

**SISTEM ZA PRAĆENJE I ANALIZU ŠAHOVSKIH PARTIJA SA PLATFORME LIČES U REALNOM VREMENU****SYSTEM FOR REAL-TIME TRACKING AND ANALYSIS OF CHESS GAMES FROM THE LICHESS PLATFORM**

Milena Laketić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

**Kratak sadržaj** - U ovom radu predstavljen je sistem za obradu i analizu podataka o šahovskim partijama prikupljenih sa platforme Ličes [1]. Glavni cilj sistema je omogućiti uvid u kvalitet partije tokom njenog odigravanja na platformi Ličes, kao i identifikacija potencijalno sumnjivih aktivnosti igrača. Kvalitet poteza analizira se koristeći šahovski alat Stokfiš [2], a igrači se na osnovu metričkih vrednosti aktivnosti mogu klasifikovati kao sumnjivi. Sistem je projektovan da bude skalabilan kako bi omogućio prikupljanje i obradu podataka u realnom vremenu.

**Ključne reči:** Šah, Ličes, Stokfiš analiza, Detekcija prevara, Kafka Strims, Obrada podataka u realnom vremenu, Vizualizacija rezultata obrade.

**Abstract** - This paper introduces a system for processing and analyzing data on chess games collected from the Lichess platform. The main goal of the system is to provide insights into the quality of the game during its play on the Lichess platform, as well as to identify potentially suspicious activities of players. The quality of moves is analyzed using the chess tool Stockfish, and players can be classified as suspicious based on the metric values of their activities. The system is designed to be scalable to enable real-time data collection and processing.

**Keywords:** Chess, Lichess, Stockfish analysis, Fraud detection, Kafka Streams, Real-time data processing, Visualization of processing results.

**1. UVOD**

Postoji širok spektar softvera dostupnih za igru i analizu šaha, uključujući desktop programe, mobilne aplikacije i internet platforme. Funkcionalnosti koje nude obuhvataju: šahovske baze podataka, mogućnost definisanja treninga i kurseva, proučavanje odigranih partija i igranje protiv drugih korisnika. Obično su korisnicima dostupne analize samo sopstvenih partija, dok je analiza ograničena na već završene igre. Motivacija za razvijanje sistema za analizu šahovskih partija u realnom vremenu proizilazi iz potrebe za naprednim alatom koji obezbeđuje ne samo praćenje partija u trenutku njihovog održavanja, već i mogućnosti stručne analize i detekcije nepravilnosti ili potencijalnih prevara tokom igre.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Dimitrieski, vanr. prof.

Sistem opisan u ovom radu usmeren je ka analizi brzih, nekoliko-minutnih partija, omogućavajući detaljne uvide u dinamiku i strategije specifične za ovu kategoriju igara. Ličes, kao jedna od vodećih šahovskih platformi, pruža bogat izvor podataka o igračima i partijama koje se odvijaju na platformi. Cilj ovog rada je pružiti korisnicima, uključujući igrače, trenere i organizatore turnira na Ličesu, mogućnost da prate igru i analiziraju poteze uz visok stepen pouzdanosti upotrebom šahovskog alata Stokfiš.

Sistemi za obradu podataka u realnom vremenu suočeni su sa raznim izazovima. Sistem mora obrađivati podatke sa minimalnim kašnjenjem kako bi obezbedio pravovremene uvide. Visoko kašnjenje može učiniti podatke zastarelim, naročito u aplikacijama gde odluke moraju biti donete trenutno. Sistem mora biti u mogućnosti da horizontalno skalira kako bi se nosio sa sve većim obimom podataka. Sa ovim u vidu, obezbeđivanje konzistentnosti podataka u distribuiranim sistemima je izazovno, naročito kada se radi o podacima koji pristižu velikom brzinom. Na kraju, sistemi u realnom vremenu moraju biti otporni na greške. Svaki zastoj može dovesti do gubitka kritičnih podataka i uticati na pouzdanost sistema, pa je otpornost na otkaze veoma važna karakteristika [3].

Ključne komponente sistema za detekciju anomalija uključuju monitoring ponašanja korisnika kao što su vreme prijave, aktivnosti na sistemu i sl. U kontekstu projektovanog sistema to su aktivne šahovke partije, odigrani potezi i slično. Zatim, definisanje tipičnog ponašanja korisnika kao i identifikacija i računanje relevantnih karakteristika koje mogu ukazati na nedozvoljeno ponašanje.

**2. PREGLED TRENUTNOG STANJA U OBLASTI**

U ovom poglavlju predstavljeni su neki od najkorišćenijih softvera za analizu šaha u trenutku pisanja rada,.

*ChessBase* predstavlja jedan od popularnijih šahovskih softvera i postoji u vidu desktop i mobilne aplikacije. To je plaćeni softver koji omogućava korisnicima skladištenje i analizu šahovskih partija. Za analizu koristi alate kao što su Stokfiš, Komodo i *Fritz* [4]. Namenjen je profesionalnim igračima i trenerima.

Internet platforme za šah dostupne su direktno preko web pregledača, što korisnicima pruža veću pristupačnost i fleksibilnost u korišćenju. Po broju korisnika izdvajaju se platforme Ličes i Chess.com. Ličes je besplatna onlajn platforma koja nudi igranje šaha protiv drugih igrača, kao i funkcionalnosti poput obuka i analiza odigranih partija.

Korisnici mogu učestvovati u različitim organizovanim turnirima, gde se igre mogu pratiti uživo preko *Lichess TV*. Partije su kategorizovane po vremenu dostupnom igračima. Jedna od kategorija ima naziv Metak i predstavlja partije u kojima je svakom od igrača dostupan jedan minut za igru.

Projektovani sistem nadovezuje se na internet platformu Ličes uvodeći analizu igre u realnom vremenu. Omogućava gledaocima da prate partije drugih igrača uz stručne komentare pomoću alata Stokfiš, nudeći uvid u kvalitet odigranih poteza. Omogućava način praćenja aktivnosti igrača kroz metrike kao što su prosečna preciznost igrača, odnos dobrih ka lošim potezima i drugo. Značajnije metrike predstavljene su u [poglavlju 3](#). Dodatno, ovaj sistem pruža mehanizme za detekciju potencijalnih varalica bez potrebe za kreiranjem i treniranjem složenih neuronskih mreža, čime se poboljšava integritet i fer-plej na onlajn platformi.

### 3. SPECIFIKACIJA ZAHTEVA

Projektovani sistem može biti od velike koristi za različite korisnike platforme Ličes. **Menadžer platforme** ima ključnu ulogu u nadzoru popularnosti i performansi platforme, fokusirajući se na praćenje zdravlja platforme i aktivnosti korisnika, kao i na praćenje funkcionalnosti Ličes TV, što uključuje broj učesnika, partija i poteza. Takođe otkriva i reaguje na bilo kakve anomalije, kao što je odsustvo aktivnih igara i slično.

**Organizator turnira** upravlja i organizuje šahovske turnire, pri čemu su mu potrebni uvidi u realnom vremenu o ponašanju i performansama igrača. Ova uloga uključuje praćenje specifičnih metrika za otkrivanje sumnjivih aktivnosti ili varanja u realnom vremenu.

**Analitičar šaha** bavi se analizom istorijskih podataka prikupljenih iz šahovskih igara, sa ciljem generisanja novih saznanja o šahu, naročito u kontekstu brzih partija. Ovo uključuje identifikovanje trendova i obrazaca u podacima o igri.

**Igrači ili gledaoci turnira**, zainteresovani za detaljne metrike performansi, koriste podatke za analizu performansi i ponašanja protivnika, pregled ključnih indikatora performansi i za razvoj novih strategija i tehnika igre.

Projektovani sistem omogućava predstavljanim profilima uvid u igre preko funkcionalnih zahteva predstavljenih u narednom poglavlju.

#### 3.1 Funkcionalni zahtevi

Kako bi podržao specifične zahteve korisnika, projektovani sistem prikuplja relevantne podatke o šahovskim partijama iz kategorije Metak sa servera Ličes. Ova kategorija odlikuje se kratkim trajanjem od samo jednog minuta po igraču. Ove partije generišu znatno više događaja zbog brzine igre, što direktno utiče na količinu podataka koje sistem mora efikasno obraditi u realnom vremenu.

Profilisanje igrača ključno je za omogućavanje gledaocima i igračima da procene kvalitet i taktiku tokom igre, kao i organizatorima turnira i menadžerima

platforme da identifikuju anomalije ili atipična ponašanja igrača. To podrazumeva praćenje svakog odigranog poteza i ocenjivanje njegovog kvaliteta pomoću alata Stokfiš, koji poteze kategorizuje u različite klase, od brilijantnih do veoma pogrešnih, u zavisnosti od njihove evaluacije. Aktivnost igrača predstavljena je kroz ključne indikatore performansi (KPI). Metrike obuhvataju broj poteza po kategoriji, kao i izvedene metrike kao što su preciznost igrača tokom partije. Metrike koje se računaju za svakog igrača i ažuriraju izračunatim vrednostima za pojedinačnu partiju, prikazane su u [tabeli 3.1](#).

Standardna devijacija igračeve preciznosti posebno je korisna za procenu varijabilnosti u performansama igrača, omogućavajući detekciju potencijalne upotrebe nedozvoljenih alata tokom igre. Igrači sa visokim varijacijama u preciznosti između partija mogu biti označeni za dalju analizu i monitoring.

Naziv metrike	Definicija
Odnos pobeda ka porazima	Broj pobeda / Broj poraza
Odnos ispravnih ka neispravnim potezima	Broj ispravnih / Broj neispravnih poteza
Srednja vrednost igračeve preciznosti	Broj ispravnih / Ukupan broj poteza
Makro preciznost igrača	Prosečna vrednost igračeve preciznosti u svim partijama
Medijan igračeve preciznosti	Pedeseti percentil svih zabeleženih preciznosti
Standardna devijacija igračeve preciznosti	Rasipanje igračeve preciznosti u odnosu na srednju vrednost

Tabela 3.1. Ključni indikatori performansi igrača

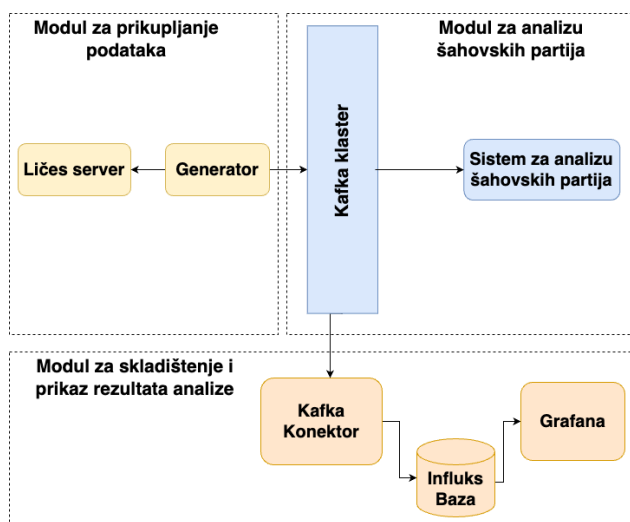
### 4. ARHITEKTURA SISTEMA

Projektovani sistem sastoji se iz tri modula: modul za prikupljanje podataka sa platforme Ličes, modul za analizu šahovskih partija pomoću alata Stokfiš i modul za skladištenje i prikaz rezultata analize.

Ključna komponenta u ovom sistemu jeste Kafka, sistem za asinhronu razmenu poruka koji omogućava odvajanje i nezavisnost pomenutih komponenata. Kafka služi kao posrednik u komunikaciji između generisanja i obrade tokova podataka. Na [slici 4.1](#) prikazana je arhitektura sistema, a u narednim poglavljima dat je opis komponenti.

#### 4.1 Modul za prikupljanje podataka sa platforme Ličes

Prikupljanje relevantnih podataka sa servera Ličes postiže se aktiviranjem generator aplikacije.



Slika 4.1. Arhitektura sistema

Ova komponenta inicira periodičnu komunikaciju sa serverom, transformiše dobavljene podatke u odgovarajuće strukture, vrši Avro serijalizaciju, i šalje poruke na teme Kafke. Komponente aplikacije generator su:

1. **Generator partija:** Prikuplja podatke o trenutno aktivnim partijama i generiše poruke koje sadrže podatke kao što su identifikator partije, detalji o igračima, odigrani potezi, i ostale relevantne podatke.
2. **Generator poteza:** Dobavlja poteze iz određene partije u realnom vremenu. Poruke sadrže odigrani potez, redni broj poteza, trenutnu poziciju na tabli u FEN notaciji (objašnjena u nastavku poglavlja) i drugo.
3. **Generator kraja partije:** Emituje događaje o završetku partije.
4. **Generator igrača:** Sakuplja podatke o korisnicima koji učestvuju u trenutno aktivnim igrama, kao što su rang (ELO), broj odigranih partija, i drugo.

Forsajt-Edvardsova notacija (FEN) predstavlja standardizovani metod za tekstualni opis pozicija na šahovskoj tabli. U jednom redu teksta predstavljen je raspored figura, sledeći igrač na potezu, mogućnosti rokade, mogućnost *en passant*, broj polupoteza od poslednjeg značajnog poteza, i ukupan broj poteza u partiji. FEN je efikasan za dokumentovanje i analizu šahovskih igara, omogućavajući lako deljenje i pregled stanja igre u bilo kom trenutku. Predstavlja standardan način reprezentovanja šahovske table u najkorišćenijim šahovskim alatima kao što je Stokfiš [5].

#### 4.2 Modul za analizu šahovskih partija u realnom vremenu

Obrada podataka u realnom vremenu uključuje kontinuiranu obradu neograničenih skupova podataka koji se nazivaju tokovi. Karakteristike toka uključuju uredenost i nepromenljivost događaja u njima [3]. U poređenju sa tradicionalnim pristupima obrade podataka, kao što su obrada po zahtevu ili paketna obrada, obrada toka podataka nudi znatno nižu latenciju i sposobnost da se podaci ažuriraju i analiziraju u realnom vremenu. Ovakav

pristup pruža korisnicima mogućnost brzog odgovora na promene i događaje kako se oni dešavaju.

Komponenta za obradu šahovskih partija u realnom vremenu rešava sledeće zadatke:

1. Praćenje i analiza aktivnosti igrača: Aplikacija efikasno prati aktivnosti igrača na platformi Ličes, koristeći metrike koje su definisane u prethodnom poglavlju.
2. Integracija sa alatom Stokfiš: Alat pruža analizu stanja na šahovskoj tabli uz evaluaciju odigranog poteza. Komunikacija sa alatom realizuje se prema UCI (engl. *Universal Chess Interface*) protokolu [5]. Korišćena metrika je centi-pion koja predstavlja stoti deo jednog piona.
3. Deduplikacija događaja: Važan deo obrade poteza uključuje filtriranje i odbacivanje duplikata poruka, što pomaže u očuvanju integriteta podataka. Ovo je ključno za održavanje performansi sistema na visokom nivou i osiguranje da su svi analitički uvidi zasnovani na tačnim i ažuriranim podacima.
4. Detekcija potencijalnih varalica: Postiže se analizom odstupanja u igračevom ponašanju u odnosu na njegov uobičajeni nivo preciznosti u igrama.

Ova komponenta razvijena je uz upotrebu biblioteke Kafka Strims. Kafka Strims omogućava obradu podataka s veoma niskom latencijom. Pored toga, aplikacije mogu lako skalirati horizontalno, što znači da se kapacitet obrade može povećati dodavanjem više instanci aplikacije bez prekida postojećeg rada. Podržava replikaciju podataka i mehanizme oporavka koji minimiziraju uticaj potencijalnih grešaka ili kvarova u sistemu. Podržava širok spektar operacija obrade podataka, od jednostavnih transformacija do složenih agregacija, operacija spajanja (engl. *join*) i grupisanja [6].

Biblioteka Kafka Strims omogućava i definisanje različitih tipova prozora za grupisanje događaja po vremenskim intervalima. Ovo je posebno korisno za izračunavanje agregata ili analizu trendova unutar definisanog vremenskog perioda. U projektovanom sistemu korišćen je sesijski (engl. *session*) tip prozora prilikom računanja broja ispravnih odnosno neispravnih poteza u trenutno aktivnoj partiji.

Aplikacije sa bibliotekom Kafka Strims podržavaju obradu sa čuvanjem stanja (engl. *stateful*), što znači da čuvaju informacije iz prethodnih događaja kako bi izvršile trenutnu obradu [6]. Ovo je korisno za operacije koje zahtevaju kontekst. U projektovanom sistemu korišćen je ovaj tip obrade prilikom deduplikacije događaja, određivanja prednosti igrača i računanja ključnih indikatora performansi.

#### 4.3. Modul za skladištenje i prikaz rezultata analize

Modul za skladištenje i prikaz rezultata analize koristi tehnologiju Kafka Konekt za efikasno upravljanje podacima između tema Kafke i trajnih skladišta podataka. Kafka Konekt predstavlja robusno rešenje za prenos podataka, omogućavajući konfiguraciju konektora koji automatski upisuju podatke iz tema Kafke u izabranu bazu. Konektori mogu biti konfigurisani kao samostalni

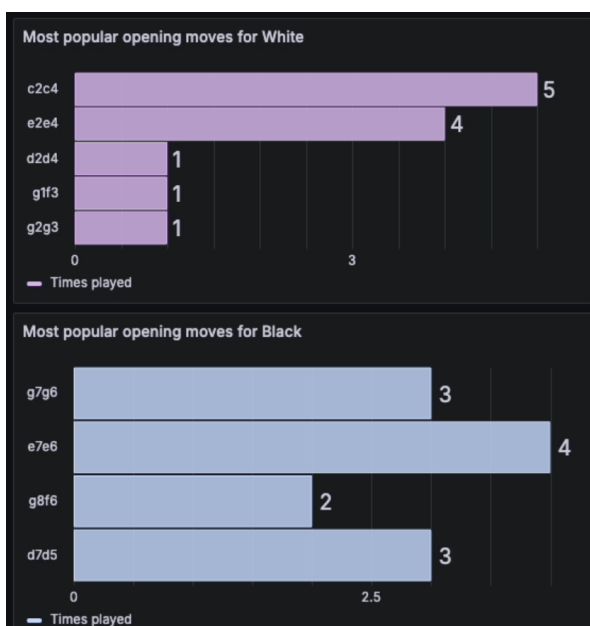
proces ili kao distribuirani servis. Korišćena baza, InfluxDB, specijalizovana je za rad sa vremenskim serijama, što je čini dobrim izborom za skladištenje podataka koji su vremenski osetljivi.

Nakon što su podaci smešteni u InfluxDB, oni se zatim vizualizuju kroz alat Grafana. Otvorenog je koda i omogućava korisnicima da kreiraju kontrolne table za vizuelni prikaz podataka, pružajući jasne uvide kroz grafove i metrike. Na ovaj način omogućeno je korisnicima da na efektivan način vizualno prate i analiziraju šahovske partije. Grafana nudi fleksibilne mogućnosti za prilagođavanje kontrolnih tabla, podržavajući sve od jednostavnih grafikona sa prebrojavanjima poteza do složenijih analiza performansi igrača kroz vreme. Kontrolne table koje koriste Grafana su interaktivne i mogu se prilagoditi za prikaz različitih metrika, što korisnicima omogućava da uvidu u podatke prilagode svojim specifičnim potrebama i interesovanjima.

## 5. PRIMER UPOTREBE

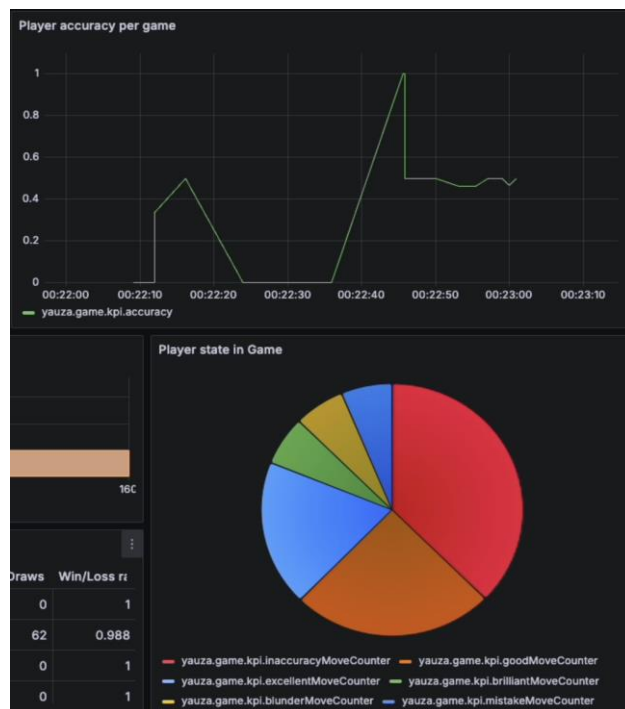
U ovom poglavlju dat je primer kontrolne table kreirane u alatu Grafana. Prikazana kontrolna tabla na slici 5.1 omogućava korisnicima da analiziraju najčešće poteze u partijama kategorije Metak, identifikujući popularne strategije i taktike. Prikazani paneli pod nazivom *Most popular opening moves for White* i *Most popular opening moves for Black* daju uvid u najčešće igrane prve poteze iz ugla belog i crnog igrača. Može se primetiti da beli igrači partiju najčešće započinju pomeranjem piona sa e2 na e4 ili sa d2 na d4, dok za crnog najčešći odgovor predstavlja skakač sa g8 na f6 odnosno pion sa g7 na g6.

Kontrolna tabla može uključivati panel koji prikazuje liste trenutno aktivnih partija na Ličes TV, a koje su praćene kroz projektovani sistem. Korisnicima može biti omogućeno da unose identifikatore za partije i igrače. Nakon unosa, prikazuju se dva panela na kontrolnoj tabli: Promena igračeve preciznosti tokom vremena pod nazivom *Player accuracy per game* i stanje igrača tokom igre - *Player state in game*. Na slici 5.2 predstavljeni su opisani paneli.



Slika 5.1. Najčešće igrani prvi potezi za belog/crnog igrača

Igračeva preciznost definisana je kao odnos ispravnih ka ukupnom broju poteza koje je igrač odigrao. Na dijagramu prikazana je promena ove vrednosti za vreme trajanja partije. Stanje igrača prikazano je korišćenjem pita dijagrama gde se može uočiti: broj ispravnih (dobri, odlični i briljantni potezi) i broj neispravnih poteza (kategorije nesigurni, pogrešni i veoma pogrešni potezi). Na slici 5.2 ove vrednosti su predstavljene pod sledećim nazivima *goodMoveCounter*, *excellentMoveCounter*, *brilliantMoveCounter*, *inaccuracyMoveCounter*, *mistakeMoveCounter*, *blunderMoveCounter*, redom.



Slika 5.2. Preciznost i stanje igrača tokom partije

Grafana pruža mogućnost kreiranja novih panela kojima korisnici mogu pratiti i analizirati podatke u skladu sa svojim interesovanjima.

## 6. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljen je sistem za praćenje i analizu šahovskih partija sa platforme Ličes u realnom vremenu. Razvijeni sistem pruža mogućnost detekcije potencijalnih prevara i analize igara tokom njihovog trajanja, što predstavlja značajan napredak u odnosu na postojeće sisteme koji nude samo istorijske analize već završenih partija.

Kroz upotrebu tehnologija kao što su Kafka i Kafka Strims, obezbeđeno je efikasno prikupljanje i obrada podataka o igračima, odigranim potezima, partijama koje se održavaju i drugo, u realnom vremenu, što omogućava pravovremene uvide i reakcije. Korišćenje alata Stokfiš za evaluaciju poteza omogućilo je procenu kvaliteta odigranih poteza tokom igre i evaluaciju stanja oba igrača. Na osnovu definisanih metrika igrači se profilšu i njihove aktivnosti se prate što omogućava detektovanje anomalija u igri. Identifikacija ovih karakteristika i njihovo praćenje ključno je za identifikaciju potencijalnih varalica. Korišćenjem Grafane za vizuelizaciju rezultata omogućeno je praćenje metrika i aktivnosti igrača u

realnom vremenu, što pruža dodatnu vrednost potencijalnim korisnicima platforme - organizatorima ili gledaocima turnira, analitičarima šaha i drugim profilima krajnjih korisnika. Projektovani sistem je skalabilan i otporan na greške, što omogućava njegovu primenu u okruženjima sa velikim obimom podataka i visokom potrebom za pouzdanošću.

Postoje ograničenja od strane platforme Ličes kao što su limiti na broj zahteva ka njihovom serveru sa jedne internet adrese, što može umanjiti efikasnost prikupljanja podataka. Ovi problemi mogu se potencijalno rešiti upotrebom više adresa ili proksi servera.

Dalji napredak mogao bi biti ostvaren poboljšanjem algoritma za detekciju prevara. Trenutni pristup koji se zasniva na praćenju preciznosti igrača kroz igre mogao bi se poboljšati ukoliko bi se analiza samih poteza proširila, odnosno povećala dubina pretrage u alatu Stokfiš. Ovo bi omogućilo tačniju evaluaciju stanja igrača u partiji nakon odigranog poteza.

Osim poboljšanja trenutnog pristupa za detekciju anomalija, upotrebom algoritama mašinskog učenja za profilisanje igrača mogla bi se poboljšati tačnost detekcije prevara. Ovo uključuje upotrebu dubokih neuronskih mreža, slično pristupu koji sama platforma Ličes implementira.

Treći vid unapređenja projektovanog sistema uključuje integraciju dodatnih izvora podataka u sistem. Uvođenje dodatnih izvora, kao što su istorijski podaci o korisnicima i odigranim partijama, moglo bi da obezbedi bolji uvid u ponašanje igrača i njihovo profilisanje.

## 7. LITERATURA

- [1] Lichess. (2024). *Lichess API Documentation*. [Onlajn]. Dostupno na: <https://lichess.org/api>
- [2] Stockfish Chess. (2024). *Stockfish Chess - Open Source Chess Engine*. [Onlajn]. Dostupno na: <https://stockfishchess.org/>

[3] T. Akidau, S. Chernyak, and R. Lax, *Streaming Systems: The What, Where, When, and How of Large-Scale Data Processing*, 1st edition. Sebastopol, California: O'Reilly Media, 2018.

[4] ChessBase. (2022). *ChessBase 17 Manual* [Onlajn]. Dostupno na: <https://help.chessbase.com/cb17-eng.pdf>

[5] Shredder Chess. (2024). UCI - Universal Chess Interface. [Onlajn].

Dostupno na: <https://www.shredderchess.com/chess-features/uci-universal-chess-interface.html>

[6] Apache Kafka. (2024). Developer Guide - Apache Kafka Streams. [Onlajn].

Dostupno na: <https://kafka.apache.org/24/documentation/streams/developer-guide/>

### Kratka biografija:



**Milena Laketić** rođena je 12. aprila 1998. godine u Rumi, Vojvodina. Počela je gimnaziju "Jovan Jovanović Zmaj" u Novom Sadu, smer obdareni učenici u matematičkoj gimnaziji. Fakultet tehničkih nauka upisala je 2017. godine na smeru Softversko inženjerstvo i informacione tehnologije. Master studije na studijskom programu Softversko inženjerstvo i informacione tehnologije usmerenje Inteligentni sistemi upisuje 2021. U toku master studija izabrana je na poziciju Saradnika u nastavi na fakultetu tehničkih nauka i tokom jedne godine izvršava predviđene obaveze na predmetu Programski prevodioci.