

**IZGRADNJA INTELIGENTNOG ADAPTIVNOG LMS ZA  
UNAPREĐENJE EFIKASNOSTI VISOKOŠKOLSKIH USTANOVA**

**CREATING AN INTELLIGENT ADAPTIVE LEARNING  
MANAGEMENT SYSTEM FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF  
HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS**

**Dedić Fuad, mr. sci.**  
Fakultet informacijskih tehnologija  
Sjeverni logor bb, 88000 Mostar,  
Bosna i Hercegovina  
fuad.dedic@edu.fit.ba

**Veldin Ovčina, prof. dr.**  
Ekonomski fakultet  
Sjeverni logor bb, 88000 Mostar,  
Bosna i Hercegovina  
veldin.ovcina@unmo.ba

**Irma Dedić, dr. sci.**  
Ekonomski fakultet  
Sjeverni logor bb, 88000 Mostar,  
Bosna i Hercegovina  
irma.dedic@unmo.ba

**REZIME**

*Obrazovanje je industrijski sektor koji bilježi kontinuirani rast. S ciljem zauzimanja što bolje tržišne pozicije efikasnost obrazovnih institucija, koju determiniraju dužina studiranja i tržišna konkurentnost završenika mora biti što veća. Inteligentni adaptivni Learning Management System temeljen na matematičkim modelima za predviđanje uspješnosti studenta je jedan od načina povećanja efikasnosti. Moduli LMS su: validacijski, analitički i modul preporuke. Validacijskim modulom se utvrđuje da li se odabrani set podataka može koristiti u analitičkom modulu u kojem se definiše odgovarajući oblik matematičkog modela. Propuštanjem budućih podataka kroz definirani oblik matematičkog modela u modulu preporuke se daju prijedlozi za povećanje efikasnosti obrazovnog procesa.*

**Ključne riječi:** tržište obrazovanja, Learning Management System, validacijski modul, analitički modul, modul preporuke

**ABSTRACT**

*Education is an industrial sector which is continuously growing. To take the best possible market position, the efficiency of educational institutions, which is determined by the time of students' studying and the market competitiveness of graduates, must be as high as possible. Intelligent adaptive Learning Management System based on mathematical models to predict student performance is one way to increase efficiency. The LMS modules are validation, analytical and recommendation module. The validation module determines whether the selected data set can be used in the analytical module in which the appropriate form of the mathematical model is defined. By passing the future data through the defined form in the recommendation module, suggestions are given for increasing the efficiency of the educational process.*

**Keywords:** educational market, Learning Management System, validation module, analytical module, recommendation module

## 1. UVOD

Tržište obrazovanja je izuzetno potentno tržište u kojem postoji prostor za zauzimanje jakih tržišnih pozicija kako na globalnom, tako i na lokalnim nivoima. Za tržišnu poziciju se ne bore samo proizvođači novih tehnologija ili softverskih alata za obrazovni sektor, već i obrazovne, a posebno visokoškolske institucije. Potentnost tržišta se zasniva na činjenici da savremeni industrijski trendovi diktiraju potrebu produkcije radne snage koja će biti u stanju pratiti izuzetno dinamične promjene u svim industrijskim sektorima.

Obrazovanje je sektor koji bilježi stalni rast po svim elementima: vrijednosti tržišta, tržišnim vrijednostima kompanija, proširenju palete usluga, broju potrebnih radnika, te prihodima koje ostvaruje.

Procjene trenutne vrijednosti sektora obrazovanja, kao i očekivanja rasta u narednom periodu su različite, ali su jedinstveni redovi veličina i oni se nalaze u rangu milijardi US\$.

Prema izvještaju kojeg je sačinio HolonIQ [1] ukupni troškovi u sektoru obrazovanja na globalnom nivou su 2015. godine bili 5,2 biliona US\$. Procjenjuje se da bi se 2030. troškovi u sektoru obrazovanja trebali skoro udvostručiti i iznositi 10,0 biliona US\$. Također, procjenjuje se da trenutačna vrijednost tržišta obrazovanja iznosi 6 biliona US\$, a tržišna vrijednost kompanija u sektora obrazovanja 150 milijardi US\$. Dakle, vrijednost tržišta je 40 puta veća od tržišne vrijednosti kompanija, što upućuje na to da se na tržištu ne nalazi veliki broj kompanija. U 2018. godini je bilo oko 30 kompanija čija je tržišna vrijednost veća od 1 milijarde US\$, a predviđa se da bi 2025. godine broj takvih kompanija trebao biti veći od 100.

Ishodi učenja (Learning Outcomes) [2] opisuju šta učenik/student/osoba koja uči zna, razumije i može obavljati nakon završenog procesa učenja, definiranog kroz znanje (knowledge), vještine (skills) i kompetencije (competences) [3]. Vijeće ministara Bosne i Hercegovine uspostavilo je "Osnove kvalifikacijskog okvira u Bosni i Hercegovini" (OKO). BiH OKO ima strukturu od osam nivoa kvalifikacija. Univerziteti nude programe za šesti, sedmi i osmi nivo.

## 2. OBRAZOVANJE KAO INDUSTRIJSKI SEKTOR

U savremenom društvu obrazovanje je prvenstveno industrijski sektor podložan zakonima tržišta koje funkcioniše na principu ponude i potražnje. Zakoni tržišta postavljaju imperativ da obrazovni sistem na svim nivoima bude maksimalno efikasan. Efikasnost u oblasti visokog obrazovanja, između ostalih, determiniraju:

- dužina studiranja - vrijeme koje polaznik (student, učenik) utroši na savladavanje određenog nivoa ili forme obrazovanja
- tržišna konkurentnost - znanje, vještine i kompetencije koje polaznik stiče nakon završetka određenog nivoa obrazovanja, odnosno, njegova spremnost za ulazak na tržište rada.

Statistički pokazatelji iz izvještaja kojeg je sačinio HolonIQ, te dinamičnost razvoja savremenog društva pred menadžment obrazovnih institucija, odnosno, kompanija u sektoru obrazovanja postavljaju dva važna imperativa:

1. aktivno praćenje dešavanja na tržištu i
2. prilagođavanje novim uslovima djelovanja, što obuhvata tehničko-tehnološke pretpostavke i proaktivno djelovanje i menadžmenta i uposlenika

Osnovni podaci koji se generišu u obrazovnom procesu su ocjene studenata po predmetima. Na univerzitetkom nivou obrazovanja pored ocjena važan podatak je i datum polaganja pojedinog predmeta na osnovu kojeg se određuje redovnost studija (student redovno upisuje naredne godine studija). Za redovnost studija je potrebno da student ima dovoljan broj položenih predmeta u toku jedne akademske godine.

Analitika učenja je relativno nova naučna oblast koja se bavi visokoškolskim obrazovanjem. Glavne komponente procesa analitike učenja su:

1. prikupljanje podataka,
2. analiza podataka s ciljem razumijevanja postojećeg(ih) načina studiranja i

3. razvoj novih metodologija realizacije nastavnog procesa s ciljem optimiziranja prohodnosti studenata u procesu studiranja.

U opširnoj studiji Learning Analytics in Higher Education [4] objavljenoj 2016. godine iznijeti su rezultati istraživanja provedenih na univerzitetima u Velikoj Britaniji, SAD i Australiji. Konačni zaključak studije je da analitika učenja može promijeniti način vrednovanja ulaznih varijabli i njihovog uticaja na obrazovne ishode. U studiji From Bricks to Clicks [5] Komisija za visoko obrazovanje Velike Britanije je zaključila da analitika učenja ima ogromne potencijale za unapređenje procesa studiranja. Nedavna istraživanja jasno ukazuju na pozitivan stav i interes studenata za individualiziranom analizom napretka njihovih studija, aktivnosti i obrazaca ponašanja koji bi se mogli postići primjenom alata i metoda analitike učenja [6].

### 3. INTELIGENTNI LMS

Jedan od načina povećanja efikasnosti obrazovnog procesa je izgradnja inteligentnih adaptivnih LMS (Learning Management System) [7] temeljenih na matematičkim modelima unutar kojih se determiniraju ulazni parametri na osnovu kojih se predviđa uspješnost studenta. Kreiranje modela se vrši na osnovu rezultata dobijenih primjenom metoda mašinskog (statističkog) učenja.

Znanja i vještine koje završenci fakulteta posjeduju nakon završetka školovanja, te redovnost studiranja su dva vrlo važna parametra na osnovu kojih se visokoškolska institucija vrednuje i tržišno pozicionira. Inteligentni adaptivni LMS je snažna alatka u poboljšanju uspješnosti studenata. Srž ovakvog LMS čini razrađen sistem preporuka koji ima dva segmenta. Prvi segment se odnosi na studente slabijeg uspjeha koji trebaju pomoć u savladavanju kurikuluma, dok se drugi segment odnosi na studente koji nemaju poteškoća u savladavanju kurikuluma, ali se njihov uspjeh može poboljšati ili im se može dati preporuka za proširenje njihovih znanja i vještina.

Inteligentni LMS doprinosi unapređenju obrazovanja kao poslovnog procesa i ostvarivanju benefita za studente, profesore i menadžment fakulteta kao učesnike u obrazovnom procesu.

Benefiti LMS prema učesnicima obrazovnog procesa:

- studenti - unapređenje prohodnosti slabijih, odnosno, unapređenje znanja i vještina boljih studenata
- profesori - povratna informacija o kvaliteti rada s ciljem unapređenja obrazovnog procesa
- menadžment fakulteta - poboljšanje tržišne pozicije

#### 3.1 Karakteristike istraživanja

U okviru Fakulteta informacijskih tehnologija Univerziteta "Džemal Bijedić" u Mostaru se provodi istraživanje s ciljem izgradnje adaptivnog inteligentnog LMS. Jedan od segmenata istraživanja je uticaj uspjeha učenika u srednjoškolskom obrazovanju i na prijemnom ispitu na uspješnost studenata na prvoj godini studija. Osim navedenog, istraživanje tretira i ostale međuticaje u procesu studiranja, između ostalih, uticaj uspjeha na prethodnoj na uspješnost na narednoj godini studija, te uticaj uspjeha na uslovljenom od uspjeha na uslovnom predmetu. Polazni set podataka za istraživanje se sastoji od skoro 1700 slogova. Nakon transformacija radni set podataka se sastoji od oko 600 zapisa.

Metode koje se koriste u istraživanju su linearna regresija kao regresijska i stablo odlučivanja kao klasifikacijska metoda. U zavisnosti od početnih uslova postiže se različita tačnost definiranih oblika linearne regresije i stabla odlučivanja. S obzirom na karakter podataka koji više odgovara klasifikacijskim metodama, modeli definirani stablom odlučivanja daju tačnije rezultate predviđanja, ali, za odgovarajuće početne uslove, i linearne funkcionalne zavisnosti (linearne jednačine) postižu dovoljno visoku tačnost predviđanja.

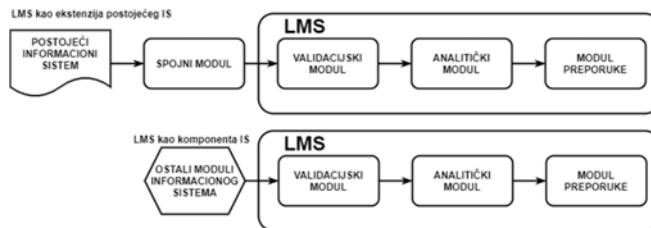
Rezultati dobijeni istraživanjem predstavljaju polazište za izgradnju inteligentnog LMS.

#### 4. KARAKTERISTIKE LMS

U zavisnosti od konkretne situacije inteligentni LMS može biti implementiran na dva načina. Prvi način je da se inteligentni LMS koristi kao proširenje (nadogradnja) nekog postojećeg IS. Drugi način je da LMS bude komponenta u okviru IS čije preostale komponente vrše prikupljanje podataka o uspjehu studenata.

Razlika u konceptualnim dijagramima navedenih slučajeva je u tome što u 1. slučaju egzistira spojni modul kojim se ostvaruje veza između verifikacijskog modula i postojećeg IS. U 2. slučaju ne postoji spojni modul već je validacijski modul direktno vezan za ostatak IS.

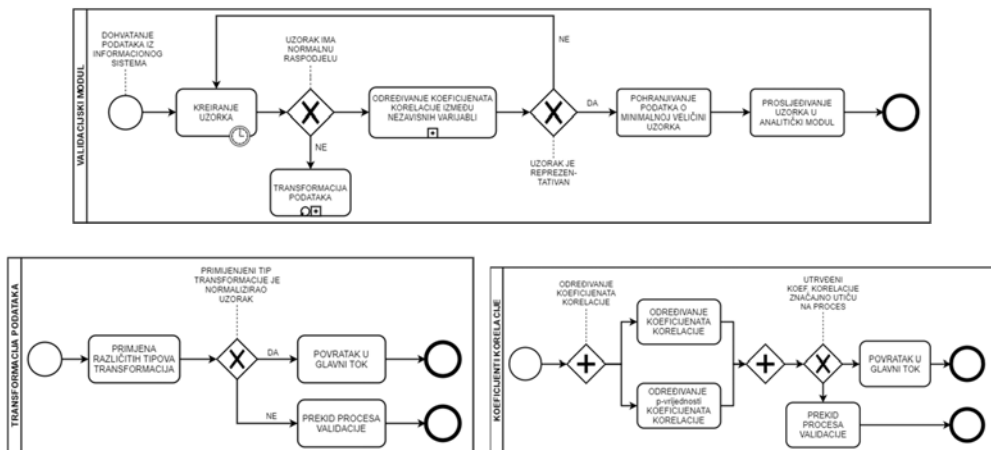
Na slici 1 je prikazan dijagram LMS na najvišem nivou za oba slučaja.



Slika 1. Konceptualni dijagram LMS kao ekstenzija postojećeg IS i kao komponenta IS

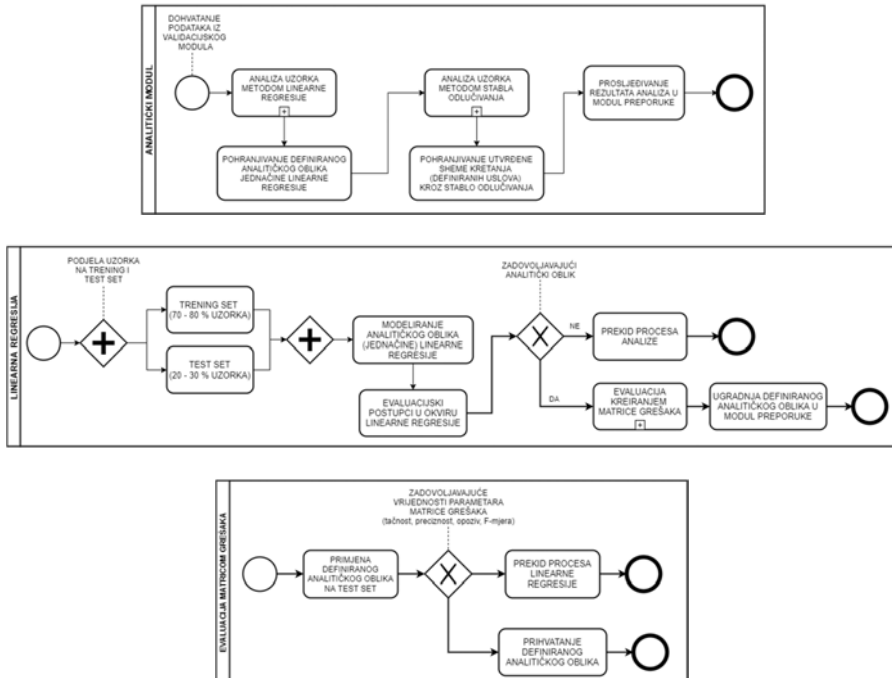
U validacijskom modulu se utvrđuje da li podaci, koji se dohvataju iz postojećeg IS (ili ostalih komponenti ako se radi o IS) zadovoljavaju uslove reprezentativnosti i normalnosti uzorka. Zadovoljavanje uslova normalnosti je neophodno kako bi funkcionalna zavisnost dobijena linearnom regresijom bila validna. Ispunjavanje uslova reprezentativnosti je neophodno za obje metode, i regresionu analizu i stablo odlučivanja. U slučaju da jedan ili oba uslova nisu zadovoljena proces se obustavlja. Reprezentativnost se može otkloniti tako što će postupak ponoviti nakon izvjesnog vremena potrebnog da se poveća broj slogova koji ulaze u proces validacije. Izlazne informacije validacijskog modula su informacije o minimalnom broju slogova potrebnih da bi uzorak bio reprezentativan, te da li podaci slijede normalnu raspodjelu. Utvrđena vrijednost minimalno potrebnog broja slogova se pohranjuje i koristi kao referentna za buduće slične slučajeve.

Pored navedenih uslova u verifikacijskom modulu se provjera da li postoji korelacija između ulaznih varijabli i, ako postoji, kolika je jačina te korelacije. Ako između postavljenih ulaznih varijabli postoji umjerena korelacija, tada se u zavisnosti od konkretnog slučaja odlučuje da li će se proces prekinuti.



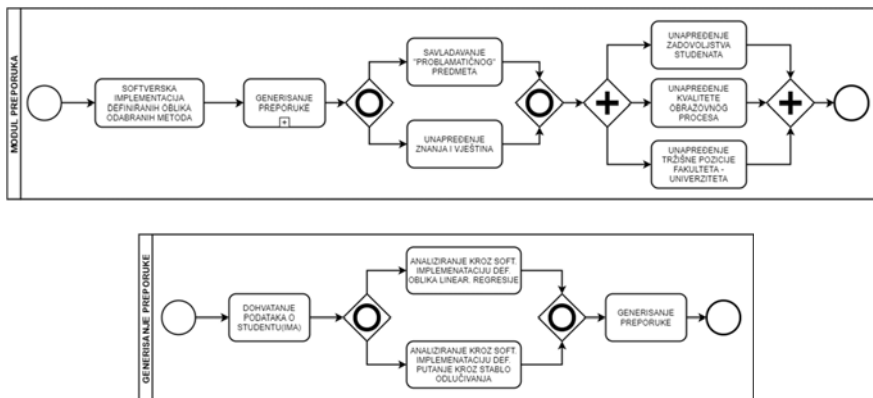
Slika 2. BPMN dijagrami validacijskog modula

U analitičkom modulu se na osnovu validiranih podataka provodi postupak definiranja odgovarajućih oblika linearne regresije i stabla odlučivanja. Kod linearne regresije se definiše odgovarajući oblike linearne funkcionalne zavisnosti, dok se kod stabla odlučivanja putanje kretanja kroz stabla opisuje navođenjem uslova.



Slika 3. BPMN dijagrami analitičkog modula

Propuštanjem podataka kroz definiranu jednačinu linearne regresije, odnosno, kretanjem kroz stablo odlučivanja se za svaki pojedinačni slučaj generišu preporuke. Preporuke se klasificiraju u dvije grupe. U 1. grupu spadaju preporuke koje imaju za cilj pomoći studentu da savlada određeni nastavni predmet, dok su u 2. grupi preporuke kojima se unapređuju znanja i vještine naprednijih studenata. Generisane preporuke se mogu predočavati studentima, profesorima i menadžmentu, ili se mogu predočavati samo nastavnom osoblju i menadžmentu.



Slika 4. BPMN dijagrami modula preporuke

## 5. BUDUĆA ISTRAŽIVANJA

Predloženi koncept IS sa ugrađenim LMS se zasniva na primjeni dvije metode mašinskog (statističkog) učenja. S obzirom na različitost karaktera podataka koji se mogu dohvatati dalja istraživanja bi trebala obuhvatiti i ostale metode mašinskog (statističkog) učenja. Važan segment budućih istraživanja bi se trebao fokusirati na utvrđivanje stepena primjenjivosti metoda na njima neodgovarajuće tipove podataka, kao što je to slučaj za lineranu regresiju u istraživanju koje se provodi. Razlog tome leži u činjenici da određene metode imaju jednostavne analitičke oblike ili načine opisivanja uslova što bi u većoj ili manjoj mjeri olakšalo implementiranje dobijenih analitičkih oblika ili definiranja uslova.

## 6. ZAKLJUČAK

Tržišna vrijednost industrije obrazovanja i činjenica da se tržište još uvijek izgrađuje upućuje sve obrazovne institucije, a pogotovo one na univerzitetskom nivou na potrebu ulaganja u razvoj i unapređenje finansijskih, materijalnih, tehnoloških i ljudskih potencijala. Svaka od navedenih komponenti ima svoj značaj. Dinamičnost savremenog društva, konstantan tehnološki napredak u svim industrijskim sektorima i činjenica da se četvrta industrijska revolucija već dešava upućuje na zaključak da i obrazovne institucije moraju značajno ulagati u iskorištenje tehnoloških potencijala savremenog društva. Četvrta industrijska revolucija se može definirati kao objedinjavanje znanja i zakonitosti iz tehničkih, tehnoloških i prirodnih nauka pri čemu se nova otkrića zasnivaju na upotrebi matematičkih modela iz kojih se izvode konkretni analitički oblici primijenjenih modela. Ovako rapidan razvoj je posljedica svakodnevnog generisanja ogromnih količina podataka. Na navedenim principima se temelji i istraživanje koje se sprovodi s ciljem izgradnje inteligentnog adaptivnog LMS. Pored inteligencije koja predstavlja srž sistema, imperativ je da sistem bude adaptivan i po širini i po dubini. Imperativ je da LMS ostavi mogućnost daljih istraživanja postojećih segmenata sistema (adaptivnost po dubini), ali i mogućnost uvođenja novih segmenata sistema (adaptivnost po širini) s ciljem njegovog unapređenja

## 7. LITERATURA

- [1] Global Education in 10 Charts, Preuzeto sa: <https://www.holonIQ.com/wp-content/uploads/2019/02/HolonIQ-2019-Global-Outlook-Deck.pdf>, Dostupno: 5.6.2020.
- [2] A. Dizdarević, H. Muhić, S. Marić, D. Bokonjić, R. Šahinović, V. Višekruna, N. Vasić, V. Žujo, Vodič za pisanje ishoda učenja u visokom obrazovanju, (2016), Svjetski univerzitetski servis BiH, Preuzeto sa: <https://www.unsa.ba/sites/default/files/dodatak/2017-12/nacrt-Vodic-za-pisanje-ishoda-ucenja-u-visokom-obrazovanju-Bosanski.pdf>, Dostupno: 5.6.2020.
- [3] EQF, 2008.
- [4] N. Sclater, A. Peasgood, J. Mullan, Learning analytics in higher education: a review of UK and international practice. Full report, UK, Bristol: Jisc, (April 2016), pp.1-40, Preuzeto sa: <https://www.jisc.ac.uk/sites/default/files/learning-analytics-in-he-v3.pdf>, Dostupno: 15.12.2020.
- [5] L. Norton, S. Porter, X. Shacklock, From Bricks to Clicks, Higher Education Commission, January, 2016, Preuzeto sa: <https://www.policyconnect.org.uk/research/report-bricks-clicks-potential-data-and-analytics-higher-education>, Dostupno: 5.6.2020.
- [6] C. Schumacher, D. Ifenthaler, "Features students really expect from learning analytics", Proceedings of the 13th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age, (2016), pp.67-76.
- [7] S. Leone, Characterisation of a personal learning environment as a lifelong learning tool. New York: Springer-Verlag, (2013), pp.1-88, doi: 10.1007/978-1-4614-6274-3.