòåêà Jest

Òåñòèðà»å ïîjåäèíà÷íèõ jåäèíèöà è êîìïîíåíòè ñèñòåìà êîjè êîðèñòè áèáëèîòåêó React ìîæå ñå ïîñòè£è êîðèø£å»åì áèáëèîòåêå çà òåñòèðà»å React àïëèêàöèjà (åíã. React testing library) [6]. Áèáëèîòåêà îìîãó£àâà òåñòèðà»å ïîjåäèíà÷íèõ ÷âîðîâà DOM ñòàáëà èç óãëà êîðèñíèêà. ÑâàêàReact êîìïîíåíòà ñå ïðåòâàðà ó DOM ÷âîð è ïîìî£ó JavaScript áèáëèîòåêå çà òåñòèðà»å Jest, ïðîâåðàâàjó ñå î÷åêèâàíå âðåäíîñòè óíóòàð ÷âîðà. Îâà áèáëèîòåêà ïðóæà ñèãóðíîñò äà ñå ïîäàöè ïðèêàçójó íà î÷åêèâàí íà÷èí áåç îáçèðà íà äðóãå äåëîâå ñèñòåìà, êàî è äà ðàçëè÷èòå jåäèíèöå ôóíêöèîíèøó óíóòàð êîìïîíåíòè êîjèìà ïðèïàäàjó [6, 28].

Áèáëèîòåêà MSW

Êàêî áè òåñòîâè áèëè ïîóçäàíè è ïîäàöè êîjè ñå êîðèñòå óíóòàð òåñòîâà ìîðàjó áèòè ïîóçäàíè. Òàêî¢å ïîòðåáíî jå òåñòèðàòè êëèjåíòñêè äåî àïëèêàöèjå íåçàâèñíî îä ñðåâåðñêîã äåëà.

MSW (åíã. Mock Service Worker) ïðåäñòàâ§à áèáëèîòåêó êîjà îìîãó£àâà äà ñåAPI ïîçèâè êîjè ñó óïó£åíè êà ñðåâåðñêîj ñòðàíè àïëèêàöèjå ïðåñðåòó è óìåñòî ïðàâèõ, êëèjåíòñêîj àïëèêàöèjè âðàòå ïðåäåôèíèñàíè ½ëàæíè îããîâîðè. Îâî îìîãó£àâà êàêî òåñòèðà»å êëèjåíòñêîã äåëà àïëèêàöèjå ó èçîëàöèjè, òàêî è îãó£íîñò íåçàâèñíîã ðàçâîjà êëèjåíòñêîã è ñðåâåðñêîã äåëà àïëèêàöèjå [33]. Äà áè îäãîâàðàjó£è API ïîçèâè áèëè ïðåñðåòíóòè ïîòðåáíî

jå äåôèíèñàòè òà÷êå jàâíîã èíòåðôåjñà è ïðåäåôèíèñàíå ïîäàòêå êîjè ñå øà§ó êëèjåíòñêîj ñòðàíè àïëèêàöèjå.

4.2 Àðõèòåêòóðà è äèçàjí àïëèêàöèjå

Ðàçâèjåíà àïëèêàöèjà ïîäå§åíà jå ó äâå öåëèíå, íà ñåðâåðñêè è êëèjåíòñêè äåî. Ñåðâåðñêè äåî àïëèêàöèjå îðãàíèçîâàí jå ó ìå¢óñîáíî íåçàâíèñíå ìèêðî-ñåðâèñå. Ñâàêè ìèêðîñåðâèñ èìà jàñíî äåôèíèñàí jàâíè èíòåðôåjñ ïîìî£ó êîã êëèjåíòñêà ñòðàíà àïëèêàöèjå ïðèñòóïà ðåñóðñèìà è ôóíêöèîíàëíîñòèìà êîjå ìèêðîñåðâèñ ïðóæà. Ïîäàöè êîjå ìèêðîñåðâèñè êîðèñòå îðãàíèçîâàíè ñó òàêî äà ñâàêè ìèêðîñåðâèñ èìà ñâîjó áàçó ïîäàòàêà. Êîìóíèêàöèjà èçìå¢ó ìèêðîñåðâèñà è êëèjåíòñêîã äåëà àïëèêàöèjå èçâðøàâà ñå êîðèø£å»åì HTTP ïðîòîêîëà. Ó íàñòàâêó îâå ñåöèjå áè£å äåòà§íèjå ïðèêàçàíè èìïëåìåíòàöèîíè äåòà§è êàî è àðõèòåêòóðàëíà ðåøå»à çà ñâàêè îä äåëîâà àïëèêàöèjå.

Ìèêðîñåðâèñè

Ñåðâåðñêè äåî àïëèêàöèjå ñàñòîjè ñå îä äâà íåçàâèñíà ìèêðîñåðâèñà Movies è Books. Àðõèòåêòóðà êîðèø£åíà ïðè èìïëåìåíòàöèjè îáà ìèêðîñåðâèñà jå Ïðåçåíòàöèjà-Àïëèêàöèjà-Êîíòðîëåð ïà jå ñòðóêòóðà ïðîjåêòà ïîä§åíà ó îäãîâàðàjó£å öåëèíå:

1. Ïîêðåòà»å è jàâíè èíòåðôåjñ ìèêðîñåðâèñà (ó êîðåíè äèðåêòîðèjóì):
   - Äàòîòåêà index.js ïîêðå£å ïðåòõîäíî äåôèíèñàí ñåðâåð íà îäãî-âàðàjó£åì ïîðò.
   - Äàòîòåêà server.js äåôèíèøå jàâíè èíòåðôåjñ êîjè ïðåäñòàâ§à ïðåçåíòàöèîíè ñëîj ìèêðîñåðâèñà.
2. Ðóòåðè (ó äèðåêòîðèjóì routers) ïîâåçójó äîáèjåíå HTTP çàõòåâå ñà êîìïîíåíòàìà êîjå ñó îäãîâîðíå çà îáðàäó òèõ çàõòåâà.
3. Êîíòðîëåðè (ó äèðåêòîðèjóì controllers) èìïëåìåíòðàjó ïîñëîâíó ëîãèêó ìèêðîñåðâèñà òàêî øòî îáðà¢ójó çàõòåâå è äåëåãèðàjó îïåðàöèjå äîìåíñêèì ìîäåëèìà.
4. Îïèñè è ìåòîäå çà èíèöèjàëèçàöèjó ìîäåëà (ó äèðåêòîðèjóì models) äåôèíèøó ïî§à ìîäåëà è èìïëåìåíòèðàjó ìåòîäå êîjå ó÷èòàâàjó è

ïàðñèðàjó ïîäàòêå èç áàçå ïîäàòàêà. Ïðåäñòàâ§àjó ñëîj àïñòðàêöèjå ìèêðîñåðâèñà.

5. Êîíôèãóðàöèjà ñèñòåìà çà óïðàâ§à»å áàçîì ïîäàòàêà (ó äèðåêòîðèjóì services) êîíôèãóðèøå îájåêòíî-ðåëàöèîíî ìàïèðà»å è ïóòà»ó äî ôàjëà ó êîì ñå íàëàçè áàçà ïîäàòàêà.

Èñòà àðõèòåêòóðà ïðè èìïëåìåíòàöèjè ìèêðîñåðâèñà íàìå£å ñëè÷íó ñòðóêòóðó ñòàáëà äèðåêòîðèjóìà. Íà ñëèöè 4.1 ïðåäñòàâ§åíî jå ñòàáëî äèðåêòîðèjóìà ìèêðîñåðâèñà Movies êîjå îáóõâàòà êàêî èìïëåìåíòàöèîíå äåëîâå, òàêî è jåäèíè÷íå òåñòîâå ñåðâèñà.

Ñëèêà 4.1: Ñòàáëî äèðåêòîðèjóìà ñåðâèñà Movies

Ñåðâèñ Movies

ÑåðâèñMovies, îäíîñíî ñåðâèñ ôèëìîâà, jå ñåðâèñ çàäóæåí çà óïðàâ§à»å ïîäàöèà î ôèëìîâèà è îöåíàà çà òå ôèëìîâå. Äîìåíñêè ìîäåë îâîã ñåðâèñà íàëàçè ñå íà ñëèöè 4.2. ÅíòèòåòTitle ñàäðæè ïîäàòêå î ôèëìó êàî øòî ñó èìå, ãîäèíà ñíèìà»à, áðîj ìèíóòà è æàíð ôèëìà, äîê åíòèòåò Rating ñàäðæè èíôîðìàöèjå î ïðîñå÷íîj îöåíè êàî è î áðîjó êîðèñíèêà êîjè ñó äàëè îöåíó çà ôèëì íà ñàjòó IMDB [11]. Êàêî jå ñêóï ïîäàòàêà êîðèø£åí ó îâîì ðàäó ïðåóçåò ñà ïîìåíóòîã ñàjòà, ñòðóêòóðà áàçå ïîäàòàêà ïðèëàãî¢åíà jå äîñòóïíèì ïîäàöèà.

Ñëèêà 4.2: Äîìåíñêè ìîäåë ñåðâèñà Movies

Ñåðâèñ ïðóæà jàâíè èíòåðôåjñ ïîìî£ó êîã jå ìîãó£å äîáèòè èíôîðìàöèjå î ñâèì ôèëìîâèà, î ñïåöèôè÷íîì ôèëìó íà îñíîâó »åãîâîã èäåíòèôèêàòîðà êàî è äîáèòè ëèñòó ôèëìîâà íà îñíîâó óïèòà. Òàêî¢å, ìîãó£å jå èçìåíèòè îöåíó ôèëìà êàî è îáðèñàòè íåæå§åíè ôèëì èç áàçå ïîäàòàêà. Îäãîâîðè êîjå èíòåðôåjñ ïðóæà ïðåäñòàâ§åíè ñó ó ôîðìàòó JSON (åíã. JavaScript Object Notation). Äåòà§íèjè îïèñ èíòåðôåjñà ïðèêàçàí jå ó òàáåëè 4.1.

Òàáåëà 4.1: Îïèñ jàâíîã èíòåðôåjñà ñåðâèñà Movies

Îïèñ	Ïàðàìåòðè	Îäãîâîð ïðè óñïåøíîj îáðàäè
GET api/v1/version		
Äîõâàòà»å àêòóåëíå âåðçèjå èíòåðôåjñà		version òðåíóòíà âåðçèjà èíòåðôåjñà
GET api/v1/movies		
Äîõâàòà»å èíôîðìàöèjà î ñâèì äîñòóïíèì ôèëìîâèìà	pagå áðîj ñòðàíèöå ðåçóëòàòà (oïöèîíî) size áðîj ôèëìîâà íà ñòðàíèöè (îïöèîíî)	data îájåêàò êîjè ñàäðæè ëèñòó ôèëìîâà ñà îöåíàìà meta îájåêàò êîjè ñàäðæè èíôîðìàöèjå î äîñòóïíèì ïîäàöèìà
GET api/v1/movies/:id		
Äîõâàòà»å èíôîðìàöèjà î ñïåöèôè÷íîì ôèëìó	id èäåíòèôèêàòîð ôèëìà (îáàâåçíî)	data îájåêàò êîjè ñàäðæè èíôîðìàöèjå î ñïåöèôè÷íîì ôèëìó
PUT api/v1/movies/:id		
Èçìåíà èíôîðìàöèjà î îöåíè ôèëìà	id èäåíòèôèêàòîð ôèëìà (îáàâåçíî) Òåëî çàõòåâà (json): rating íîâà îöåíà ôèëìà (îáàâåçíî)	data îájåêàò êîjè ñàäðæè èíôîðìàöèjå î ñïåöèôè÷íîì ôèëìó ñà èçìå»åíîì îöåíîì
DELETE api/v1/movies/:id		
Áðèñà»å ôèëìà èç áàçå ïîäàòàêà	id èäåíòèôèêàòîð ôèëìà (îáàâåçíî)	îájåêàò êîjè ñàäðæè èíôîðìàöèjå î áðîjó îáðèñàíèõ ôèëìîâà
GET api/v1/movies/search		
Ïðåòðàãà ôèëìîâà íà îñíîâó èìåíà ôèëìà	pagå áðîj ñòðàíèöå ðåçóëòàòà (oïöèîíî) size áðîj ôèëìîâà íà ñòðàíèöè (îïöèîíî) query ê§ó÷íà ðå÷ çà ïðåòðàãó (îáàâåçíî)	data îájåêàò êîjè ñàäðæè ëèñòó ôèëìîâà meta îájåêàò êîjè ñàäðæè èíôîðìàöèjå î äîñòóïíèì ïîäàöèìà
GET api/v1/ratings		
Äîõâàòà»å ñâèõ îöåíà ôèëìîâà	pagå áðîj ñòðàíèöå ðåçóëòàòà (oïöèîíî) size áðîj ôèëìîâà íà ñòðàíèöè (îïöèîíî)	data îájåêàò êîjè ñàäðæè ëèñòó o îöåíà ôèëìîâà ñà »èõîâèì íàñëîâîì meta îájåêàò êîjè ñàäðæè èíôîðìàöèjå î äîñòóïíèì ïîäàöèìà

Ñåðâèñ Books

Ñåðâèñ Books, îäíîñíî ñåðâèñ ê»èãà, jå ñåðâèñ çàäóæåí çà óïðàâ§à»å ïîäàöèìà î ïîïóëàðíèì ê»èãàìà. Ñåðâèñ îìîãó£àâà ïðåòðàãó ïîïóëàðíèõ íàñëîâà, êàî è äîáèjà»å èíôîðìàöèjà î àóòîðó, îöåíè íàñëîâà è äðóãèõ èíôîðìàöèjà î ê»èãàìà. Äîìåíñêè ìîäåë îâîã ñåðâèñà íàëàçè ñå íà ñëèöè 4.3. Ñåðâèñ ïðóæà ïðîãðàìñêè äåôèíèñàí èíòåðôåjñ êîjè îìîãó£àâà èçëèñòàâà»å öåëîêóïíå ëèñòå ê»èãà êîjå ñå íàëàçå ó áàçè ïîäàòàêà, êàî è ïðåòðàãó ïî íàñëîâèìà. Èíòåðôåjñ òàêî¢å îìîãó£àâà èçìåíó îöåíå äîñòóïíå ê»èãå êàî è êðåèðà»å íîâå èëè áðèñà»å ïîñòîjå£å ê»èãå èç áàçå ïîäàòàêà.

Ñåðâèñ ê»èãà èìà âðëî ñëè÷àí jàâíè èíòåðôåjñ êàî è ñåðâèñ ôèëìîâà, àëè çáîã ðàçëèêà ó äîìåíèìà è êîëè÷èíè ïîäàòàêà ñà êîjèìà ðàñïîëàæó, îâàj ñåðâèñ ó ñêëîïó èñòå òàáåëå ñàäðæè èíôîðìàöèjå î ê»èãàìà è èíôîðìàöèjå î îöåíàìà òèõ ê»èãà. Îããîâîðè êîjå èíòåðôåjñ ïðóæà ïðåäñòàâ§åíè ñó ó ôîðìàòó JSON. Ïîäàöè êîðèø£åíè ó ñêëîïó îâîã ðàäà ïðåóçåòè ñó ñà ñàjòà Goodreads[10]. Äåòà§àí îïèñ ôóíêöèîíàëíîñòè êîjå ìèêðîñåðâèñ ïðóæà ìîæå ñå âèäåòè ó òàáåëè 4.2.

Ñëèêà 4.3: Äîìåíñêè ìîäåë ñåðâèñà Books

Òàáåëà 4.2: Îïèñ jàâíîã èíòåðôåjñà ñåðâèñà Books

Oïèñ	Ïàðàìåòðè	Îäãîâîð ïðè óñïåøíîj îáðàäè
GET api/v1/version		
Äîõâàòà»å àêòóåëíå âåðçèjå èíòåðôåjñà		version òðåíóòíà âåðçèjà èí-òåðôåjñà
GET api/v1/books/		
Äîõâàòà»å èíôîðìà-öèjà î ñâèì äîñòóïíèì ê»èãàìà	pagå áðîj ñòðàíèöå ðåçóëòàòà (oïöèîíî) size áðîj ê»èãà íà ñòðàíèöè (îïöèîíî)	data îájåêàò êîjè ñàäðæè ëè-ñòó ê»èãà meta îájåêàò êîjè ñàäðæè èí-ôîðìàöèjå î äîñòóïíèì ïîäà-öèìà
PUT api/v1/books/:id		
Èçìåíà èíôîìàöèjà î îöåíè ê»èãå	id èäåíòèôèêàòîð ê»èãå (îáàâåçíî) Òåëî çàõòåâà: rating íîâà îöåíà ê»èãå	èíôîðìàöèjå î ê»èçè ñà èçìå-»åíîì îöåíîì
DELETE api/v1/books/:id		
Áðèñà»å èíôîðìàöèjà î ê»èçè èç áàçå ïîäà-òàêà	id èäåíòèôèêàòîð ê»èãå (îáàâåçíî)	áðîj îáðèñàíèõ ê»èãà èç áàçå ïîäàòàêà
POST api/v1/books/:id		
Êðåèðà»å èíôîðìà-öèjà î íîâîj ê»èçè	id èäåíòèôèêàòîð ê»èãå (îáàâåçíî) Òåëî çàõòåâà: title íàñëîâ ê»èãå (îáàâåçíî) authors àóòîðè ê»èãå (îáàâåçíî) isbn ìå¢óíàðîäíè ñòàíäàðäíè áðîj ê»èãå (îáàâåçíî ïî§å) publisher èçäàâà÷êà êó£à (îáàâåçíî)	èíôîðìàöèjå î íîâîj ê»èçè
GET api/v1/books/search		
Ïðåòðàãà ê»èãà íà îñíîâó íàñëîâà ê»èãå	pagå áðîj ñòðàíèöå ðåçóëòàòà (oïöèîíî) size áðîj ê»èãà íà ñòðàíèöè (îïöèîíî) query ê§ó÷íà ðå÷ çà ïðåòðàãó (îáàâåçíî)	data îájåêàò êîjè ñàäðæè ëè-ñòó ê»èãà meta îájåêàò êîjè ñàäðæè èí-ôîðìàöèjå î äîñòóïíèì ïîäà-öèìà

Këèjåíòñêà àïëèêàöèjà

Ó ñêëîïó ïðîjåêòà íàïðàâ§åíà jå êëèjåíòñêà àïëèêàöèjà êîjà êîðèñòè ôóêöèîíàëíîñòè êîjå èìïëåìåíòèðàíè ìèêðîñåðâèñè ïðóæàjó. Çà èìïëåìåíòàöèjó êîðèø£åíà jå áèáëèîòåêà React êàî è ïîìî£ía áèáëèîòåêa React router [25]. Àïëèêàöèjà jå ïîäå§åíà íà êîìïîíåíòå êîjå ïðåäñòàâ§àjó èçîëîâàíå öåëèíå ñèñòåìà è ó ñåáè ñàäðæå ëîãèêó è âèçóåëíè ïðèêàç äåëà àïëèêàöèjå. Ñòàáëî äèðåêòîðèjóìà êëèjåíòñêå àïëèêàöèjå ïðèêàçàíî jå íà ñëèöè 4.4.

Ñëèêà 4.4: Ñòàáëî äèðåêòîðèjóìà êëèjåíòñêå àïëèêàöèjå

Öåíòðàëíè äåî õèjåðàðõèjñêå ñòðóêòóðå àïëèêàöèjå èìïëåìåíòèðàí jå ó êîìïîíåíòè App. Îíà ñâàêó êîìïîíåíòó ïðèêàçójå óíóòàð êîìïîíåíòå Layout êîjà äåôèíèøå ðàñïîðåä êîìïîíåíòè íà ñòðàíèöè, è èçíàä è èñïîä ñâàêå ñòðàíèöå ïðèêàçójå êîìïîíåíòó Header è Footer ðåñïåêòèâíî. Header èìïåìåíòèðà çàãëàâ§å êîjå ñàäðæè ìåíè çà íàâèãàöèjó, äîê Footer ïðåäñòàâ§à ïîäíîæjå ñòðàíèöå. Êîðèø£å»åì áèáëèîòåêå React router, êîìïîíåíòà App ïðèêàçójå îäãîâàðàjó£ó ñòðàíèöó ó çàâèñíîñòè îä URL ïóòà»å. Óêîëèêî jå ïóòà»à íåèñïðàâíà áè£å ïðèêàçàíà êîìïîíåíòà Page404êîjà êîðèñíèêà îáàâåøòàâà î íåèñïðàâíî óíåøåíîj ïóòà»è.

ÃËÀÂÀ 4. ÈÌÏËÅÌÅÍÒÀÖÈJÀ È ÒÅÑÒÈÐÀ›Å ÀÏËÈÊÀÖÈJÅ GELOS

Ñòðàíèöå èíòåãðèøó âèøå êîìïîíåíòè è èìïëåìåíòèðàjó êîìóíèêàöèjó ñà ñåðâåðñêèì äåëîì àïëèêàöèjå. Ñòðàíèöà Homepageïðåäñòàâ§à ïîëàçíó òà÷êó êëèjåíòñêå àïëèêàöèjå è ïðèêàçójå âèøå ïðåçåíòàöèîíèõ êàðòèöà êîjå êîðèñòå ïîäàòêå äåôèíèñàíå ó contents äèðåêòîðèjóìó. Íàâèãàöèjîì êðîç ïðåçåíòàöè-îíe êàðòèöe èëè êðîç ãîð»è ìåíè çà íàâèãàöèjó êîðèñíèê ñå ïðåóñìåðàâà íà íåêó îä ñòðàíèöà.

Ñòðàíèöà MoviesPageîìîãó£àâà êîðèñíèêó ïðåçåíòàöèjó êàî è ïðåòðàãó îöå»åíèõ ôèëìîâà. Êîìïîíåíòà MoviesPageêîðèñòè jàâíè èíòåðôåjñ Movies ñåðâèñà è ó ñêëàäó ñà êîðèñíè÷êèì óíîñîì ïîäàòàêà ïðèêàçójå ëèñòó ôèëìîâà îäíîñíî êîìïîíåíòè Movie. Ó ñêëîïó îâå ñòðàíèöå èìïëåìåíòèðàíî jå è ïðèêàçèâà»å âèøåñòðàíè÷íèõ ðåçóëòàòà óïèòà êðîç êîìïîíåíòó Pagination. Àíàëîãíî, ñòðàíèöà BooksPageïðèêàçójå ëèñòó ê»èãà è îîîãó£àâà ïðåòðàãó ê»èãà ïî »èõîâîì íàñëîâó êîðèñòå£è jàâíè èíòåðôåjñ Books ñåðâèñà. Îáå êîìïîíåíòå êîðèñòå êîìïîíåíòó SearchBar êîjà ðåãóëèøå óíîñ íàñëîâà çà ïðåòðàãó. Ïðàçàí óíîñ ó ïî§å çà ïðåòðàãó êîðèñíèêó âðà£à èíèöèjàëàí ñêóï ïîäàòàêà.

Ñòðóêòóðà äèðåêòîðèjóìà êëèjåíòñêå àïëèêàöèjå îñëèêàâà ôóíêöèîíàëíîñò ñâàêå îä êîìïîíåíòè àïëèêàöèjå. Êîìïîíåíòå êîjå ïðåäñòàâ§àjó ñòðàíèöå àïëèêàöèjå íàëàçå ñå ó äèðåêòîðèjóìó pages äîê ñå êîìïîíåíòå êîjå ïðåäñòàâ§àjó äåëîâå ñòðàíèöà íàëàçå ó äèðåêòîðèjóìó components Èñê§ó-÷àî ïðåçåíòàöèîíå êîìïîíåíòå ïîóò Loading èëè Icons êîìïîíåíòè íàëàçå ñå ó äèðåêòîðèjóìó ui. Ïîðåä êîíôèãóðàöèîíèõ äàòîòåêà ó ñêëîïó àïëèêàöèjå ñå íàëàçå è ñèñòåì çà òåñòèðà»å àïëèêàöèjå êàî è ñèñòåì çà ïðåñðåòà»å API ïîçèâà î êîjèìà £å áèòè ðå÷è ó íàðåäíîì ïîãëàâ§ó. Ãðàôè÷êè ïðèêàç êëèjåíòñêå àïëèêàöèjå ïðèêàçàí jå íà ñëèêàìà 4.5 è 4.6

Ñëèêà 4.5: Êëèjåíòñêà àïëèêàöèjà Gelos ïî÷åòíè åêðàí

Ñëèêà 4.6: Êëèjåíòñêà àïëèêàöèjà Gelos åêðàí movies

4.3 Àóòîìàòñêî òåñòèðà»å àïëèêàöèjå

Ñèñòåì çà òåñòèðà»å àïëèêàöèjå èìïëåìåíòèðàí jå íà âèøå íèâîà, ïà ñó ó ñêëîïó ïðîjåêòà äåôèíèñàíè jåäèíè÷íè, èíòåãðàöèîíè è ñèñòåìñêè òåñòîâè. Ñâàêà âðñòà òåñòîâà äîïðèíîñè ïîóçäàíñòè öåëîêóíå àïëèêàöèjå è îìîãó£àâà ëàêî íàëàæå»å ïðîáëåìà ïðè ðàçâîjó íîâèõ èëè èçìåíàìà ïîñòîjå£èõ ôóíêöèîíàëíîñòè.

Jåäèíè÷íèì òåñòîâèìà ïðîâåðåíà jå èñïðàâíîñò ñâàêå ôóíêöèîíàëíå êîìïîíåíòå êëèjåíòñêå àïëèêàöèjå ó èçîëàöèjè, óç ïîìî£ ñèñòåìà çà ïðåñðåòà»å API ïîçèâà. Ñòðàíèöå àïëèêàöèjå êàî è ìà»å êîìïîíåíòå êîjå ÷èíå òå ñòðàíèöå ïîêðèâåíå ñó òåñòîâèìà ïà jå óêóïíî èìïëåìåíòèðàíî ÷åòðäåñåò ïåò jåäèíè÷íèõ òåñòîâà êëèjåíòñêîã äåëà àïëèêàöèjå. Ôóíêöèîíàëíîñò ñâàêîã îä ìèêðîñåðâèñà ïðîâåðåíà jå jåäèíè÷íèì òåñòîâèìà êîíòðîëåðà, ïà jå çà ñâàêè ñåðâèñ èìïëåìåíòèðàíî äåñåò òåñòîâà.

Èíòåãðàöèjà êëèjåíòñêå àïëèêàöèjå è ìèêðîñåðâèñà ïðîâåðàâà ñå òåñòîâèìà äåôèíèñàíèì ó äèðåêòîðèjóìó integration. Òåñòîâè ñó ãðóïèñàíè ó äâà ñêóïà ó çàâèñíîñòè îä èíòåãðàöèjå êîjó òåñòèðàjó, à ñâàêà ãðóïà ñå ñàñòîjè îä îñàì ðàçëè÷èòèõ òåñòîâà, ïà jå óêóïíî èìïëåìåíòèðàíî øåñíàåñò òåñòîâà.

Êàêî jå ïîðåáíî òåñòèðàòè àïëèêàöèjó íà íà÷èí êàêî jå êîðèñíèê êîðèñòè, èìïëåìåíòèðàíè ñó òåñòîâè êîjè òåñòèðàjó öåëîêóïàí ñèñòåì. Òåñòîâè ñó äåôèíèñàíè ó äèðåêòîðèjóìó e2e è ïîêðèâàjó íàj÷åø£å ñëó÷àjåâå óïîðåáåå. Èìïëåìåíòèðàíî jå äâàäåñåò äâà òåñòà êîjè ñå èçâðøàâàjó íà òðè ðàçëè÷èòà ïðåòðàæèâà÷à. Òåñòîâè ñó ïîäå§åíè ó ïåò ãðóïà ó çàâèñíîñòè îä ôóíêöèîíàëíîñòè êîjó ïðîâåðàâàjó.

Ñâàêè ìèêðîñåðâèñ, êàî è êëèjåíòñêè äåî àïëèêàöèjå, ñàäðæè äèðåêòîðèjóì test, ó êîì ñå íàëàçå jåäèíè÷íè òåñòîâè îäãîâîðíè çà òàj äåî ñèñòåìà. Ñòàáëî äèðåêòîðèjóìà èíòåãðàöèîíèõ è ñèñòåìñêèõ òåñòîâà ïðèêàçàíî jå íà ñëèöè 4.7.

Ó íàñòàâêó îâå ñåöèjå áè£å äåòà§íî ïðèêàçàíè èìïëåìåíòàöèîíè äåòà§è àóòîìàòñêèõ òåñòîâà íà ðàçëè÷èòèì íèâîèìà, äîê £å íà êðàjó ïîãëàâ§à áèòè ðå÷è î âðåìåíñêèì îêâèðèìà èçâðøàâà»à òåñòîâà.

Jåäèíè÷íî òåñòèðà»å àïëèêàöèjå

Êàêî jåäèíè÷íî òåñòèðà»å àïëèêàöèjå ïðåäñòàâ§à ïðîâåðó èñïðàâíîñòè ïîjåäèíà÷íèõ ëîãè÷êèõ öåëèíà ó èçîëàöèjè ïîòðåáíî jå äåôèíèñàòè òå öåëèíå

Ñëèêà 4.7: Ñòàáëî äèðåêòîðèjóìà èíòåãðàöèîíèõ è ñèñòåìñêèõ òåñòîâà

è îêðóæå»å ó êîjåì èõ jå ìîãó£å òåñòèðàòè. Ñâàêà îä React êîìïîíåíòè ìîæå ñå ïîñìàòðàòè êàî èçîëîâàí äåî êëèjåíòñêå àïëèêàöèjå. Òåñòèðà»å îâèõ êîìïîíåíòè ó èçîëàöèjè ìîãó£å jå ñàìî óç îäñòðà»èâà»å çàâèñíñòè îä îñòàòêà ñèñòåìà. To ñå ïîñòèæå êîðèø£å»åì áèáëèîòåêå çà òåñòèðà»å React àïëèêàöèjà è áèáëèîòåêå MSW.

Òåñòèðà»å ñâàêå êîìïîíåíòå ñàñòîjè ñå îä ãåíåðèñà»à DOM ñòàáëà çà òó êîìïîíåíòó, è ïðîâåðå äà ëè ñå êîìïîíåíòà ïðèêàçójå è ìå»à ó ñêëàäó ñà ïðåäâîèíèñàíèì î÷åêèâà»èìà. Òåñòîâè ñó ðàäè ïðåãëåäíîñòè íàçâàíè èäåíòè÷íî êàî è êîìïîíåíòå êîjå òåñòèðàjó óç íàñòàâàê .test.

Ó íàñòàâêó jå ïðåäñòàâ§åí êoä êîjè òåñòèðà êîìïîíåíòó SearchBar îäíî-ñíî ïî§å çà ïðåòðàãó ôèëîâà èëè ê»èãà. Íàêîí ãåíåðèñà»à DOM ñòàáëà êîìïîíåíòå (ëèíèjà 5), ïðîâåðàâà ñå äà ëè ñå ïî§å çà óíîñ è äóãìå çà ïðåòðàãó íàëàçå óíóòàð ñòàáëà (ëèíèjå 9 è 10). Ïîñëå óíîñà òåêñòà ó ïî§å ïðîâåðàâà ñå äà ëè jå âðåäíîñò èñïðàâîî óíåòà ó ïî§å (ëèíèjà 13). Íà îâàj íà÷èí ñå òåñòèðà ôóíêöèîíàëíîñò ïî§à çà óíîñ áåç îáçèðà íà ðåçóëòàòå ïðåòðàãå èëè äðóãå êîìïîíåíòå êîjå ñå êîðèñòå ó êîìáèíàöèjè ñà SearchBar êîìïîíåíòîì.

```
1  import { fireEvent, render, screen } from "@testing-library/react";
2  import SearchBar from "../components/SearchBar.jsx";
3
4  test("Search bar unit test", async () => {
5    render(<SearchBar></SearchBar>);
6    let searchField = screen.getByPlaceholderText("Search by title");
7    let searchButton = screen.getByRole('button')
8
9    expect(searchField).toBeInTheDocument();
10   expect(searchButton).toBeInTheDocument();
11
12   fireEvent.change(searchField, { target: { value: "Some random query"
         } });
13   expect(searchField.value).toBe("Some random query");
14 });
15 }
```

Ïðèìåð êîäà 4.1: Jåäèíè÷íî òåñòèðà»å SearchBar êîìïîíåíòà

Àíàëîãíî çà ñâàêó îä jåäèíè÷íèõ êîìïîíåíòè êîjå èìà ñìèñëà òåñòèðàòè ïîïóò êîìïîíåíòè êîjå ñó îäãîâîðíå çà ïðèêàçèâà»å ïîjåäèíà÷íå ê»èãå (Book) îäíîñíî ôèëìà (Movie), ïîêðå£å ñå òåñò êîjè ïðîâåðàâà èñïðàâíî ãåíåðèñà»å DOM ñòàáëà çà ïðåäåôèíèñàíå ïîäàòàêå. Ïîêðåòà»åì îâèõ òåñòîâà ñìà»ójå ñå ìîãó£íîñò íåèñïðàâíîã ïðèêàçà êîìïîíåíòè êàêî çà èñïðàâíå òàêî è çà íåèñïðàâíå óíîñå.

Êàêî ñó ìèêðîñåðâèñè íåçàâèñíå öåëèíå ó îäíîñó íà êëèjåíòñêó àïëèêàöèjó, ïîòðåáíî èõ jå äåòà§íî òåñòèðàòè. Jåäèíè÷íèì òåñòèðà»åì ñàìèõ ìèêðîñåðâèñà îëàêøàâà ñå äåòåêòîâà»å ãðåøàêà óíóòàð ñèñòåìà, øòî ó äèñòðèáóèðàíèì ñèñòåìèìà ìîæå áèòè âåëèêè èçàçîâ. Êàêî ñå ñâà ïîñëîâíà ëîãèêà ñåðâèñà íàëàçè ó êîíòðîëåðó, jåäèíè÷íè òåñòîâè ïîêðèâàjó ñâå ôóíêöèîíàëíîñòè êîíòðîëåðà çà âåëèêè áðîj óëàçíèõ ïàðàìåòàðà.

Ó íàñòàâêó jå ïðèêàçàí ê oä êîjè òåñòèðà êîíòðîëåð çà èçìåíó îöåíå ê»èãå ó ñëó÷àjó íåèñïðàâíîã óëàçà. Íàêîí êðåèðà»à çàõòåâà áåç îáàâåçíîã èäåíòèôèêàòîðà ê»èãå (ëèíèjà 2), êîjè ñå ïðîñëå¢ójå êîíòðîëåðó (ëèíèjà 9), ïðîâåðàâà ñå äà ëè êîíòðîëåð âðà£à îäãîâàðàjó£è ñòàòóñíè êoä çà ãðåøêó (ëèíèjà 11).

Îáà ìèêðîñåðâèñà äåòà§íî ñó ïîêðèâåíà jåäèíè÷íèì òåñòîâèìà. Íàêîí èçâðøàâà»à jåäèíè÷íèõ òåñòîâà ïðèêàçójå ñå ïðîöåíàò ïîêðèâåíîñòè ëèíèjà

êîäà êîjè jå ïðèêàçàí íà ñëèöè 4.8.

```
1  test("Edit handler - invalid request", async () => {
2      const req = httpMocks.createRequest({
3        method: "PUT",
4        body: {
5          rating: 4.6,
6        },
7      });
8      const res = httpMocks.createResponse();
9      await BooksController.editRating(req, res);
10     let resStatus = res._getStatusCode();
11     expect(resStatus).toBe(500);
```

Ïðèìåð êîäà 4.2: Jåäèíè÷íî òåñòèðà»å êîíòðîëåðà çà èçìåíó îöåíå ê»èãå íåèñïðàâàí óëàç

Ñëèêà 4.8: Èçâåøòàj î ïîêðèâåíîñòè ìèêðîñåðâèñà jåäèíè÷íèì òåñòîâèìà

½Ëàæíè ïîäàöè

Íåêå îä React êîìïîíåíòè ïðè ïîêðåòà»ó êîðèñòå âèøå ìà»èõ êîìïîíåíòè êàî è ïîäàòêå êîjå ïðóæàjó ìèêðîñåðâèñè. Öè§ jå òåñòèðàòè îâàêâå êîìïî-íåíòå íåçàâèñíî îä backendñèñòåìà.

Ïðèëèêîì ïîêðåòà»à jåäèíè÷íèõ òåñòîâà çàóñòàâ§àjó ñå API ïîçèâè óïó-£åíè êà ìèêðîñåðâèñèìà è âðà£àjó ñå ½ëàæíè îäãîâîðè êîjè ñå êîðèñòå ïðè ïðîâåðàìà óíóòàð ñàìîã òåñòà. Êîðèø£å»åì îâîã ñèñòåìà, ñòðàíèöå BookPage è MoviePage ñå òåñòèðàjó ó èçîëàöèjè áåç îáçèðà íà òî äà ëè ìèêðîñåðâèñè èñïðàâîî ôóíêöèîíèøó jåð êîðèñòå ïðåäåôèíèñàí ñêóï ïîäàòàêà.

Ó íàñòàâêó jå ïðèêàçàíî òåñòèðà»å ñòðàíèöå BookPage íàêîí ãåíåðè-ñà»à DOM -ñòàáëà êîìïîíåíòå (ëèíèjà 2) ïðîâåðàâà ñå äà ëè ñå èíôîðìàöèjå

î ôèëìîâèìà íà ñòðàíèöè èñïðàâíî ïðèêàçójó (ëèíèjå 5 è 6). Êàêî ñòðàíèöà îâå ïîäàòêå äîáèjà ñëà»åì ïîçèâà êà ñåðâåðó, òè ïîçèâè ñå ïðåñðå£ó ïîìî£ó áèáëèîòåêå MSW, ïà ñå óìåñòî ðåàëíèõ ïîäàòàêà êîðèñòå ïðåäâîèíèñàíè ïîäàöè èç äàòîòåêå mockData.json. Èìïëåìåíòàöèjà ôóíêöèjå îããîâîðíå çà ïðåñðåòà»å îâîã ïîçèâà ïðèêàçàíà jå ó ïðèìåðó êîäà 4.4.

Íàêîí òîãà ñå ïðîâåðàâà äà ëè jå ïî§å çà ïðåòðàãó èñïðàâíî ïðèêàçàíî íà ñòðàíèöè (ëèíèjà 13), êàî è äà ëè ñå íàêîí óíîøå»à óïèòà ó ïî§å (ëèíèjà 15), ïðèêàçójå o÷åêèâàí ôèëì (ëèíèjà 19). Ïîçèâ êà ñåðâèñó êîjè ñå øà§å ïðèëèêîì ïðèòèñêà íà äóãìå çà ïðåòðàãó (ëèíèjà 18) ñå ïðåñðå£å è âðà£à ñå ïðåäâîèíèñàí ôèëì êîjè ó ñâîì íàñëîâó ñàäðæè ïðîñëå¢åí óïèò (ëèíèjà 20). Êàêî íè jåäàí äåî îâîã òåñòà íå çàâèñè îä îããîâîðà ñåðâåðà, ìîãó£å jå íåçàâèñíî ðàçâèjàòè ñòðàíèöó, ñà ñèãóðíîø£ó äà ñå ñâè ïðîñëå¢åíè ïîäàöè èñïðàâíî ïðèêàçójó.

```
1  test("Book component test - search for values", async () => {
2    render(<BookPage></BookPage>);
3    expect(screen.getByTestId("loader")).toBeInTheDocument();
4
5    const firstMovieTitle = await screen.findByText("Some book title");
6    const secondMovieTitle = await screen.findByText("Some other book
       title");
7
8    expect(firstMovieTitle).toBeInTheDocument();
9    expect(secondMovieTitle).toBeInTheDocument();
10
11   const query = "Hello world";
12   let searchField = screen.getByPlaceholderText("Search by title");
13   expect(searchField).toBeInTheDocument();
14
15   fireEvent.change(searchField, { target: { value: query } });
16   expect(searchField.value).toBe(query);
17   const searchButton = screen.getByRole("button", { name: /search/i })
       ;
18   fireEvent.click(searchButton);
19   expect(
20     await screen.findByText(`Book with title: ${query}`)
21   ).toBeInTheDocument();
22 });
```

Ïðèìåð êîäà 4.3: Jåäèíè÷íî òåñòèðà»å BookPageêîìïîíåíòà

```
1  rest.get("http://localhost:4000/api/v1/movies", (req, res, ctx) => {
2      return res(ctx.status(200), ctx.json(mockData.allMoviesResponse));
3  }),
```

Ïðèìåð êîäà 4.4: Jåäèíè÷íî òåñòèðà»å BookPageêîìïîíåíòå

Óêîëèêî ïðèëèêîì îîêðåòà»à êëèjåíòñêîã äåëà àïëèêàöèjå ïðîìåí§èâà îêðóæå»à MOCK_DATA èìà ïîçèòèâíó âðåäíîñò, ñâè ïîçèâè êà ìèêðîñåðâèñèìà áè£å ïðåñðåòíóòè îä ñòðàíå ïîìåíóòîã ñèñòåìà è êîðèñòè£å ñå ïîäàöè äåôèíèñàíè ó äàòîòåöè mockData.json. Ó ñêëîïó äèðåêòîðèjóìà mocksíàëàçå ñå ñëåäå£å äàòîòåêå:

- server.js èíèöèjàëèçójå ñèñòåì çà ïðåñðåòà»å ïîçèâà ó òåñòîâèìà,
- handlers.js äåôèíèøå êîjè ½ëàæíè ïîäàöè £å ñå âðàòèòè çà ñâàêó îä äåôèíèñàíèõ ïóòà»à,
- mockData.json ñêóï ½ëàæíèõ ïîäàòàêà,
- browser.js èíèöèjàëèçójå ñèñòåì çà ïðåñðåòà»å ïîçèâà ïðè ïîêðåòà»ó êëèjåíòñêå àïëèêàöèjå.

Òåñòèðà»å èíòåãðàöèjà àïëèêàöèjå

Èíòåãðàöèjà èçìå¢ó ìèêðîñåðâèñà è êëèjåíòñêå àïëèêàöèjå îäâèjà ñå êîðèø£å»åì ïðîòîêîëà HTTP . Ïîìî£ó áèáëèîòåêå Playwright èìïëåìåíòèðàíè ñó òåñòîâè êîjè øà§ó ïîçèåå êà jàâíèì èíòåðôåjñèìà ìèêðîñåðâèñà è ïðîâåðàâàjó äà ëè ñó äîáèjåíè ðåçóëòàòè ó ñêëàäó ñà î÷åêèâà»èìà êëèjåíòñêîã äåëà àïëèêàöèjå. Ó çàâèñíîñòè îä ïðîñëå¢åíèõ ïàðàìåòàðà òåñòèðàjó ñå ðàçëè÷èòè î÷åêèâàíè ðåçóëòàòè.

Ó íàñòàâêó jå ïðåäñòàâ§åí òåñò êîjè òåñòèðà èíòåãðàöèjó èçìå¢ó êëèjåíòñêå àïëèêàöèjå è ñåðâèñàMovies. Òåñò ïðîâåðàâà äà ëè ñå ïðèëèêîì èçìåíå ïðîñå÷íå îöåíå ôèëìà äîáèjàjó î÷åêèâàíè ïîäàöè, êàî è äà íàêîí èçìåíå ñåðâèñ âðà£à àæóðèðàíó âðåäíîñò. Íàêîí ãåíåðèñà»à íàñóì÷íå îöåíå ôèëìà (ëèíèjà 3), øà§å ñå ïîçèâ ñåðâèñó êîjè àæóðèðà îöåíó ôèëìà (ëèíèjà 5). Çàòèì ñå ïðîâåðàâà ñòàòóñ îäãîâîðà (ëèíèjà 9), êàî è äà ëè îããîâîð ñàäðæè î÷åêèâàíó âðåäíîñò (ëèíèjà 12). Ñëà»åì ïîçèâà ñåðâèñó çà äîõâàòà»å èíôîðìàöèjà î àæóðèðàíîì ôèëìó (ëèíèjà 14), ïðîâåðàâà ñå êîíçèñòåíòíîñò

ïïäàòàêà óíóòàð ñåðâèñà, îäíîñíî äà ëè ñå äîõâàòà»åì èñòîã ðåñóðñà äîáèjà íîâà, àæóðèðàíà âðåäíîñò (ëèíèjà 21). Ïðîâåðîì òèïîâà äîáèjåíèõ âðåäíîñòè (ëèíèjà 19), çíà÷àjíî ñå ïîâå£àâà ñèãóðíîñò äà £å ïïäàöè äîáèjåíè îä ñòðàíå ìèêðîñåðâèñà áèòè èñïðàâîì ïðèêàçàíè íà êëèjåíòñêîj ñòðàíè àïëèêàöèjå.

```
1   test("Edit specific movie", async ({ request }) => {
2     const specificMovie = "tt0056048";
3     const expectedRating = getRandomFloat(5, 10, 2);
4
5     const editMovie = await request.put(
6       `${baseUrl}/api/v1/movies/${specificMovie}`,
7       { data: { rating: expectedRating } }
8     );
9     expect(editMovie.status()).toBe(200);
10    const editMovieResponse = JSON.parse(await editMovie.text());
11    let editedRating = editMovieResponse.data.averageRating;
12    expect(editedRating, "Rating did not update properly").toBe(
          expectedRating);
13
14    const getMovie = await request.get(
15      `${baseUrl}/api/v1/movies/${specificMovie}`
16    );
17    expect(getMovie.status()).toBe(200);
18    const getMovieResponse = JSON.parse(await getMovie.text());
19    verifyMovieTypes(getMovieResponse.data);
20    let currentRating = getMovieResponse.data.Rating.averageRating;
21    expect(currentRating, 'Rating did not update in the database').
          toBe(expectedRating);
22  });
```

Ïðèìåð êîäà 4.5: Òåñò èíòåãðàöèjå ñåðâèñà Movies è êëèjåíòñêå àïëèêàöèjå

Òåñòîâè ñó ãðóïèñàíè ó ñêëàäó ñà èíòåãðàöèjîì êîjó òåñòèðàjó, ïà ñå òåñòîâè êîjè ïðîâåðàâàjó êîíåêöèjó èçìå¢ó êëèjåíòñêå àïëèêàöèjå è ñåðâèñà Movies îäíîñíî Books íàëàçå ó äàòîòåöè moviesTestsè booksTestsðåñïåêòèâíî. Ñâàêè ñêóï òåñòîâà ñå ìîæå íåçàâèñíî ïîêðåòàòè, øòî jå êîðèñíî ó ñëó÷àjó äà jå ïîòðåáíî òåñòèðàòè óòèöàj ïðîìåíà íà ñàìî jåäíó èíòåãðàöèjó. Äèðåêòîðèjóì helpersñàäðæè ïîìî£íå ôóíêöèjå çà âåðèôèêàöèjó òèïîâà è âðåäíîñòè ïîäàòàêà êîjè ñå òåñòèðàjó.

Íàêîí èçâðøàâà»à òåñòîâà èíòåãðàöèjå ãåíåðèøå ñå âåá ñòðàíèöà ñà èçâåøòàjåì êîjè ïðèêàçójå êîëèêî jå òåñòîâà óñïåøíî èëè íåóñïåøíî èçâðøåíî.

Çà ñâàêè îä òåñòîâà ìîãó£å jå âèäåòè íà êîì jå êîðàêó ïàî, ïà ñå jàñíî ìîæå óòâðäèòè ìåñòî ó ñèñòåìó ó êîì ñå íàëàçè ãðåøêà. Ïðèìåð èçâåøòàjà íàêîí èçâðøàâà»à èíòåãðàöèîíèõ òåñòîâà ìîæå ñå âèäåòè íà ñëèöè 4.9.

Ñëèêà 4.9: Èçâåøòàj íàêîí èçâðøàâà»à èíòåãðàöèîíèõ òåñòîâà çà ñåðâèñ Movies

Òåñòîâè ñèñòåìà

Êîìïëåêñíîñò ìèêðîñåðâèñíå àðõèòåêòóðå ëåæè ó ÷è»åíèöè äà ñå ñèñòåì ñàñòîjè îä ìíîãî íåçàâèñíèõ êîìïîíåíòè êîjå òðåáà êîõåçèâíî äà ôóíêöè-íèøó. Ñèñòåìñêî òåñòèðà»å ìèêðîñåðâèñíå àïëèêàöèjå ïîäàçóìåâà ïðîâåðó äà ëè öåëîêóïàí ñèñòåì èñïó»àâà ïðåòõîäíî äåôèíèñàíå çàõòåâå.

Ðàçâîjíè îêâèð Playwright îìîãó£àâà àóòîìàòñêî ïîêðåòà»å ïðåòðàæèâà÷à è òåñòèðà»å àïëèêàöèjå èç óãëà êîðèñíèêà. Íà îâàj íà÷èí ìîãó£å jå òåñòèðàòè ðàçëè÷èòå ñëó÷àjåâå óïîòðåáå ñèñòåìà íà áðç è ïîíîâ§èâ íà÷èí. Ñëó÷àjåâè óïîòðåáå êîjè íèñó ìå¢óñîáíî çàâèñíè ìîãó ñå èçâðøàâàòè ïàðàëåëíî è íà òàj íà÷èí äîäàòíî óáðçàòè ïðîöåñ ñèñòåìñêîã òåñòèðà»à, êîjå âàæè çà íàjñïîðèjó âðñòó òåñòèðà»à.

Àðõèòåêòóðàëíî ðåøå»å êîðèø£åíî çà èìïëåìåíòàöèjó ñèñòåìñêèõ òåñòîâà jå ìîäåë ñòðàíèöå êàî îájåêòà. Êëàñå êîjå äåôèíèøó åëåìåíòå è ìåòîäå íà ñâàêîj îä ñòðàíèöà íàëàçå ñå ó äèðåêòîðèjóìó pages

Ñòðàíèöà BasePageïðåäñòàâ§à áàçíó êëàñó çà ñâå äóãå ñòðàíèöå è ñà-äðæè îïèñ åëåìåíàòà êîjè ñå íàëàçå íà ñâàêîj ñòðàíèöè àïëèêàöèjå êàî è ìåòîäå êîjå óïðàâ§àjó òèì åëåìåíòèìà. Ñâàêà îä ñòðàíèöà ó êîíñòðóêòîðó ñàðæè ñåëåêòîðå êîjè îïèñójó åëåìåíòå ñòðàíèöå àïëèêàöèjå. Ñòðàíèöå BookPage, MoviePage è HomePageèìïëåìåíòèðàjó èíòåðôåjñå çà óïðàâ§à»å ãëàâíèì ñòðàíèöàìà àïëèêàöèjå, äîê ñó ñòðàíèöå Navbar è Footer îäãîâîðíå çà óïðàâ§à»å äî»èì è ãîð»èì ìåíèjåì àïëèêàöèjå ðåñïîíêòèâíî.

Òåñòîâè ñå íàëàçå ó äèðåêòîðèjóìó å2åè êîðèñòå£è èíòåðôåjñ êîjè ïðóæàjó îïèñàíå ñòðàíèöå àïëèêàöèjå òåñòèðàjó ôóíêöèîíàëíîñòè ñèñòåìà. Ãðóïà òåñòîâà èìïëåìåíòèðàíà jå ó jåäíîj äàòîòåöè. Òåñòîâè èç èñòå ãðóïå èçâðøàâàjó ñå ñåêâåíöèjàëíî äîê ñå òåñòîâè èç ðàçëè÷èòèõ ãðóïà èçâðøàâàjó ïàðàëåëíî. Ìàêñèìàëàí áðîj ïàðàëåëíèõ ïðîöåñà êàî è äóãå êîíôèãóðàöèîíå ïðîìåí§èâå äåôèíèñàíå ñó ó äàòîòåöè playwright.con g. Äåòà§àí ïðèêàç àðõèòåêòóðå êîðèø£åíå çà èìïëåìåíòàöèjó íàëàçè ñå íà ñëèöè 4.10.

Ñëèêà 4.10: Àðõèòåêòóðàëíî ðåøå»å ñèñòåìñêèõ òåñòîâà

Ó íàñòàâêó jå ïðåäñòàâ§åí òåñò êîjè ïðîâåðàâà ñëó÷àj óïîòðåáå ïðåòðàãå ê»èãà ãäå jå î÷åêèâàí ðåçóëòàò ïðåòðàãå öåëà ñòðàíèöà ðåçóëòàòà. Êîðèø£å»åì äåôèíèñàíèõ èíòåðôåjñà ñòðàíèöà ïðîâåðàâà ñå î÷åêèâàí áðîj ðåçóëòàòà íà ñòðàíèöè (ëèíèjà 6) êàî è óêóïàí î÷åêèâàí áðîj ðåçóëòàòà (ëèíèjà 7).

```
1  test("Valid search query - full page result", async ({ page }) => {
2      const booksPage = new BooksPage(page);
3      let numOfBooks = await booksPage.getNumOfBooksOnPage();
4      let totalNumOfResults = await booksPage.getTotalNumOfBooks();
5      await booksPage.search("Harry");
6      await booksPage.verifyNumOfBooksOnPageEquals(numOfBooks);
7      await booksPage.verifyTotalNumOfBooksLessThen(totalNumOfResults);
8   });
```

Ïðèìåð êîäà 4.6: Òåñò ñëó÷àjà óïîòðåáå ïðåòðàãà ê»èãà

Ñèñòåìñêèì òåñòîâèìà ïîêðèâåíè ñó íàj÷åø£è ñëó÷àjåâè óïîòðåáå àïëèêàöèjå èç óãëà êîðèñíèêà. Òåñòîâè ñó ïîäå§åíè ó ñëåäå£å ãðóïå: