

# *IMS LTI* alat za testiranje znanja

Anja Dučić E2 15/2024, Anja Lovrić E2 16/2024

## 1. Uvod

Savremeno obrazovanje se sve više oslanja na digitalne alate koji unapređuju procese učenja, testiranja i ocenjivanja. Jedan od glavnih izazova jeste omogućiti efikasno testiranje znanja studenata korištenjem *IMS LTI*<sup>[1]</sup> alata uz obezbeđivanje jednostavne integracije sa postojećim sistemima za upravljanje učenjem (*LMS*<sup>[2]</sup>). Ovim se postiže jednostavnost korištenja alata za testiranje i kompatibilnost sa drugim funkcijama *LMS*-a, kao što su praćenje napretka studenata, upravljanje kursevima i komunikacija izmedju nastavnika i studenata.

Cilj projekta opisanog u radu jeste da se omogući efikasno polaganje testova višestrukog izbora uz automatizovano ocenjivanje, čime se pojednostavljuje proces evaluacije. Ovaj pristup je naročito koristan kod kurseva sa velikim brojem studenata, gde bi ručno ocenjivanje bilo veoma zahtevno. Automatizacija ocenjivanja omogućava veću objektivnost i tačnost u ocenjivanju.

Predloženi alat integriše se sa platformom *Canvas*<sup>[3]</sup>, koja je jedan od vodećih *LMS* sistema u obrazovanju. *Canvas* omogućava jednostavan pristup svim resursima i funkcijama potrebnim za efikasno učenje, postavljanje obrazovnog sadržaja i praćenje napretka studenata.

Korištenje *IMS LTI* standarda omogućava laku integraciju alata i punu kompatibilnost sa *Canvas* platformom. Na taj način, korisnici mogu da iskoriste sve prednosti digitalnog testiranja, uz minimalne tehničke prepreke i maksimalnu efikasnost u obrazovnom procesu.

## 2. Srodna istraživanja

Testiranje znanja predstavlja jednu od ključnih komponenti obrazovnog procesa, jer omogućava procenu stečenih veština i razumevanja određenih tema, kao i usmeravanje daljih obrazovnih aktivnosti.

## 2.1 Načini testiranja znanja

Postoji više različitih načina testiranja, a izbor metoda zavisi od ciljeva procene, predmeta, broja studenata i dostupnih resursa. U nastavku navodimo najpoznatije metode za testiranje znanja.

Dijagnostičko testiranje je testiranje koje se sprovodi na samom početku obrazovnog procesa radi procene prethodnog znanja studenata i spoznavanja potencijalnih nedostataka. Nastavnici koriste dijagnostičko testiranje kao vodič za planiranje svojih lekcija i kurseva. Na osnovu ovoga mogu posvetiti više vremena baveći se onim oblastima u kojima su učenici ostvarili lošije rezultate.

Formativno testiranje je testiranje koje se sprovodi tokom procesa učenja. Omogućava kontinuirano praćenje napretka studenata, identifikovanje praznina u njihovom znanju i pružanje povratnih informacija nastavnicima. Ovo omogućava nastavnicima da prilagode nastavni plan i metodologiju na osnovu trenutnog stanja.

Sumativno testiranje je testiranje koje se sprovodi na kraju obrazovnog procesa kako bi se procenilo u kojoj meri su studenti stekli znanje i veštine. Ovaj tip ocenjivanja obuhvata završne ispite, projekte, standardizovane testove itd.

Prema vrstama odgovora i načinu ocenjivanja testovi mogu biti objektivni i subjektivni.

Objektivni testovi su testovi u kojima se performanse studenata mere prema unapred definisanim odgovorima. Primeri objektivnih testova uključuju testove u kojima studenti biraju tačan odgovor iz ponuđenih alternativa (testovi sa višestrukim izborom), spajanje dva seta stavki koje su međusobno povezane, tvrdnje na koje studenti odgovaraju oznakom tačno/netačno i sl.

Subjektivni testovi su testovi koji nemaju definisane metode ocenjivanja, već se ocenjivanje vrši na osnovu mišljenja nastavnika. Bitno je da pitanja budu precizno formulisana kako bi se podstakli željeni odgovori od strane studenata.

## 2.2 IMS LTI standard

IMS LTI 1.0 je standard koji je razvio *IMS Global Learning Consortium*<sup>[4]</sup>. Omogućava sigurnu integraciju spoljašnjih obrazovnih alata i sadržaja u sisteme za upravljanje učenjem, olakšavajući pristup i korišćenje tih alata unutar poznatog okruženja za učenje.

Osnovna funkcionalnost LTI standarda je omogućavanje prelaska korisnika iz jednog sistema u drugi na bezbedan i jednostavan način. Ovo se postiže putem mehanizma koji omogućava da se korisnik autentifikuje u LMS-u i potom pristupi eksternom alatu bez potrebe za dodatnim prijavljivanjem (SSO<sup>[5]</sup> princip). Za dalje detalje standarda u nastavku ćemo objasniti ključne komponente.

*Tool Consumer (TC)* označava *LMS* koji je potrošač *LTI* alata. On zahteva uslugu od spoljnog alata i pruža korisničke podatke neophodne za autentifikaciju.

*Tool Provider (TP)* označava alat koji pruža funkcionalnosti koje se koriste u okviru *LMS*-a.

*Launch URL* predstavlja *URL* koji *LMS* koristi da pokrene alat i omogućava korisnicima da pristupe funkcijama alata direktno sa *LMS* platforme.

*LTI* koristi *Oauth*<sup>[6]</sup> protokol za obezbeđivanje sigurnosti komunikacije između *TC* i *TP* bez potrebe za ponovnim prijavljivanjem. Zahteva se dogovor o deljenju ključa koji se koristi za autentifikaciju i osiguravanje integriteta podataka tako da samo ovlašćeni korisnici mogu pristupiti određenim alatima i sadržajima.

Kada korisnik pokrene alat sa *LMS*-a, *LMS* šalje niz podataka ka alatu putem *HTTP POST* zahteva. Ovi podaci se odnose na sam kontekst upotrebe alata u *LMS*-u, kao što su korisnički podaci, specifični parametri vezani za alat kao i informacije potrebne za validaciju korisnika i koriste se prilikom funkcionisanja obrazovnog alata.

## 2.3 Povezani radovi i alati

Do sada su razvijene različite *LTI* aplikacije korištene u svakodnevnoj upotrebi prilikom obrazovnih procesa. Jedan od primera je *Webex LTI*<sup>[7]</sup> alat integrisan sa *Blackboard Learn*<sup>[8]</sup> *LMS*-om. On omogućava nastavnicima da održavaju online predavanja, snimaju lekcije i prate prisustvo učenika, a učenicima korištenje postavljenih sadržaja. Pored toga, *Quizlet*<sup>[9]</sup> je popularna aplikacija koja omogućava učenicima da koriste digitalne kartice za učenje, ponavljanje gradiva i praćenje napretka. Integrisana je u različite *LMS* sisteme putem *LTI* standarda.

Na temu integracije spoljašnjih alata sa *LMS* platformama postoji značajan broj istraživanja i naučnih radova koji proučavaju različite aspekte i pristupe ovoj oblasti. U nastavku ističemo radove koji su se posebno izdvojili svojom dubokom analizom i značajem.

*Integrating micro-learning content in traditional e-learning platforms*<sup>[10]</sup> – ovaj rad istražuje integraciju mikro-učenja u tradicionalnim obrazovnim platformama. Predloženi hibridni pristup koristi servisno orijentisanu arhitekturu u oblaku radi fleksibilnosti i skalabilnosti i integraciju standarda *LTI* i *LIS* za razmenu podataka sa *LMS*-om i praćenje napretka studenata.

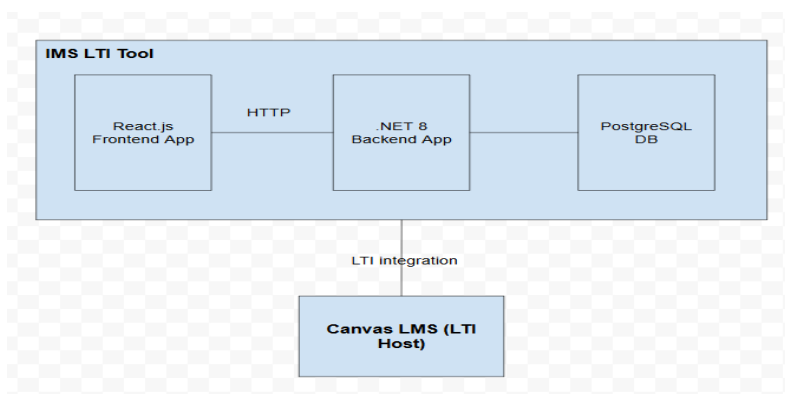
*Atenea Exams, an IMS LTI Application to Solve Scalability Problems: A Study Case*<sup>[11]</sup> – rad prikazuje kako je Politehnički univerzitet u Kataloniji koristio *IMS LTI* za implementaciju visokoperformantne verzije *Moodle Quizz Module As A Service (SaaS)*<sup>[12]</sup> tokom pandemije *COVID-19*, kako bi se izbegli problemi sa skalabilnošću *LMS*-a. Ističe značaj i prednosti *LTI*-a za integraciju eksternih alata u *LMS*.

### 3. Sistem za testiranje znanja

Sistem za testiranje znanja opisan u ovom radu implementiran je u vidu *LTI* alata koji se integriše sa *Canvas LMS*-om, omogućavajući nastavnicima jednostavno kreiranje i upravljanje testovima i pregled rezultata, a studentima pregled, polaganje testova i uvid u rezultat.

#### 3.1 Arhitektura sistema

Arhitektura sistema temelji se na savremenim tehnologijama da bi se postigla optimalna funkcionalnost i performanse sistema. Za razvoj *backend*-a izabran je *ASP.NET Core 8*<sup>[13]</sup> radni okvir jer omogućava rukovanje velikim brojem korisnika i visoku efikasnost, što je ključno u obrazovnim sistemima. *Frontend* je razvijen u *React.js*<sup>[14]</sup> jer omogućava efikasnu izradu dinamičkih i responzivnih aplikacija i jednostavnu interakciju sa korisnicima. *PostgreSQL*<sup>[15]</sup> baza podataka izabrana je radi pouzdanosti, skalabilnosti i podrške za složene upite. Korištenje *Entity Framework*-a<sup>[16]</sup> omogućava jednostavno mapiranje objekata na bazu podataka, pojednostavljuje rad sa podacima i ubrzava razvoj aplikacije. Arhitektura sistema osigurava visoku efikasnost i jednostavnost održavanja, koristeći najbolju praksu razvoja *web* aplikacija.



Slika 1. Prikaz arhitekture sistema

#### 3.2 Model podataka

Model sistema obuhvata ključne entitete koji omogućavaju organizaciju i obradu podataka vezanih za testove, pitanja, odgovore i rezultate. Entiteti *Course*, *Test*, *Question*, *Answer* i *TestResult* omogućavaju efikasno upravljanje testovima i evaluaciju znanja.

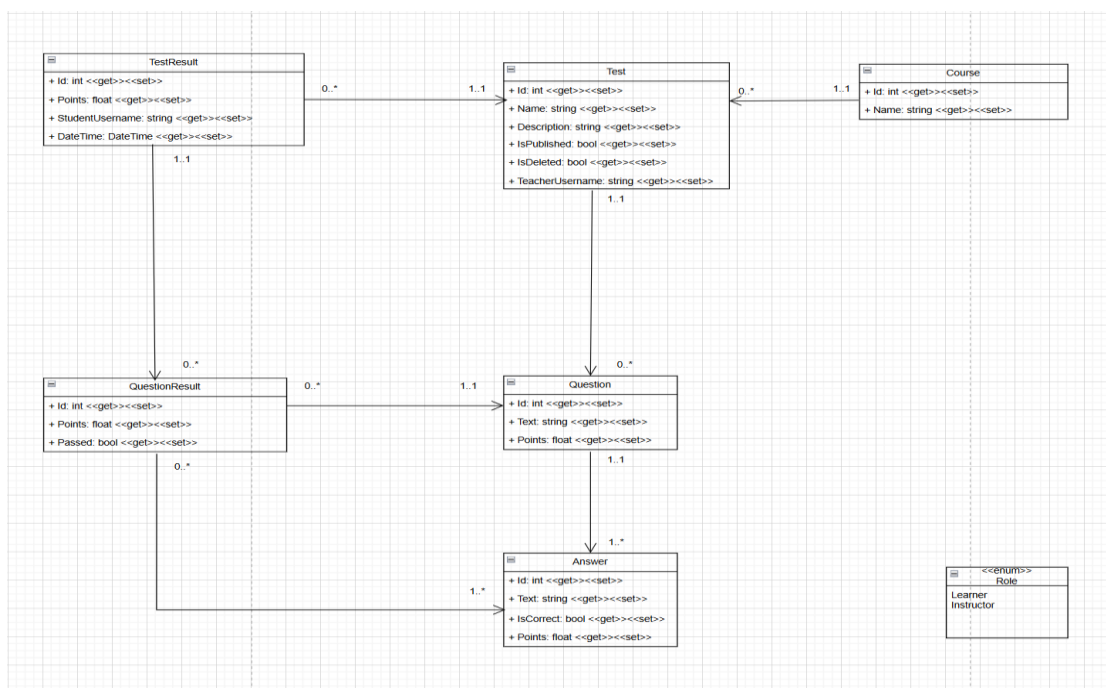
Svaki test vezan je za određeni kurs i obuhvata naziv, opis, korisničko ime nastavnika koji ga je kreirao, kao i mogućnost da bude objavljen, čime studenti dobijaju mogućnost da ga rješavaju.

Pored toga, sadrži pitanja povezana sa mogućim odgovorima, koji mogu biti označeni kao tačni ili netačni. Pitanja i odgovori sadrže dodeljeni broj poena spram kojih se vrši ocenjivanje studenta.

Rezultate svakog testa čuva entitet *TestResult* i vezan je za određenog studenta i određeni test. Pored toga, sadrži datum i vreme rešavanja testa kao i listu entiteta *QuestionResult*, što omogućava tačno izračunavanje bodova ostvarenih na testu na osnovu odgovora odabranih od strane studenata.

Sistem uključuje mehanizme za validaciju, čime se osigurava da su svi podaci ispravni pre korištenja. Ovaj pristup omogućava precizno praćenje napretka korisnika i obezbeđuje visoki kvalitet podataka tokom celokupnog procesa testiranja.

Na *Slici 2* prikazan je dijagram klasa opisanog sistema.



Slika 2. Dijagram klasa sistema

### 3.3 Funkcionalnosti

Nakon što se prijave na *LMS* platformu, pristupe željenom kursu i pokrenu *LTI* aplikaciju, korisnici imaju različite mogućnosti u zavisnosti od njihove uloge, bilo da su u pitanju nastavnici ili studenti.

Nastavnici imaju opcije za kreiranje novog testa ili pregled postojećih testova. Ako se odluče da kreiraju novi test, otvoriće se obrazac u kojem mogu da unesu relevantne informacije vezane za test, pitanja i odgovore. Ukoliko se odluče za pregled postojećih testova, pored listinga svih

testova za odabrani predmet, imaju i opcije za objavljivanje neobjavljenih testova, izmenu i brisanje testova kao i statistiku i detaljan prikaz rezultata studenata. Opisane funkcionalnosti prikazane su na *Slici 3 i 4*.

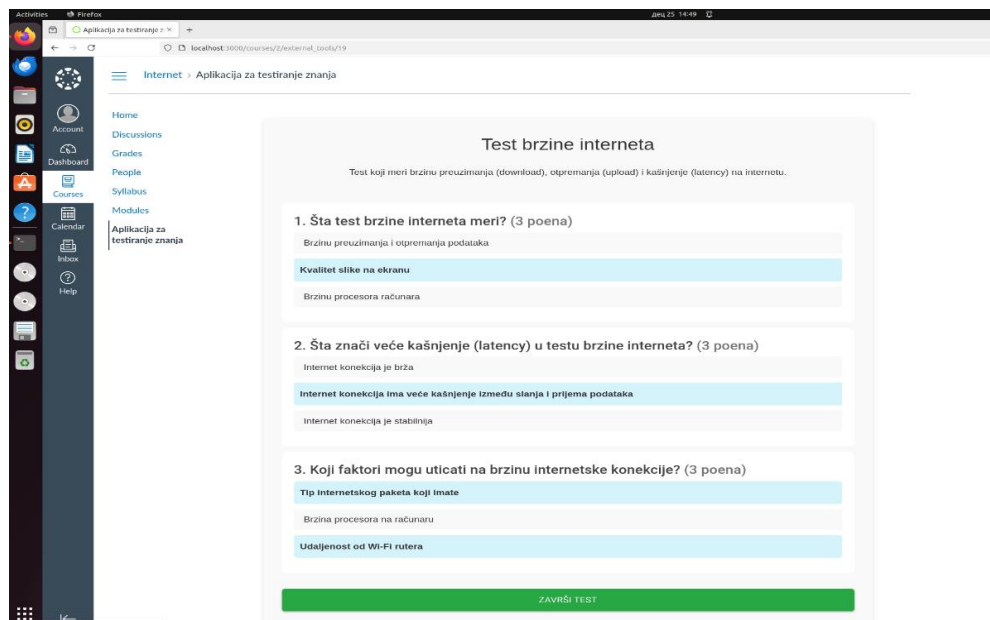
The screenshot shows a web browser window with the URL `localhost:3000/courses/2/external_tools/19`. The page title is "Dodavanje novog testa" (Add new test). The left sidebar contains a menu with items: Home, Account, Announcements, Assignments, Discussions, Grades, People, Pages, Files, Syllabus, Outcomes, Rubrics, Quizzes, Modules, Aplikacija za testiranje znanja, and Settings. The main content area has a heading "Dodavanje novog testa" and a subheading "Dodajte novi test popunjavanjem sljedećih polja. Dodajte pitanja i odgovore, a zatim sačuvajte test." (Add a new test by filling in the following fields. Add questions and answers, then save the test). The form consists of several sections: "Naziv testa:" (Test name) with the value "Test brzine interneta"; "Opis testa:" (Test description) with the value "Test koji meri brzinu preuzimanja (download), otpremanja (upload) i kašnjenje (latency) na internetu."; "Pitanja" (Questions) section containing "Pitanje 1:" (Question 1) with the text "Šta test brzine interneta meri?" and a "DODAJ ODGOVOR" (Add answer) button. Below the question is a "Bodovi:" (Points) field with the value "3". The "Odgovor 1:" (Answer 1) field contains the text "Brzinu preuzimanja i otpremanja podataka". Below the answer is a "Bodovi za odgovor:" (Points for answer) field with the value "3". At the bottom of the form is a "Tačno" (Correct) checkbox.

*Slika 3. Obrazac za kreiranje testa*

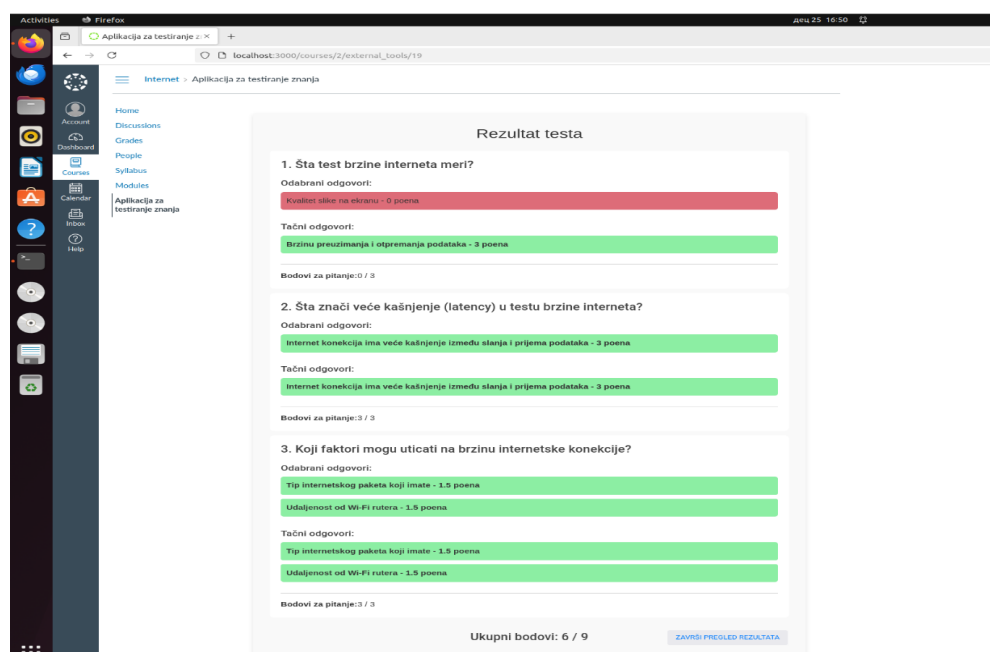
The screenshot shows the same web browser window, but the page title is "Testovi" (Tests). The left sidebar is identical to the previous screenshot. The main content area displays a list of tests. The first test is "Test brzine interneta" (Test internet speed) with a description "Test koji meri brzinu preuzimanja (download), otpremanja (upload) i kašnjenje (latency) na internetu." and a teacher email "ducic.ra5.2020@uns.ac.rs". It has two buttons: "VIDI REZULTATE" (View results) and "OBRIŠI" (Delete). The second test is "CAPTCHA Test" with a description "Verifikacija ljudskog korisnika" and the same teacher email. It has three buttons: "OBJAVI" (Publish), "UREDI" (Edit), and "OBRIŠI" (Delete).

*Slika 4. Pregled testova i moguće akcije nad njima*

Studenti imaju opciju za polaganje testova koje nisu već polagali. Kada student završi da polaganjem testa, vrši se automatsko bodovanje i prikaz rezultata. Automatizacija je u ovom slučaju od naročitog značaja radi brze evaluacije i povratnih informacija studentu kao i uštede vremena za nastavnike. Opisane funkcionalnosti prikazane su na *Slici 5 i 6*.



*Slika 5. Polaganje testa*



*Slika 6. Prikaz rezultata testa*

Testovi u ovom sistemu su dizajnirani kao testovi višestrukog izbora. Ovaj tip testa omogućava studentima da izaberu jedan ili više odgovora među ponuđenim opcijama, čime se proverava njihova sposobnost razumevanja i analize sadržaja. Prednost višestrukih izbora u testovima je u tome što omogućavaju lako i brzo ocenjivanje, kao i objektivnost prilikom dodeljivanja bodova, jer su odgovori unapred definisani. Takođe, ovo omogućava studentima da se usmere na važno gradivo i da efikasno proveru svoje znanje.

## 4. Integracija sistema sa *Canvas LMS*

Za integraciju *LTI* alata za testiranje znanja sa *Canvas LMS*-om, primenjen je pristup koji najpre zahteva lokalnu instalaciju i konfiguraciju *Canvas*-a na virtuelnoj mašini sa operativnim sistemom *Ubuntu Linux*<sup>[17]</sup>. Za preuzimanje *Canvas LMS* koda na server, koristi se *Git*<sup>[18]</sup> za kloniranje fajlova iz zvaničnog repozitorijuma u korisnički direktorijum. Nakon instalacije zavisnih paketa poput *Ruby*-a<sup>[19]</sup>, *Node.js*-a<sup>[20]</sup> i drugih, potrebno je konfigurisati *Canvas*, postaviti bazu podataka i izvršiti dodatne postavke za pokretanje *Canvas*-a. Za upravljanje podacima *LMS*-a koristi se *PostgreSQL* baza podataka.

U nastavku, biće objašnjen postupak integracije, uključujući postavke u konfiguracionom fajlu alata, način obrade zahteva i registraciju alata u okviru *Canvas LMS*-a.

Konfiguracioni fajl *LTI* alata (*appsettings.json*) sadrži sekcije koje definišu glavne parametre za integraciju sa *Canvas LMS*-om, a to su *LTI Consumer Key* i *Redirection URL*.

*LTI Consumer Key* je ključ koji identifikuje alat unutar *Canvas*-a. Koristi se za autentifikaciju *LTI* zahteva koji dolaze iz *Canvas*-a, osiguravajući da samo validni zahtevi mogu da pristupe aplikaciji. *Redirection URL* je osnovni *URL* koji će biti korišten za redirekciju korisnika nakon uspešne validacije *LTI* zahteva.

Glavni endpoint za obradu zahteva iz *Canvas*-a nalazi se u *LtiController* klasi alata. Ovaj kontroler definiše rutu za *LTI* lansiranje (*/lti\_launch*) i koristi *LtiService* klasu za implementaciju poslovne logike. Po primanju zahteva od *Canvas*-a, vrši se validacija zahteva na osnovu prosleđenog *Consumer Key*-a. Ukoliko je zahtev validan, vrši se redirekcija na odgovarajuću stranicu u zavisnosti od uloge korisnika, korisničkog imena i kursa.

Na *Slici 7* predstavljen je dijagram sekvence koji prikazuje pokretanje *LTI* alata iz *Canvas*-a, pozivanje opisane *launch* metode i preusmeravanje studenta na prikaz dostupnih testova za odabrani kurs.





```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <cartridge_basiclti_link xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imslticc_v1p0"
3   xmlns:blti = "http://www.imsglobal.org/xsd/imsbasiclti_v1p0"
4   xmlns:lticm = "http://www.imsglobal.org/xsd/imslticm_v1p0"
5   xmlns:lticp = "http://www.imsglobal.org/xsd/imslticp_v1p0"
6   xmlns:xsi = "http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
7   xsi:schemaLocation = "http://www.imsglobal.org/xsd/imslticc_v1p0 http://www.imsglobal.org/xsd/lti/ltiv1p0/imslticc_v1p0.xsd
8     http://www.imsglobal.org/xsd/imsbasiclti_v1p0 http://www.imsglobal.org/xsd/lti/ltiv1p0/imsbasiclti_v1p0.xsd
9     http://www.imsglobal.org/xsd/imslticm_v1p0 http://www.imsglobal.org/xsd/lti/ltiv1p0/imslticm_v1p0.xsd
10    http://www.imsglobal.org/xsd/imslticp_v1p0 http://www.imsglobal.org/xsd/lti/ltiv1p0/imslticp_v1p0.xsd">
11   <blti:title>Grader</blti:title>
12   <blti:description>Aplikacija za testiranje znanja</blti:description>
13   <blti:icon></blti:icon>
14   <blti:launch_url>https://192.168.140.1:7029/lti_launch</blti:launch_url>
15   <blti:extensions platform="canvas.instructure.com">
16     <lticm:property name="privacy_level">public</lticm:property>
17     <lticm:options name="course_navigation">
18       <lticm:property name="url">https://192.168.140.1:7029/lti_launch</lticm:property>
19       <lticm:property name="text">Aplikacija za testiranje znanja</lticm:property>
20       <lticm:property name="visibility">public</lticm:property>
21       <lticm:property name="default">enabled</lticm:property>
22       <lticm:property name="enabled">true</lticm:property>
23     </lticm:options>
24   </blti:extensions>
25   <cartridge_bundle identifierref="BLTI001_Bundle"/>
26   <cartridge_icon identifierref="BLTI001_Icon"/>
27 </cartridge_basiclti_link>

```

Slika 8. LTI XML konfiguracioni fajl

## 5. Zaključak

Realizacija integracije *LTI* alata za testiranje znanja sa *Canvas LMS*-om predstavlja značajan korak u istraživanju mogućnosti primene tehnologija za efikasno upravljanje i unapređenje obrazovnog procesa. Ovim je razvijena funkcionalna aplikacija koja demonstrira moguće upotrebe *LTI* standarda za jednostavnu i efikasnu integraciju alata u okruženju kao što je *Canvas*.

Najznačajnije prednosti ovog rešenja uključuju lakoću integracije, automatizovanu proveru znanja, direktan uvid u rezultate i *SSO* mehanizam.

*LTI* standardi omogućavaju brzo povezivanje spoljašnjih alata sa različitim *LMS* platformama, bez potrebe za značajnim izmenama u osnovnoj infrastrukturi. Ovo omogućava jednostavno i efikasno povezivanje sistema, što štedi vreme i resurse. Takođe, automatizovana provera znanja omogućava brz i tačan povratak informacija studentima, smanjuje rizik od grešaka i značajno štedi vreme nastavnika. Nastavnici imaju direktan uvid u rezultate studenata, što im omogućava da efikasno analiziraju postignuća i na osnovu tih podataka prilagode i poboljšaju kvalitet kursa. Pored toga, *SSO* mehanizam omogućava korisnicima pristup *LTI* alatu bez ponovnog unošenja korisničkih podataka, čime se smanjuje rizik od grešaka pri autentifikaciji, poboljšava korisničko iskustvo i ubrzava rad sa platformom.

Ipak, tokom razvoja sistema uočeno je nekoliko ograničenja koja trenutno utiču na njegovu potpunu upotrebljivost, kao što su fiksna *IP* adresa, nedostatak sinhronizacije podataka i čuvanje *Consumer Key*-a u konfiguracionom fajlu aplikacije.

Aktuelno rešenje zahteva fiksiranje *IP* adrese *host*-a kako bi se omogućila komunikacija između *LMS*-a i aplikacije. Bilo kakva promena adrese zahteva dodatnu ručnu konfiguraciju. Pored toga, dodavanje kurseva u *Canvas LMS* i aplikaciju su dva nesinhronizovana procesa. Korisnik mora ručno da unosi identične podatke u obe baze. Takođe, čuvanje *Consumer Key*-a u konfiguracionom fajlu aplikacije predstavlja bezbedonosni rizik jer povećava šanse za neovlašćeno otkrivanje i zloupotrebu.

U budućnosti, sistem bi mogao da bude proširen i unapređen kako bi se rešili trenutni problemi i poboljšala njegova upotrebljivost.

Korišćenje tehnike kao što je *Domain Name System*<sup>[21]</sup> eliminisalo potrebu za fiksnom *IP* adresom čime bi se omogućila lakša komunikacija između aplikacije i *LMS*-a. Pored toga, uvođenjem automatizovanog mehanizma za razmenu podataka kao što je *Canvas API* ili *webhook*, korisnicima bi bilo omogućeno da u realnom vremenu unose i ažuriraju podatke bez potrebe za duplim operacijama. Ovaj korak bi značajno smanjio ljudsku grešku i pojednostavio rad. Takođe, sigurnost sistema se može poboljšati korišćenjem drugih metoda za čuvanje *Consumer Key*-a. Preporučuje se korišćenje sigurnih skladišta za ključeve, kao što su *environment variables* ili servisi za upravljanje tajnama.

Aplikacija bi mogla biti proširena sa naprednim funkcijama za analitiku i izveštaje, čime bi se omogućilo precizno praćenje napretka studenata. Integracija sa analitičkim alatima omogućila bi generisanje detaljnih izveštaja o učinku studenata, uključujući metrike poput učestalosti pristupa sadržaju, vremena provedenog na zadacima i ostalih bitnih parametara. Ovi podaci bi omogućili nastavnicima da bolje prilagode nastavni plan i uoče oblasti koje zahtevaju dodatnu pažnju.

Implementacija ovih poboljšanja ne samo da bi rešila postojeće probleme, već bi i značajno unapredila funkcionalnost aplikacije i učinila je efikasnijim i moćnijim alatom koji bi u velikoj meri unapredio kvalitet obrazovnog procesa.

## 6. Reference

1. IMS Global Learning Consortium (2024), Basic LTI Implementation Guide, <https://www.imsglobal.org/specs/litv1p0/implementation-guide>, pristupljeno: 20.10.2024.
2. Docebo (2024), What is a Learning Management System? Guide to LMS, <https://www.docebo.com/learning-network/blog/learning-management-system/#:~:text=Learning%20Management%20Systems%20are%20software,companies%2C%20to%20manage%20training%20activities>, pristupljeno: 20.10.2024.
3. Instructure (2024), Canvas LMS - REST API and Extensions Documentation, <https://canvas.instructure.com/doc/api/>, pristupljeno: 21.10.2024.
4. IMS Global Learning Consortium (2024), IMS Global Learning Consortium, <https://www.imsglobal.org/home>, pristupljeno: 20.12.2024.

5. Microsoft (2024), What is single sign-on in Microsoft Entra ID?, <https://learn.microsoft.com/en-us/entra/identity/enterprise-apps/what-is-single-sign-on>, pristupljeno: 21.10.2024.
6. Microsoft (2024), What is OAuth?, <https://www.microsoft.com/en-us/security/business/security-101/what-is-oauth>, pristupljeno: 22.10.2024.
7. Cisco (2024), Create a Webex LTI registration in Blackboard, <https://help.webex.com/en-us/article/k4w85w/Create-a-Webex-LTI-registration-in-Blackboard>, pristupljeno 25.11.2024.
8. Anthology (2024), Blackboard, <https://www.anthology.com/products/teaching-and-learning/learning-effectiveness/blackboard>, pristupljeno: 25.11.2024.
9. Instructure (2024), Using the Quizlet LTI, <https://community.canvaslms.com/t5/Canvas-LMS-Blog/Using-the-Quizlet-LTI/ba-p/279221>, pristupljeno: 25.11.2024.
10. Rebeca P. Díaz Redondo, Manuel Caeiro Rodríguez, Juan José López Escobar, Ana Fernández Vilas (2020), Integration micro-learning content in traditional e-learning platforms, [https://www.researchgate.net/publication/344437328\\_Integrating\\_micro-learning\\_content\\_in\\_traditional\\_e-learning\\_platforms](https://www.researchgate.net/publication/344437328_Integrating_micro-learning_content_in_traditional_e-learning_platforms), pristupljeno: 28.11.2024.
11. Marc Alíer, María José Casany, Ariadna Llorens, Jesús Alcober, Joana d'Arc Prat (2020), Atenea Exams, an IMS LTI Application to Solve Scalability Problems: A Study Case, [https://www.researchgate.net/publication/347963251\\_Atenea\\_Exams\\_an\\_IMS\\_LTI\\_Application\\_to\\_Solve\\_Scalability\\_Problems\\_A\\_Study\\_Case](https://www.researchgate.net/publication/347963251_Atenea_Exams_an_IMS_LTI_Application_to_Solve_Scalability_Problems_A_Study_Case), pristupljeno: 28.11.2024.
12. TechTarget (2024), Software as a Service (SaaS), <https://www.techtarget.com/searchcloudcomputing/definition/Software-as-a-Service>, pristupljeno: 25.11.2024.
13. Microsoft (2024), What's new in ASP.NET Core 8.0, <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/release-notes/aspnetcore-8.0?view=aspnetcore-9.0>, pristupljeno: 21.10.2024.
14. React (2024), React Documentation, <https://react.dev/>, pristupljeno: 20.10.2024.
15. PostgreSQL Global Development Group (2024), About PostgreSQL, <https://www.postgresql.org/about/>, pristupljeno: 20.10.2024.
16. Microsoft (2024), Entity Framework Documentation, <https://learn.microsoft.com/en-us/ef/>, pristupljeno: 20.10.2024.
17. Ubuntu (2024), Ubuntu, <https://ubuntu.com/>, pristupljeno: 25.10.2024.
18. Git SCM (2024), Git, <https://git-scm.com/>, pristupljeno: 25.10.2024.
19. Ruby (2024), Ruby 3.1.0 Released, <https://www.ruby-lang.org/en/news/2021/12/25/ruby-3-1-0-released/>, pristupljeno: 25.10.2024.
20. Node.js Foundation (2024), Node.js, <https://nodejs.org/en>, pristupljeno: 20.10.2024.
21. Microsoft (2024), Domain Name System, <https://learn.microsoft.com/en-us/windows-server/networking/dns/dns-top>, pristupljeno: 20.12.2024.