

UNIVERZITET SINGIDUNUM
BEOGRAD
DEPARTMAN ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE
I MEĐUNARODNU SARADNJU

DOKTORSKA DISERTACIJA

**PRILOG RAZVOJU MODELA
ADAPTIVNOG ELEKTRONSKOG OBRAZOVANJA**

MENTOR
prof. dr Milan Milosavljević

KANDIDAT
mr Svetlana Jevremović

BEOGRAD, 2013. godina

Mentor:

Prof. dr Milan Milosavljević
Univerzitet Singidunum – Beograd

Članovi komisije:

Prof. dr Mladen Veinović
Univerzitet Singidunum – Beograd

Prof. dr Branko Kovačević
Elektrotehnički fakultet
Univerzitet u Beogradu

PRILOG RAZVOJU MODELA ADAPTIVNOG ELEKTRONSKOG OBRAZOVANJA

APSTRAKT

Zbog kompleksnosti procesa adaptivnog elektronskog obrazovanja, kod nas do sada nije bilo mnogo radova koji su sa metodološkog aspekta, kao i sa aspekta izgradnje integrisanog sistema elektronskog obrazovanja, istraživali ovu oblast. U tom smislu, materija izložena u ovom radu ima posebnu vrednost.

Elektronsko obrazovanje, kao kompleksan sistem, uključuje predavanje na daljinu, učenje na daljinu, nastavne materijale u raznim formama, individualni i grupni proces učenja, kao i tutorski i interaktivni rad. Da bi se povećala efikasnost i efektivnost sistema elektronskog obrazovanja potrebno je, pre svega, razmotriti karakteristike studenata i stilove učenja. Na bazi podataka prikupljenih na razne načine: u anketama, pomoću sistema za obrazovanje na daljinu, na osnovu subjektivne procene nastavnika, kao i na bazi podataka iz poslovnog informacionog sistema, utvrđuju se preference studenata. Zatim se, na osnovu ovih podataka, vrši adaptacija tj. proces koji prilagođava rad sistema na osnovu znanja o studentu. Osnovni ciljevi koji se adaptacijom sistema elektronskog obrazovanja mogu realizovati su poboljšanje dizajna i korisnosti kursa, pomoć pri pronalaženju informacija na kursu, efikasnije pretraživanje i smeštanje rezultata pretrage u kontekst interesovanja studenta, kao i povećanje lojalnosti studenta.

Glavna hipoteza, koja je razvijena i dokazana u okviru ove disertacije, je da se implementacijom adaptivnog modela u okviru LMS sistema u elektronskom obrazovanju, može unaprediti obrazovni proces, podići nivo kvaliteta poslovnih procesa u e-obrazovanju i opravdati troškovi uvođenja. Primenom razvijenog adaptivnog modela mogu se rešavati problemi iz oblasti obrazovanja na daljinu kao što su: prilagođavanje nastavnih materijala potrebama studenata, realizacija kvalitetnog sistema izveštavanja na osnovu podataka prikupljenih u sistemima za upravljanje učenjem, realizacija portala za elektronsko učenje, i drugi. Na ovaj način postiže se povećavanje broja upisanih i diplomiranih studenata, smanjenje troškova, bolje korišćenje finansijskih sredstava, donošenje kvalitetnijih odluka, itd.

U ovoj doktorskoj disertaciji detaljno je obrađena primena adaptivnih metoda i tehnika u elektronskom obrazovanju, sa ciljem izgradnje adaptivnog modela za nastavni predmet Programiranje za Internet. Eksperimentalni deo je realizovan u obliku adaptivnog elektronskog kursa za programiranje u programskom jeziku JAVA, u Laboratoriji za informatiku Visoke tehnološke škole strukovnih studija u Šapcu. Merenje relevantnih parametara i analiza dobijenih rezultata su obavljani pomoću standardnih statističkih metoda. Rezultati istraživanja su pokazali da su studenti, koji su pohađali kurs adaptiran prikazanim metodama i tehnikama, ostvarili bolje rezultate u odnosu na studente koji su pohađali neadaptirani kurs.

KLJUČNE REČI: ELEKTRONSKO OBRAZOVANJE, ADAPTIVNO ELEKTRONSKO OBRAZOVANJE, ADAPTACIJA ELEKTRONSKIH KURSEVA, FELDER-SILVERMAN MODEL STILA UČENJA, MOODLE, ELEKTRONSKI KURSEVI ZA PROGRAMSKI JEZIK JAVA

A CONTRIBUTION TO THE DEVELOPMENT OF A MODEL OF THE ADAPTIVE ELECTRONIC EDUCATION

ABSTRACT

Due to the complexity of adaptive e-education process, we haven't had many papers up to now, which researched this field from the methodical aspect, as well as the aspect of developing integrated system of e-education. Consequently, the material given in this paper has a specific value and presents a significant contribution.

E-education is a complex system that includes distance learning, distance teaching, teaching materials in various forms, individual and group learning, tutoring and interactive work. Preferences of students and learning styles should be considered in order to increase efficiency and effectiveness of e-education systems. In order to identify students' preferences, data from business information systems, data collected through a distance education system, data collected in surveys and subjective assessments of teachers are used. Adaptation, the process that creates a change in the system based on system knowledge of the student, is performed using these data. Primary goals that can be realized by adaptation of an e-education system are: improving the design and utility of the course, increasing the loyalty of students, help in finding information on the course, advanced searching and storing results of search in the context of students' interests.

The main hypothesis developed and proved within this dissertation is that implementation of an adaptive model within the LMS system in electronic education can enhance educational process, raise the quality level of business processes in e-education and justify the expense of its induction. Application of the developed adaptive model can solve problems of remote education such as: adjustment of teaching material to students' needs, realization of quality reporting system based on data collected in learning management systems, realization of an electronic learning portal, and others. In this way one accomplishes: an increase of the number of students enrolled and graduated, a decrease of expenses, better usage of funds, making better decisions etc.

This doctoral dissertation discusses in detail the application of adaptive methods and techniques in electronic education, with the aim of building an adaptive model for the subject Programming for Internet. The experimental part was implemented as an adaptive electronic course for programming in JAVA programming language, at the Informatics laboratory of the Professional Studies College of Technology in Sabac, Serbia. Relevant parameters were measured and results analyzed by carrying out standard statistical methods. The research results show that students attending the course adapted through the demonstrated methods and techniques, have achieved better results compared to the students attending the non adapted course.

KEY WORDS: ELECTRONIC EDUCATION, ADAPTIVE ELECTRONIC EDUCATION, SYSTEM FOR ELECTRONIC EDUCATION, ADAPTATION OF ELECTRONIC COURSES, ELECTRONIC COURSES FOR JAVA PROGRAMMING LANGUAGE

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1 PREDMET I CILJ DISERTACIJE	1
1.2 NAUČNE HIPOTEZE	2
1.3 METODE ISTRAŽIVANJA	3
1.4 STRUKTURA TEZE.....	3
2. ELEKTRONSKO OBRAZOVANJE	6
2.1 DEFINICIJE ELEKTRONSKOG OBRAZOVANJA	6
2.2 TEHNOLOGIJE ELEKTRONSKOG OBRAZOVANJA.....	10
2.3 SISTEMI ELEKTRONSKOG OBRAZOVANJA.....	14
2.3.1 <i>Sistemi za upravljanje kursevima</i>	16
2.3.2 <i>Sistemi za upravljanje učenjem</i>	16
2.3.2.1 LMS Moodle	21
2.4 STANDARDI I MODELI ELEKTRONSKOG OBRAZOVANJA.....	23
2.4.1 SCORM.....	26
2.4.2 <i>Objekti učenja</i>	30
3. ADAPTIVNI SISTEMI ELEKTRONSKOG OBRAZOVANJA	33
3.1 DEFINICIJA I TIPOVI ADAPTACIJE	33
3.2 MODELIRANJE STUDENTA I KRITERIJUMI ADAPTACIJE.....	35
3.3 RAZVOJ ADAPTIVNOG KURSA.....	39
3.3.1 <i>Kompozicija adaptivnog kursa</i>	40
3.3.2 <i>Kriterijumi kvaliteta adaptivnog kursa</i>	42
3.4 ANALIZA POSTOJEĆIH ADAPTIVNIH SISTEMA ELEKTRONSKOG OBRAZOVANJA.....	43
3.5 ADAPTIVNI HIPERMEDIJSKI SISTEMI	47
3.5.1 <i>Tehnologije adaptivne hipermedije</i>	50
3.6 RAZLOZI UVOĐENJA ADAPTIVNIH MODELA U SISTEM ELEKTRONSKOG OBRAZOVANJA	52
3.7 STILOVI UČENJA I ADAPTIVNOST NASTAVNOG PROCESA	53
3.7.1 <i>Adaptivnost na bazi Felder-Silverman model stilova učenja</i>	54
3.7.1.1 Aktivni i refleksivni stil učenja.....	55
3.7.1.2 Senzorni i intuitivni stil učenja	55
3.7.1.3 Vizuelni i verbalni stil učenja	56
3.7.1.4 Sekvencijalni i globalni stil učenja	57
3.7.2 <i>Određivanje stila učenja primenom Felder-Silverman indeksa stilova učenja</i>	58
4. PREDLOG MODELA ZA REALIZACIJU ADAPTIVNOG OBRAZOVNOG PROCESA	60
4.1 PREGLED POSTOJEĆIH REŠENJA.....	60
4.2 STRUKTURA PREDLOŽENOG MODELA	61
4.3 ARHITEKTURA ADAPTIVNOG SISTEMA ELEKTRONSKOG OBRAZOVANJA	62
4.4 AKTIVNOSTI RAZVOJA SISTEMA ADAPTIVNOG ELEKTRONSKOG OBRAZOVANJA	67
4.4.1 <i>Prikupljanje podataka</i>	67
4.4.2 <i>Analiza podataka</i>	72
4.4.3 <i>Razvoj adaptivnih e-kurseva</i>	76
4.4.4 <i>Realizacija adaptivnih e-kurseva</i>	84
4.5 METODE ADAPTACIJE	88
4.5.1 <i>Adaptacija zasnovana na predznanju</i>	88
4.5.2 <i>Adaptacija zasnovana na stilovima učenja</i>	89
4.5.3 <i>Adaptacija zasnovana na objektima učenja</i>	94
4.5.4 <i>Adaptacija zasnovana na stilovima i objektima učenja</i>	96
4.6 PRILAGOĐAVANJE FELDER-SILVERMAN MODELA STILOVA UČENJA.....	98
4.7 SOFTVERSKI SISTEM ZA REALIZACIJU PREDLOŽENOG ADAPTIVNOG MODELA.....	99

4.8	SERVISI ADAPTIVNOG ELEKTRONSKOG OBRAZOVANJA	101
4.8.1	LMS servisi za upravljanje učenjem	102
5.	IMPLEMENTACIJA PREDLOŽENOG MODELA	104
5.1	PROJEKTNII ZADATAK	104
5.2	DEFINISANJE SKUPA AKTIVNOSTI RAZVOJA ADAPTIVNOG E-OBRAZOVANJA	106
5.2.1	Prikupljanje podataka	106
5.2.2	Analiza podataka sa uvodnog kursa	113
5.2.3	Razvoj adaptivnih e-kurseva	115
5.3	ANALIZA OSTVARENIH REZULTATA	132
5.3.1	Analiza rezultata testa znanja	133
5.3.2	Analiza rezultata ispitivanja stavova studenata dobijenih anketiranjem	134
6.	NAUČNI I STRUČNI DOPRINOSI	137
7.	BUDUĆA ISTRAŽIVANJA	139
8.	ZAKLJUČAK	140
	LITERATURA.....	142
	SPIŠAK SLIKA	153
	SPIŠAK TABELA.....	156
	PRILOG	157
	BIOGRAFIJA AUTORA.....	161

1. Uvod

Proces širenja znanja i unapređenja komunikacija prošao je brz i intenzivan razvoj u protekloj dekadi. Danas to mnogi nazivaju revolucijom koju su doneli Internet i korišćenje računara. Dostignuća informaciono komunikacionih tehnologija (IKT) pružaju neslućene mogućnosti za razvoj svakog pojedinca i društva u celini. Primena IKT-a dala je obrazovanju jednu novu dimenziju i otvorila nove mogućnosti obrazovanja na daljinu, putem Interneta, bez vremenskog ili prostornog ograničenja. Takvo obrazovanje danas nazivaju elektronskim obrazovanjem. Imati elektronsko obrazovanje inkorporirano u sisteme obrazovanja različitih nivoa, od preduniverzitetskog, univerzitetskog i obrazovanja nakon univerziteta, a posebno obrazovanja za ceo život, pretpostavke su modernog školovanja i zahtevi bolonjskog procesa.

Dobro poznat koncept na polju elektronskog obrazovanja je adaptivnost sa tendencijom povećanja primene u modernim obrazovnim sistemima. Adaptivno elektronsko obrazovanje nudi viziju dinamički kreiranih kurseva koji su prilagođeni specifičnim potrebama pojedinca, prethodnom znanju, računarskom okruženju, povezanošću i komunikacijskim prednostima. Brojna istraživanja pokazuju da se veliki broj elektronskih kurseva završava neuspešno, kao posledica primene koncepta "univerzalne veličine", gde se isti statički sadržaj prezentuje svim studentima. Javlja se potreba za postojanjem sistema elektronskog učenja koji se mogu prilagoditi studentima sa potpuno različitim karakteristikama, nivoom trenutnog znanja i stilovima učenja.

Pisanjem ove doktorske disertacije, ideja je bila da se doprinese naučno-istraživačkom radu u oblasti adaptivnog elektronskog obrazovanja.

1.1 *Predmet i cilj disertacije*

Predmet istraživanja ove doktorske disertacije je adaptivno elektronsko obrazovanje i mogućnost primene konceptata adaptivnih metoda i tehnika u oblasti Internet programiranja u Javi, na tipične grupe studenata. U radu će se detaljno analizirati adaptivne metode i tehnike čijom primenom treba realizovati personalizovano okruženje za elektronsko obrazovanje, a na osnovu već definisanih grupa studenata. Posebna pažnja će se posvetiti implementacionim aspektima adaptivnog elektronskog obrazovanja u okviru *LMS (Learning Management System)* "Moodle" sistema za upravljanje procesom učenja. Praktična primena metoda, koje će se predložiti u ovom radu, i analiza dobijenih rezultata realizovaće se na Visokoj tehnološkoj školi strukovnih studija u Šapcu, sa studentima smera Informacione tehnologije.

Tokom rada na disertaciji istraživane su mogućnosti primene konceptata adaptivnosti u sistemu elektronskog obrazovanja, kao i povećanje efikasnosti obrazovnog sistema primenom dobijenih rezultata. Cilj ovog rada obuhvata:

- Istraživanje mogućnosti primene konceptata adaptivnosti za razvoj adaptivnog modela elektronskog obrazovanja.
- Razvoj efikasnog modela za kreiranje adaptivnih elektronskih kurseva
- Evaluaciju kreiranog modela kroz realizaciju i testiranje adaptivnog kursa

Kako studenti imaju različite načine učenja, pošlo se od toga da se prilagođavanjem obrazovnog procesa stilovima učenja studenata, mogu poboljšati i performanse obrazovnog sistema i povećati efikasnost učenja. *LMS* sistemi, kakav je *Moodle*, najčešće nemaju ugrađenu mogućnost za adaptaciju nastavnog procesa.

Da bi se omogućila adaptivnost na osnovu stilova učenja, neophodno je utvrditi stilove učenja za svakog studenta. Ovo se može postići primenom različitih upitnika, kao i praćenjem ponašanja studenata u sistemu za učenje na daljinu. Prikupljene podatke treba analizirati i na osnovu njih, utvrditi stil učenja za svakog studenta, kao i najpogodniji način adaptacije kursa. Analiza prikupljenih podataka o studentima vršena je uglavnom statističkim metodama. U skladu sa rezultatima analize podataka, izvršena je adaptacija elektronskih kurseva.

Implementacija adaptivnih metoda u elektronskom obrazovanju, prilagođena uslovima visokoškolskog obrazovanja u Srbiji, ima veliku upotrebnu vrednost i predstavlja značajan naučni rezultat. Originalnost se ogleda u definisanju metodološkog postupka adaptivnog elektronskog obrazovanja. Bez ulaganja u dodatni softver, a korišćenjem *open source LMS Moodle*, prethodnim pripremama može se realizovati adaptivni obrazovni proces na nivou grupa studenata, kojim se mogu postići rezultati koji su blizu maksimalnog efekta potpuno personalizovanog i adaptiranog obrazovanja za svakog studenta pojedinačno.

1.2 Naučne hipoteze

Glavna hipoteza ove disertacije glasi:

Integracijom modela stilova učenja i primenom odgovarajućih tehnika adaptacije u sistem elektronskog učenja za predmet *Programiranje za Internet* sa temom programski jezik *JAVA*, moguće je poboljšati nastavni proces kod svakog studenta, što će se odraziti statistički značajnim povećanjem rezultata učenja.

Potvrda glavne hipoteze će se ostvariti korišćenjem sledećih podhipoteza:

- H1. Savremena naučna saznanja o obrazovnim sistemima, kao i iskustva razvijenih zemalja, govore u prilog korišćenja adaptivnih modela i personalizovanog procesa učenja u elektronskom obrazovanju. Primena adaptivnih modela elektronskog obrazovanja daje značajne doprinose u razvoju obrazovnog procesa, posebno sa stanovišta efikasnosti i efektivnosti.
- H2. Sprovođenje koncepta modernizacije obrazovnog procesa stvara povoljne uslove za implementaciju adaptivnog elektronskog obrazovanja.
- H3. Primena adaptivnih tehnika može da unapredi obrazovni proces i podigne nivo kvaliteta poslovnih procesa u e-obrazovanju.
- H4. Na osnovu analize podataka u sistemu elektronskog obrazovanja moguće je uočiti karakteristične grupe – klastere studenata koje imaju određena svojstva.
- H5. Za svaki definisani klaster moguće je izvršiti prilagođavanje nastavnih sadržaja tako da oni odgovaraju preferencama studenata svrstanih u taj klaster, i na taj način izvršiti personalizaciju obrazovnog procesa.
- H6. Svakog novog studenta moguće je svrstati u jedan od uočenih klastera pre početka kursa, a na osnovu malog broja podataka o studentu.
- H7. U toku kursa, studenta je moguće preusmeriti u drugi klaster, zavisno od dinamike usvajanja nastavnih sadržaja i pokazanih rezultata.
- H8. Kvalitet adaptacije se određuje validacijom izgrađenog modela.
- H9. Za primenu elektronskog obrazovanja, kao i adaptivnih metoda, postoji odgovarajuća infrastruktura u većini obrazovnih institucija, uz eventualnu manju nadogradnju.

1.3 Metode istraživanja

Modelovanje, analitičko-deduktivna i statistička metoda su opšte-naučne metode koje su korišćene u svrhu izrade ovog rada. Modelovanje se koristi prilikom izrade modela adaptacije elektronskog obrazovnog procesa i drugih definisanih modela. Analitičko-deduktivnom metodom vršena je analiza podataka o postojećim rešenjima, kao i o učesnicima u procesu elektronskog obrazovanja tokom eksperimenta. Standardnim statističkim metodama vršena su merenja relevantnih parametara i analizirani su dobijeni rezultati. Od posebnih naučnih metoda korišćena je metoda modelovanja obrazovnih procesa, kao i različite metode i tehnike adaptacije nastavnih sadržaja.

U prvom delu disertacije (poglavlja 1, 2, 3) korišćene su metode prikupljanja i analize postojećih naučnih rezultata i dostignuća. Osnovu softverskog rešenja čini sistem za upravljanje učenjem Moodle. U eksperimentalnom delu realizovano je istraživanje usmereno ka validaciji predloženog modela za razvoj adaptivnih kurseva. Prikupljanje podataka izvršeno je eksplicitno - anketiranjem studenata, i implicitno - praćenjem rada studenata tokom korišćenja sistema za elektronsko obrazovanje. Dobijeni rezultati eksperimenta potvrdili su glavnu hipotezu o poboljšanju performansi elektronskog obrazovanja primenom predloženog modela.

Sprovedeno istraživanje ima interdisciplinarni karakter, jer su uključene naučne discipline: metodologija, informatika, statistika, psihologija i druge. Metodologiji pripada proces razvoja modela u izgradnji adaptivnog elektronskog obrazovanja. Statistici pripadaju metode beleženja i analize posmatranih i izmerenih pojava. Informatici pripadaju softver i njegovo korišćenje, a sa stanovišta psihologije razmatrane su određene osobine studenata uključenih u istraživanje. Rezultati istraživanja su prezentovani tekstualno, opisivanjem, i predstavljeni su kroz više tabela, slika i dijagrama sa uporednim rezultatima.

Na osnovu analize doktorske disertacije, može se zaključiti da primenjene naučne metode i tehnike odgovaraju, po svom značaju i strukturi, temi i sprovedenom istraživanju.

1.4 Struktura teze

Rad na doktorskoj disertaciji biće izveden prema principima naučno-istraživačkog rada koji su specificirani na dijagramu toka (slika 1).

Prvo poglavlje čine uvodna razmatranja vezana za predmet, ciljeve i zadatke istraživanja. Istraživanje je motivisano potrebom da se unapredi elektronsko obrazovanje uvođenjem i realizacijom adaptivnog modela u sistem elektronskog obrazovanja.

U drugom poglavlju, „Elektronsko obrazovanje“, definisani su osnovni pojmovi iz oblasti elektronskog obrazovanja. Kroz više definicija određen je pojam, koncepti i ciljevi elektronskog obrazovanja. Razmatranjem sistema elektronskog obrazovanja sa konceptualnog i sistemskog aspekta, data je teorijska osnova razvoja elektronskog obrazovanja. Takođe, opisane su tehnologije neophodne za implementaciju sistema elektronskog obrazovanja, kao što su: audio, video, računarske i multimedijalne tehnologije. Uzimajući u obzir opisane stilove učenja (poglavlje 3), istaknut je značaj primene multimedijalnih tehnologija u elektronskom učenju i kreiranju nastavnih materijala. U okviru ovog poglavlja, posebna pažnja posvećena je i konceptu sistema za upravljanje procesom učenja - *LMS (Learning Management System)*. Kako je istraživanje u ovoj disertaciji izvršeno na platformi *Moodle LMS* sistema, to su prvo navedene osnovne

karakteristike ovog *LMS*-a, a zatim je izvršena i komparativna analiza nekoliko, u praksi najzastupljenijih, *LMS* sistema za upravljanje učenjem.

U trećem poglavlju, „Adaptivni sistemi elektronskog obrazovanja“, definiše se pojam adaptivnosti u elektronskom obrazovanju, i kroz pregled specifičnosti, navode se razlozi za uvođenje ovog koncepta. Specifičnosti adaptivnog elektronskog obrazovanja analizirane su sa aspekta izrade edukacionih materijala, pripreme nastavnih sadržaja i metoda za komunikaciju i kolaboraciju. Definisani su kriterijumi kvaliteta adaptivnog kursa i prikazan je distribuirani model arhitekture sistema adaptivnog elektronskog obrazovanja. Detaljno je razmotren *Felder-Silverman* model stilova učenja. Glavni motiv za upotrebu stilova učenja je želja da se poveća efikasnost obrazovnog procesa, tako što će da se ispune specijalni zahtevi pojedinca za formu i strukturu gradiva, odnosno okruženja u kojem se uči. Kreiranje gradiva po meri pojedinca je osnova za kvalitetno učenje. Zatim, prikazana je i adaptivna hipermedija, sa područjima njene primene. Opisana je struktura adaptivnog hipermedijskog sistema (*AHS*) kroz model domena, model studenta i model prilagodljivosti.

U četvrtom poglavlju, „Predlog modela za realizaciju adaptivnog obrazovnog procesa“, primenom teoretskih postavki opisanih u prethodnim poglavljima, predlaže se skup metoda zasnovanih, pre svega, na stilovima učenja, kojima će se realizovati adaptacija kursa na nivou grupe studenata, a na Moodle platformi, bez potrebe razvoja novih softverskih modula. Prikazana je struktura predloženog modela i dat detaljan opis svih aktivnosti koje će se izvoditi u cilju razvoja i realizacije adaptivnog obrazovnog procesa.

U petom poglavlju, „Implementacija predloženog modela“, se primenom opisanog modela, realizuje adaptacija kursa Programiranje za Internet u OOPJ Java. Na osnovu izvršene analize podataka, prikupljenih u anketi i uvodnom kursu, studenti se klasifikuju u odgovarajuće klastere. Zatim se prikazuju detalji dizajna predloženog rešenja. Takođe, ovo poglavlje je posvećeno merenjima i analizi postignutih rezultata u realizaciji adaptivnog e-kursa. Data je iscrpna statistička analiza postignutih rezultata. Rezultati su dati u formi uporedne analize rezultata studenata koji su obrazovni proces realizovali na tradicionalan način i studenata koji su obrazovni proces pratili u adaptivnom okruženju. Rezultati pokazuju prednost primene razvijenog modela.

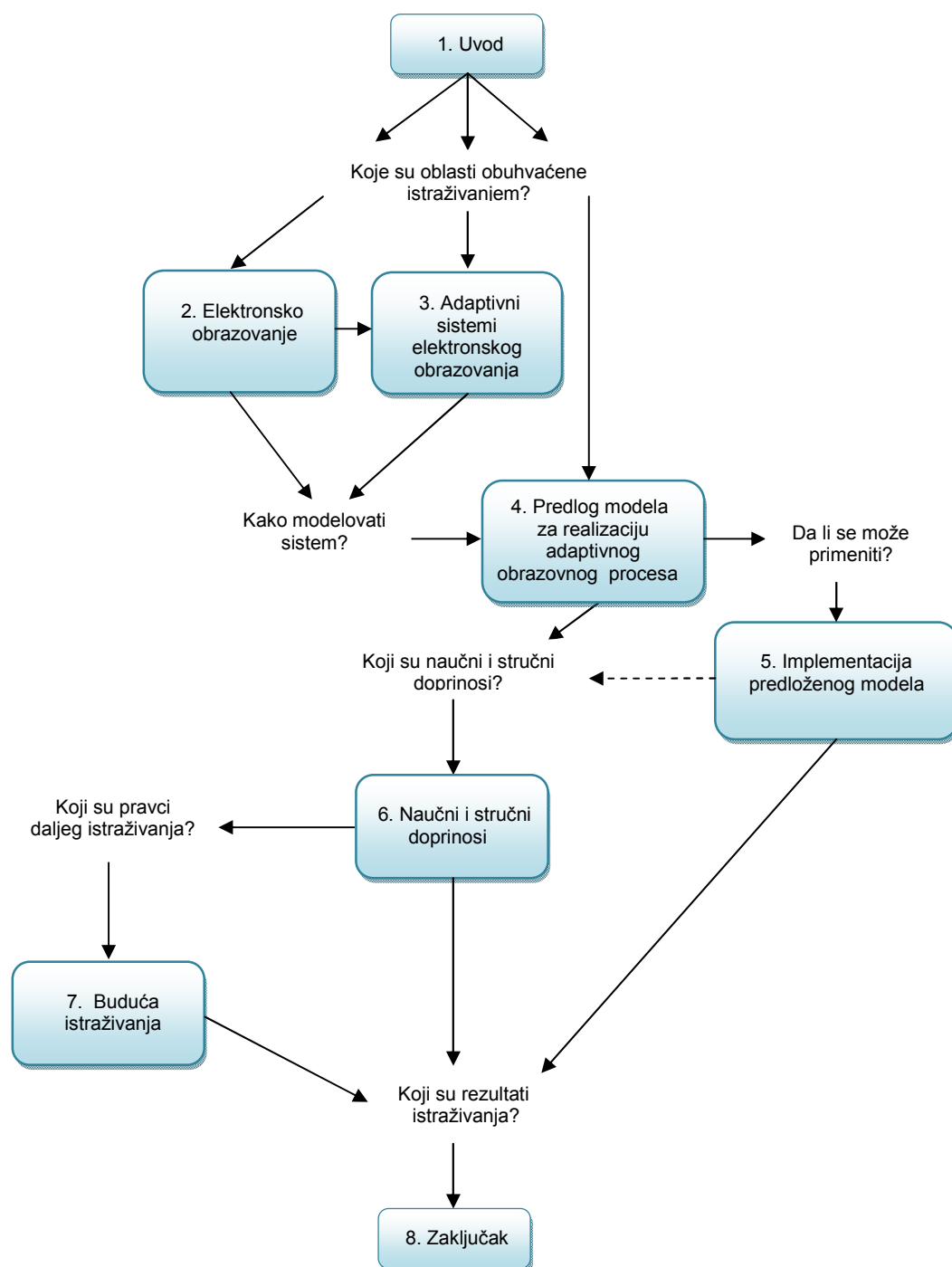
U šestom poglavlju se obrazlažu naučni i stručni doprinosi.

U sedmom poglavlju se ukazuje na skup otvorenih problema i daju pravci i mogućnosti daljeg istraživanja u oblasti adaptivnog elektronskog obrazovanja.

Osmo poglavlje sadrži zaključna razmatranja, sistematizaciju i pregled naučnih doprinosa koji su proistekli iz rada na doktorskoj disertaciji.

Literatura sadrži reference relevantne za oblast istraživanja u ovoj tezi.

U prilogu je data anketa koja je korišćena za ispitivanje stavova i zadovoljstva studenata.



Slika 1. Grafički prikaz strukture disertacije

2. Elektronsko obrazovanje

Obrazovanje na daljinu je prisutno u praksi više od sto godina i sve vreme svog razvoja zavisi od dostupnog komunikacionog medija [2].

Elektronsko obrazovanje se razvijalo paralelno sa razvojem tehnologija. Razvoj Internet tehnologija omogućio je vremensku i prostornu odvojenost učenja i predavanja, a razvoj multimedijalnih tehnologija omogućio je realizaciju nastavnih materijala sa interaktivnim elementima [47]. Elektronsko obrazovanje čini svaki obrazovni program koji koristi informaciono-komunikacione tehnologije kako bi se unapredio nastavni proces. U pitanju su, dakle, različiti delovi obrazovnog procesa, različite nastavne metode i mediji koji se u njih uključuju.

Elektronsko obrazovanje je proces sticanja znanja koji ne zahteva boravak u učionicama i vremenski ograničena predavanja. Cilj ovog oblika učenja je dozvoliti studentima da na jednostavniji i fleksibilniji način dođu do znanja. Studenti sami biraju kada će i koliko učiti tj. samostalno prave raspored učenja. Elektronsko obrazovanje zahteva interaktivnost, dinamičnost i kreativnost od učesnika. Pored hardverske infrastrukture, koja je potrebna da bi se realizovao ovakav vid učenja, neophodna su i softverska rešenja koja će, koristeći sve prednosti koje savremeni hardver i prenos podataka nudi, korisniku pružiti pouzdan, lak za upotrebu i održavanje, i ne manje važno, dopadljiv proizvod.

Onlajn obrazovanje je uži pojam od elektronskog obrazovanja, a podrazumeva obrazovne programe koji se u potpunosti ili u najvećem delu zasnivaju na upotrebi Interneta u nastavnom procesu. Njihov razvoj se oslanja na razvoj samog komunikacionog medija.

Osnovne prepreke za primenu e-učenja u obrazovnim institucijama su:

- Motivisanje predavača da integrišu IKT u svoju nastavu
- Pitanje odziva korisnika (studenata)
- Problem finansijskog planiranja IKT resursa za e-učenje

U ovoj disertaciji podrazumevaće se da su nastavnik i student prostorno udaljeni (obrazovanje na daljinu), da nisu aktivni u isto vreme (asinhrono obrazovanje) i da koriste informacione tehnologije kao vid razmene informacija.

2.1 Definicije elektronskog obrazovanja

Termin elektronsko i obrazovanje na daljinu definisan je 2002. godine od strane *Distributed and Electronic Learning Group (DELG)*:

“Distribuirano i elektronsko učenje (*distributed and electronic learning*) obuhvata metode obrazovanja na daljinu podržano Internetom u kojem polaznik ima ograničen fizički kontakt sa mentorom ili drugim polaznikom, pa sve do nastavnih aktivnosti koje vodi predavač u elektronskoj učionici“ [69].

Definicija koja ističe i komunikacioni i tehnološki aspekt:

“Obrazovanje na daljinu podrazumeva da je glavni nosilac komunikacije između predavača i studenta razdvojenost (u različito vreme i na različitom mestu- razdvojenost instruktora od studenta). Ono mora da obuhvati dvosmernu komunikaciju između predavača i studenta koja ima za cilj da olakša i podrži proces edukacije. Kao posrednik u neophodnoj dvosmernoj komunikaciji koristi se tehnologija“ [27].

Neki autori su definisali obrazovanje na daljinu sa aspekta tehnologije:

“Obrazovanje na daljinu zasnovano na telekomunikacijama prevazilazi ograničenja klasičnog učenja. Osećaj predavanja - učenja za instruktora i studente se događa simultano - je obostran i istovremen. Kada je audio i/ili video veza uspostavljena, postoji razmena predavač - student uživo, tako da je omogućen trenutni odgovor na pitanja i komentare studenata. Nalik tradicionalnom učenju u učionici, studenti mogu da traže objašnjenje od predavača na licu mesta“ [36]. Koncept elektronskog obrazovanja treba povezati sa načinom isporuke znanja, gde su učesnici odvojeni prostorno i vremenski, a tehnologija predstavlja podršku ovakvom obrazovnom procesu.

“Obrazovanje na daljinu definišemo i kao planirano učenje koje se odvija na različitim mestima od predavanja i zahteva specijalne tehnike planiranja kursa, specijalne metode predavanja i specijalne načine komunikacije posredstvom elektronike i ostale tehnologije, kao i specijalna organizacijska i administrativna rešenja“ [58] .

Pojam obrazovanja na daljinu se odnosi na:

“... takvu situaciju predavanja i učenja gde su instruktor i student ili studenti geografski razdvojeni i koriste elektronske uređaje za komunikaciju i štampane materijale kao dopunska nastavna sredstva. Obrazovanje na daljinu uključuje predavanje na daljinu - što je uloga instruktora, i obrazovanje na daljinu - što je uloga studenta u ovom procesu“ [40].

Elektronsko obrazovanje je kompleksan sistem koji uključuje sledeće elemente [17] :

- Učenje na daljinu (*distance learning*) i predavanja na daljinu (*distance teaching*), koji su odvojeni vremenski i prostorno.
- Nastavne materijale koji mogu da budu u raznim formama (štampani materijali, audio vizuelni, ...).
- Proces učenja koji može da bude individualni i grupni.
- Tutorski rad kombinacijom raznovrsnih formi “*face-to-face*” komunikacija korišćenjem medija.
- Interaktivni rad i postizanje sinergijskog efekta grupe studenata.

Model elektronskog obrazovanja možemo posmatrati sa [18]:

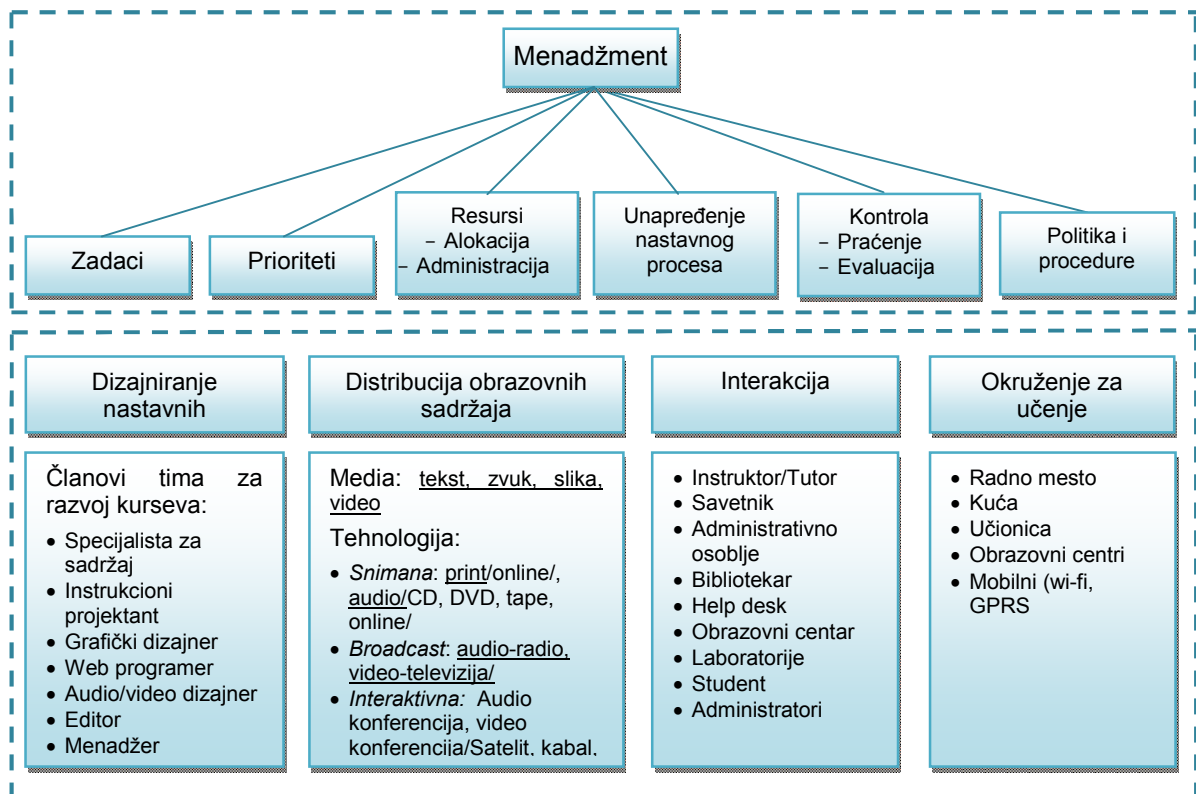
- Konceptualnog aspekta (slika 2) [2];
- Sistemskog aspekta (slika 3) [69];
- Vremenskog aspekta (slika 4) [69];
- Aspekta tipova interakcije (slika 5) [70].

Postoje tri različita pristupa identifikacije forme elektronskog obrazovanja: sa aspekta medijuma na kome se nastavni materijali baziraju, organizacione strukture i vrste komunikacije učesnika u obrazovanju.

Elektronsko obrazovanje treba posmatrati kao kombinaciju sinhronog i asinhronog sistema učenja. Posmatrano sa vremenskog aspekta, elektronsko obrazovanje čine sledeće faze (slika 4): priprema (organizacione pripreme, priprema sadržaja i materijala kao i preduslova koje student mora da zadovolji), aktivnosti studenta u toku samog obrazovnog procesa, interakcija studenata sa nastavnim sadržajima, evaluacija stečenog znanja i transfer znanja [1] .

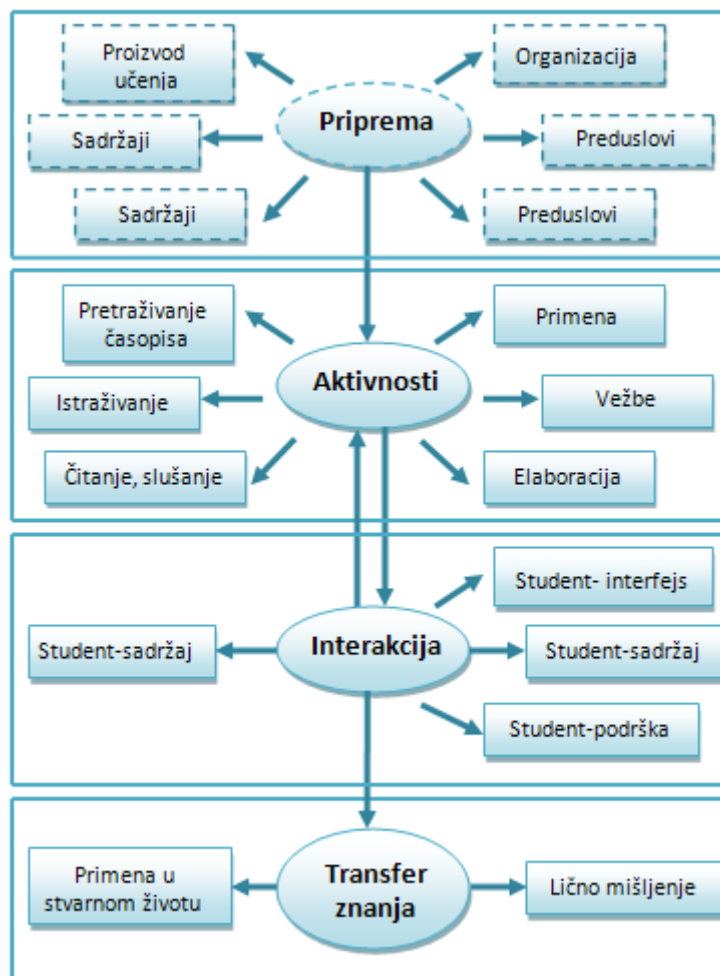


Slika 2. Konceptualni model elektronskog obrazovanja



Slika 3. Model sistema elektronskog obrazovanja

Model učenja sa aspekta tipova interakcije učesnika u procesu elektronskog obrazovanja prikazan je na slici 4. Model prikazuje interakciju studenta i nastavnika, kao i interakciju sa online sadržajima.



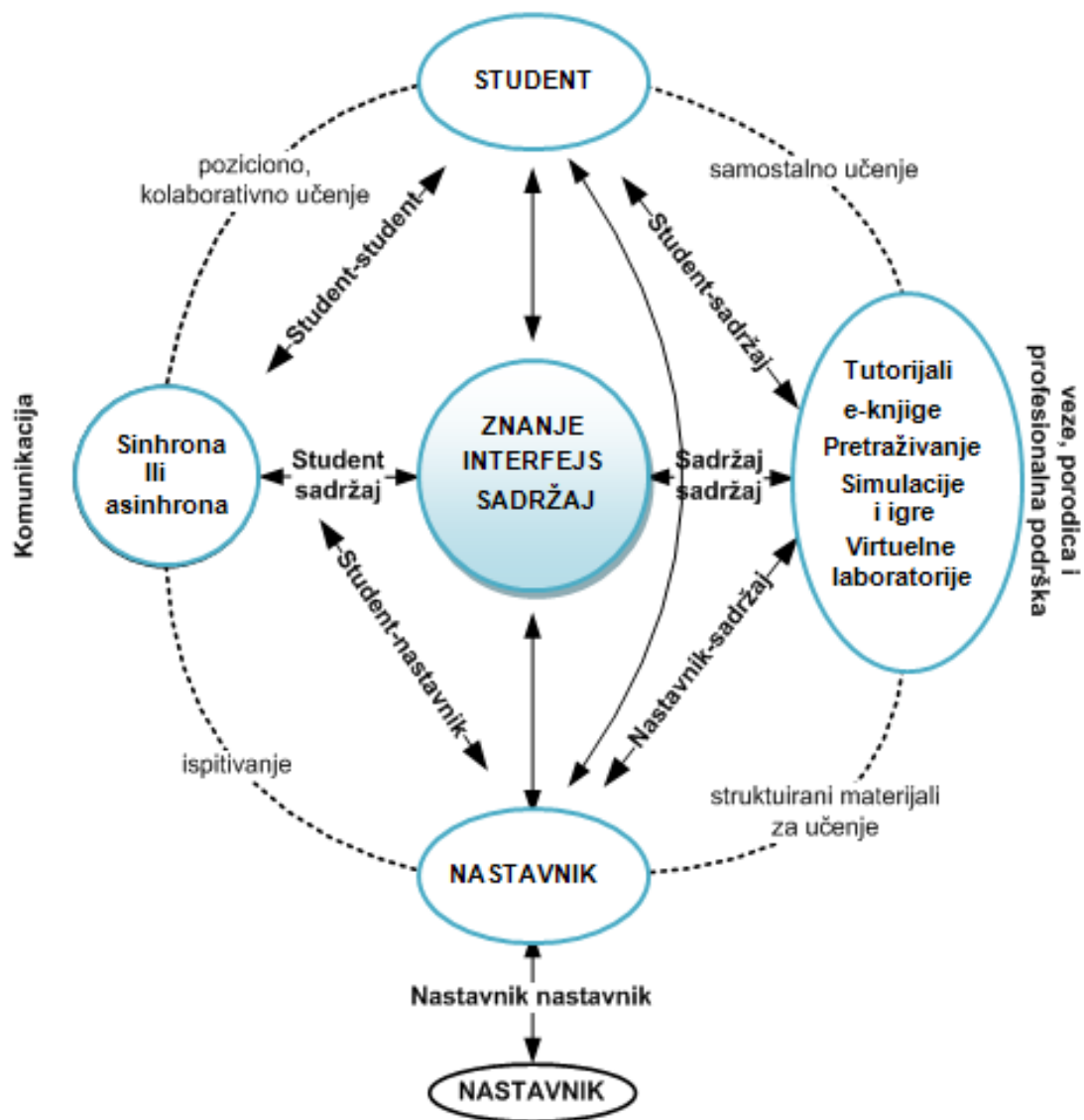
Slika 4. Faze procesa učenja na daljinu

Kod modela za online učenje centralno mesto zauzima obrazovni sadržaj u formi interfejsa. Ovaj model se zasniva na međusobnoj interakciji nastavnika i studenata (kao glavnih učesnika u obrazovanju), zatim interakciji studenata sa nastavnim sadržajima (tutorijali, virtuelne laboratorije, elektronske knjige), kao i interakciji student – student, gde studenti komuniciraju (sinhrono i/ili asinhrono) posebno ili u grupama.

Teorija obrazovanja na daljinu se bazira na sedam postulata koji su uslovljeni karakteristikama didaktike [69]:

1. Osećanja ličnog odnosa između nastavnika i studenta obezbeđuje zadovoljstvo učenja i dodatnu motivaciju;
2. Takva osećanja treba da budu podstaknuta obrazovnim materijalima i dvosmernom komunikacijom;
3. Motivacija za učenje je veoma važna za postizanje ciljeva učenja;
4. Atmosfera prijateljskog razgovora pogodnija je od osećanja koje se odnosi na postulat 1;
5. Komunikacija mora da bude razumljiva;

6. Komunikacija se ostvaruje kroz razne vrste medija;
7. Učenje na daljinu zbog svega prethodno navedenog mora da bude dobro organizovano.



Slika 5. Model on-line učenja sa tipovima interakcije

2.2 Tehnologije elektronskog obrazovanja

Tehnologije elektronskog obrazovanja se dele u više kategorija [69]:

- Tehnologije štampanih materijala,
- Audio tehnologije,
- Računarske tehnologije,
- Video tehnologije.

Tehnologije štampanih materijala

Prvobitni oblik obrazovanja na daljinu predstavljali su dopisni kursevi. Oni su se bazirali na distribuciji nastavnih materijala putem poštanskog sistema. Danas se štampani materijali mogu koristiti kao osnovna i dopunska literatura. U osnovnu literaturu spadaju udžbenici, a elektronska pošta se koristi za komunikaciju između studenata i nastavnika. Kao dopunska literatura mogu se koristiti tekstualni materijali u formi radnih listova ili uputstava za učenje. Štampani materijali su lako prenosivi, ugodni za rad i imaju niske troškove distribucije, dok su nedostaci ove tehnologije nepostojanje interakcije, audio/vizuelnih efekata, kao i vremensko kašnjenje.

Audio tehnologije

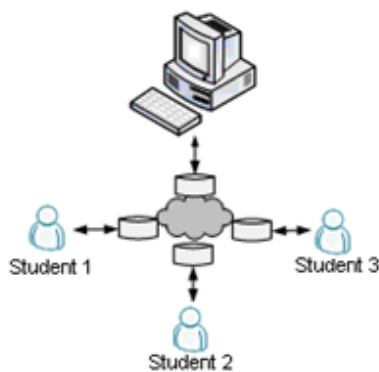
- **Glasovna pošta** se obično koristi kao dopuna drugim tehnologijama u okviru kursa. Glavne prednosti ove vrste tehnologije su dostupnost i vremenska neograničenost.
- **Audio trake** se koriste za držanje predavanja, panel diskusije ili davanje instrukcija. Audio tehnologija je naročito korisna u onim kursevima u kojima se zahtevaju fine nijanse modulacije, kao što je slučaj sa stranim jezicima. Osnovna prednost ove tehnologije je efikasna distribucija, a nedostatak je da ne sadrži vizuelne elemente niti mogućnost interaktivnog rada.
- **Audio konferencija** predstavlja jednostavnu i svim učesnicima dostupnu tehnologiju koja se primenjuje u obrazovanju na daljinu. Razgovor telefonom može koristiti mentor za podučavanje pojedinačnih studenata ili, pak, za istovremeni rad sa više njih preko konferencijskog poziva. Relativno je lako organizovati i sprovesti audio konferencije, ali je nemoguće održati interesovanje studenata u dugom vremenskom periodu. Zbog toga audio konferencije treba da budu kratke, dobro planirane i dopunjene vizuelnim materijalima koji su prethodno distribuirani.

Prednosti audio tehnologija su: dostupnost, lakoća upotrebe i niska cena. Dva glavna nedostatka su: sinhronizacija (moraju da budu planirane u vreme koje mora da odgovara i studentima i nastavnicima) i nedostatak vizuelnih elemenata.

Računarske tehnologije

- **Elektronska pošta** je jedan od načina da studenti komuniciraju sa nastavnicima. Prednosti ovog načina komunikacije su raznovrsnost i pogodnost. Pored mogućnosti slanja čistog teksta, mogu da se šalju i razne vrste datoteka. Kao osnovni nedostatak ističe se potreba za Internet vezom;
- **Online saradnja:** Internet chat i konferencija su vidovi sinhronne komunikacije preko *online chat-a* i *shared whiteboards*.
 - *Online časkanje* se odnosi na dvosmernu, interaktivnu razmenu poruka preko Interneta i komunikaciju u realnom vremenu.
 - *Shared whiteboards* predstavljaju komunikaciju dvoje ili više ljudi povezanih na Internetu u isto vreme, preko „zajedničke table“ (slika 6). Student i nastavnik imaju mogućnost da unose podatke i vrše revizije.

Prednost online saradnje preko časkanja ili *shared white boards* je u sinhronoj komunikaciji gde studenti odmah dobijaju povratnu informaciju. Nedostaci se ogledaju u neophodnom softveru i kod studenta i kod nastavnika, kao i u ograničenom broju konekcija studenata.



Slika 6. Korišćenje Shared white board

- **Obrazovanje bazirano na webu** koristi *World Wide Web* za distribuciju nastavnih materijala ili pronalaženje informacija, za računarsko testiranje i vrednovanje pri čemu su rezultati dostupni odmah. Medij prijema informacija ne mora biti računar, može biti na primer *PDA*, mobilni telefon, sistem za glasanje itd., a koji je pogodan za to da se u bilo koje doba postavi određeno pitanje, bez obzira na to gde se student nalazi, i da se ponudi i mogućnost momentalnog odgovora [173]. Na slici 7 prikazana su razna tehnološka rešenja u oblasti vrednovanja znanja [131].

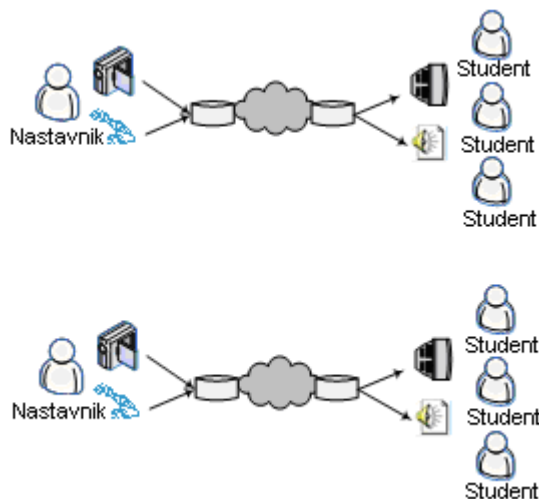


Slika 7. Vrednovanja znanja bazirano na tehnološkim rešenjima

Prednosti upotrebe računarskih tehnologija su sledeće: omogućavaju učenje po sopstvenom tempu, podrazumevaju visok nivo interaktivnosti, obuhvataju diskusije i instrukcije u pisanoj formi i pristup informacija širom sveta. Nedostaci primene računarskih tehnologija u obrazovanju na daljinu su: potreban hardver i softver, komunikacija u pisanoj formi, itd.

Video tehnologije

Video tehnike za učenje na daljinu karakteriše prenos medija - video trake, sateliti, TV kablovi, računari i mikrotalasi. Svaki od ovih medija može da se opiše onako kako se odnosi prema video i audio signalima: jednosmerni video, dvosmerni video, jednosmerni audio, dvosmerni audio (slika 8).



Slika 8. Dve audio i video konfiguracije

- **Video trake** predstavljaju popularan, lako upotrebljiv format za nastavne materijale. Mogu da se koriste za demonstracije i dokumentarne filmove. Nisu interaktivne i troše se neprekidnom upotrebom, a distribucija može da bude skupa.
- **Satelitska videokonferencija** je video tehnologija koja se najčešće koristi u procesu učenja na daljinu. Da bi se satelitska videokonferencija uspešno održala, neophodno je da postoje sledeći elementi: posebna prostorija (učionica) sa neophodnom opremom, televizijski signal koji se prosleđuje do predajnika, a zatim preko satelitne veze do prijemnika signala. Telefonski most se najčešće koristi kao sredstvo za obezbeđivanje dvosmernog audio signala sa interakcijom.
- **Videokonferencije korišćenjem mikrotalasnih linkova** mogu se koristiti ukoliko je maksimalna razdaljina između učesnika u videokonferenciji oko 30km. Osim rastojanja, ograničenje komunikacije putem mikrotalasa je broj kanala raspoloživih na nekom području. U mnogim metropolama i oblastima oko njih gotovo svi raspoloživi kanali su već u upotrebi, tako da u tim oblastima nije moguće dalje proširenje ove vrste telekonferencija.
- **Kablovska i obična televizija** može da se koristi za prenos jednosmernih video i audio signala čitavoj zajednici. Za učenje na daljinu korišćenjem kablovskih TV sistema potreban je studio i kanali kojima će se vršiti prenos. Iako se prenos odvija u planirano vreme, istraživanja pokazuju da će većina studenata snimiti na traku obrazovni program i odgledati ga u vreme koje im odgovara.
- **Desktop videokonferencije** podrazumevaju istovremeno korišćenje videa, kamere i mikrofona na jednom mestu za prenos video i audio signala računaru koji se nalazi na drugom mestu. Sa udaljenih mesta vrši se prenos video i audio signala, a rezultat su dvosmerne video i audio komunikacije. Ograničenja desktop videokonferencija su brzina prenosa video signala koja zavisi od brzine Internet veze. Poseban vid desktop videokonferencije je Internet videokonferencija, gde je slika manja i lošijeg kvaliteta.

Osnovne prednosti primene video tehnologija su: omogućena je i audio i video komunikacija, visok nivo interakcije između učesnika u obrazovanju, i dr. Ograničenja upotrebe video tehnologije su složeno planiranje i potreban tim za tehničku podršku.

Multimedijalne tehnologije

Multimedijalne tehnologije u elektronskom obrazovanju omogućuju kombinovanje teksta, slike, zvuka, animacije i video zapisa, pri čemu se za njihovu reprodukciju najčešće koristi multimedijalni računar.

Kod usmenog izlaganja i prezentovanja obrazovnih sadržaja u tekstualnoj formi, javljaju se dva problema: preopterećenost informacijama i problem sa održavanjem pažnje studenata. Primanje informacija samo jednim komunikacionim kanalom otežava povezivanje novih informacija sa ranije stečenim znanjem i iskustvima. Međutim, ako se kod prezentovanja informacija kombinuju tekst, zvuk i slika, time se postiže privlačenje pažnje studenata. Korišćenje multimedije je izuzetno važno u obrazovanju na daljinu, jer predavač najčešće nije fizički prisutan uz studente kako bi privukao njihovu pažnju, motivisao ih na učenje i objasnio sadržaje koje teže ili nedovoljno razumeju.

Primenom multimedijalnih sadržaja u obrazovanju na daljinu postiže se:

- Privlačenje pažnje studenata,
- Veći nivo interesovanja, motivacije i zadovoljstva studenata,
- Potpunije razumevanje sadržaja i brže usvajanje novih pojmova,
- Bolje pamćenje sadržaja i mogućnost primene znanja u novim situacijama.

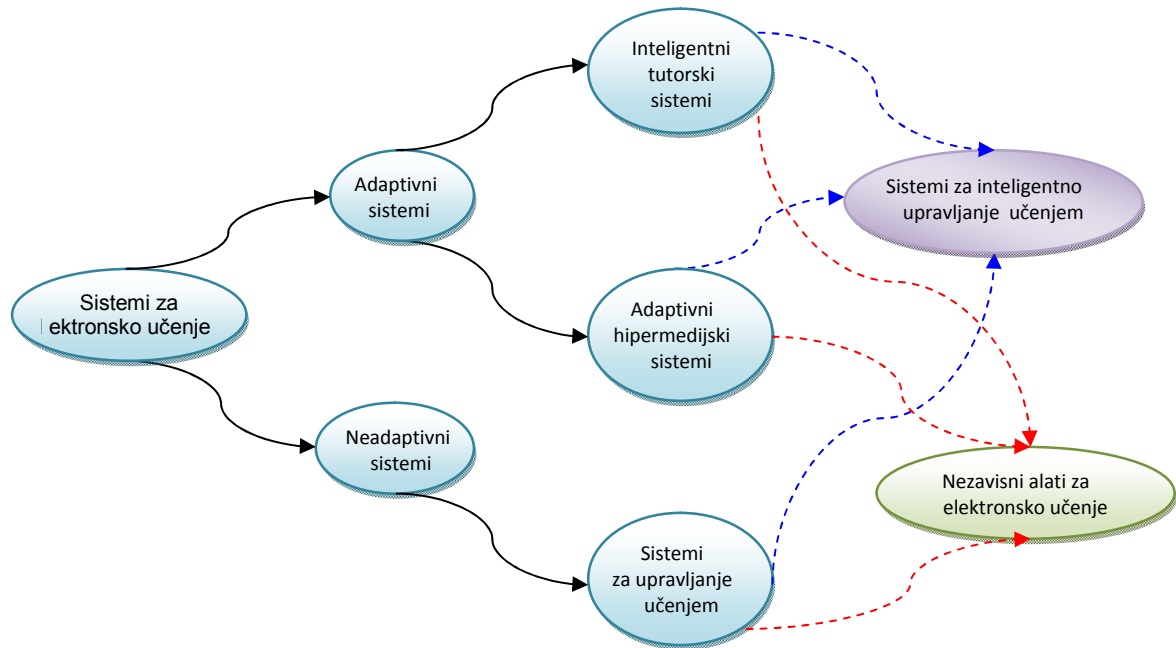
Primena multimedije u obrazovanju na daljinu zahteva dobro poznavanje načina izrade i upotrebe audio i video zapisa, animacije, kao i naprednih razvojnih alata za multimediju.

2.3 Sistemi elektronskog obrazovanja

Za sisteme elektronskog obrazovanja često se, kao sinonimi, uz neznatne razlike koje su bile naglašene u vreme kada su ovi sistemi uvođeni, upotrebljavaju i sledeći izrazi:

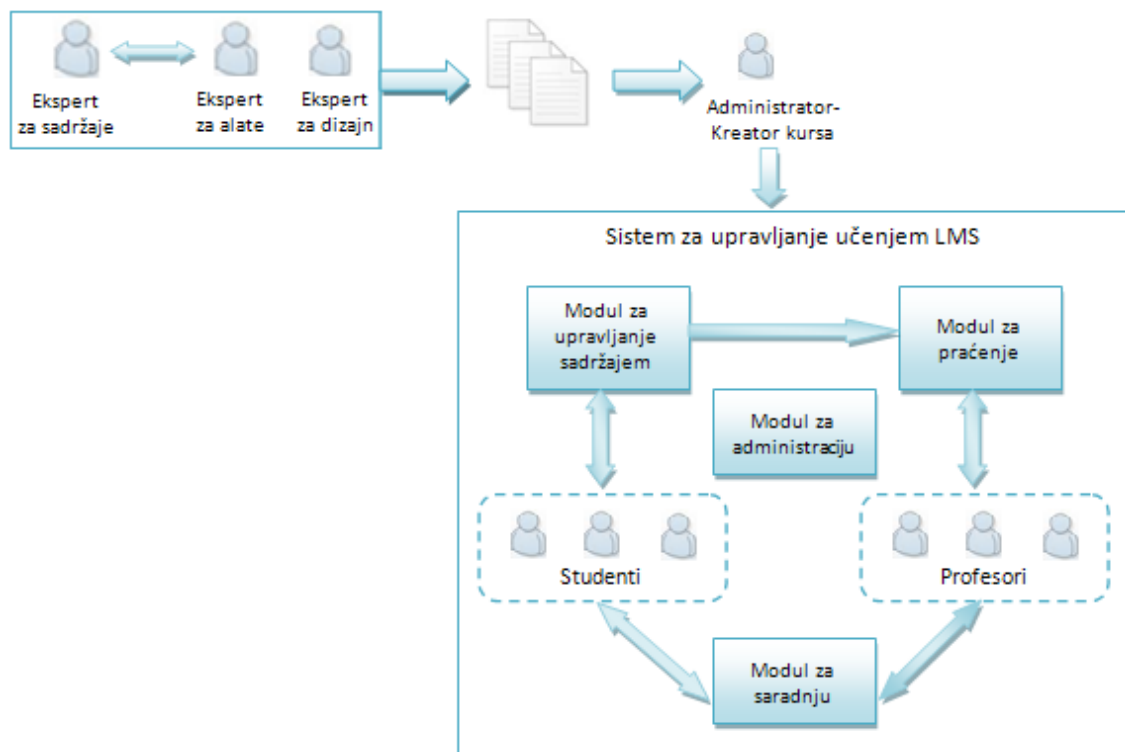
- *Virtual Learning Environment (VLE)* - virtuelno obrazovno okruženje;
- *Learning Management System (LMS)* - sistem za upravljanje učenjem;
- *Content Management System (CMS)* - sistem za upravljanje sadržajem;
- *Learning Content Management System (LCMS)* - sistem za upravljanje sadržajem u obrazovanju;
- *Managed Learning Environment (MLE)* - vođeno obrazovno okruženje;
- *Learning Support System (LSS)* - sistem za podršku učenju;
- *Learning Platform (LP)* - obrazovna platforma.

Savremeni sistemi za elektronsko obrazovanje su evoluirali u dva pravca, i to kao adaptivni i neadaptivni sistemi (slika 9) [79]. U adaptivne sisteme se ubrajaju inteligentni turski sistemi i adaptivni hipermedijski sistemi. Zajedničko svojstvo adaptivnih sistema za elektronsko obrazovanje je adaptacija potrebama konkretnog studenta, čime se postiže personalizacija procesa učenja. Neadaptivni sistemi su sistemi za upravljanje učenjem. Ovi sistemi su više fokusirani na sveobuhvatno administriranje edukativnih procesa.



Slika 9. Taksonomija sistema za elektronsko obrazovanje

Prilikom kreiranja sistema za elektronsko obrazovanje potrebno je analizirati i implementirati sve aspekte učenja na daljinu, koji sa trendom razvoja informaciono komunikacionih tehnologija svakodnevno dobijaju nove forme, u vidu novih multimedijalnih i interaktivnih servisa, elemenata i sadržaja [78]. Na slici 10 prikazan je konceptualni okvir sistema za elektronsko obrazovanje [78].



Slika 10. Konceptualni okvir sistema elektronskog učenja

Brojne su aplikacije koje imaju različite funkcije i na različit način doprinose boljem funkcionisanju obrazovnog procesa [76]. U početnim fazama razvoja razlikovale su se *VLE (Virtual Learning Environment)* aplikacije, gde je akcenat na podršci onlajn obrazovnoj zajednici, i *LMS (Learning Management System)* aplikacije koje su se fokusirale na funkcionalnost sistema [77].

2.3.1 Sistemi za upravljanje kursevima

Sistemi za upravljanje kursevima predstavljaju veb aplikacije, smeštene na serveru, kojima se pristupa preko *browser-a*. Serveri su najčešće smešteni na određenom univerzitetu ili na određenom fakultetu, ali se mogu naći i bilo gde u svetu. Osnovna karakteristika i prednost ovih aplikacija je ta što im profesori i studenti mogu pristupiti putem Interneta, bez obzira na to gde se nalaze.

Sistemi za upravljanje kursevima omogućavaju kontrolu pristupa učlanjenim studentima da pregledaju date sadržaje, a profesorima mogućnost kreiranja sajta sa različitim kursevima pomoću raznovrsnih alata. Takođe, ovi sistemi pružaju i razne druge alate pomoću kojih kursevi postaju mnogo napredniji i efektivniji [75].

Osnovni alati na kojima su bazirani sistemi za upravljanje kursevima su [19]:

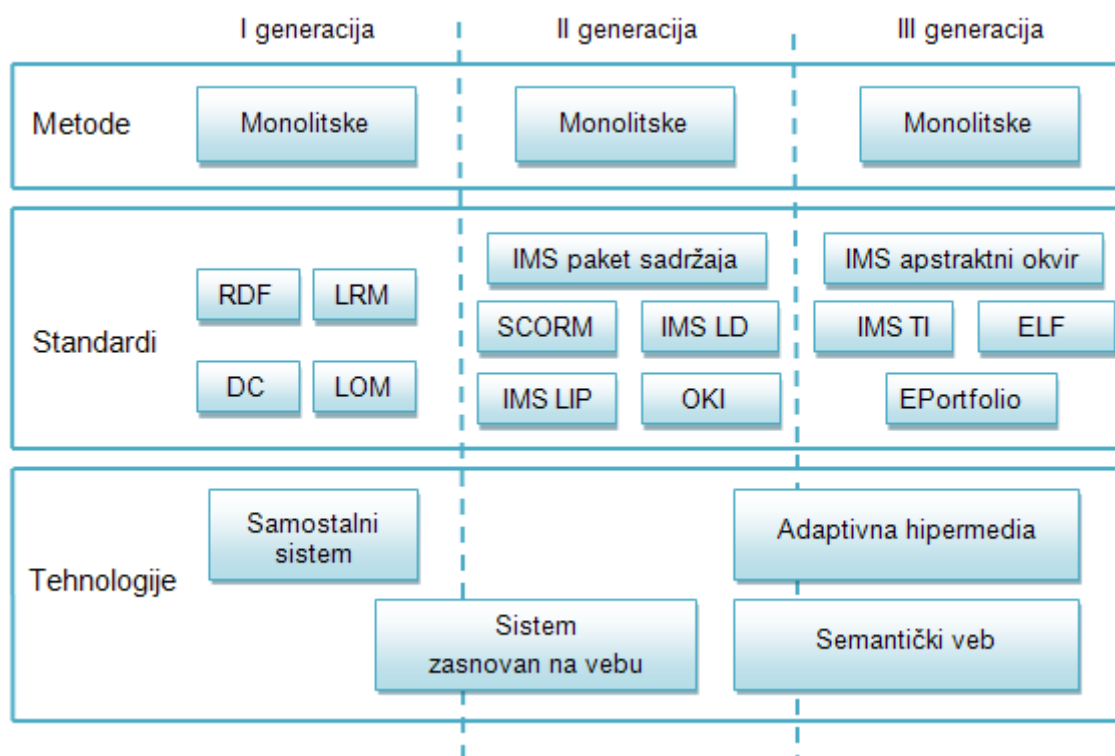
- **Postavljanje i razmena materijala** – većina sistema za upravljanje kursevima sadrži alate pomoću kojih se obezbeđuje laka publikacija različitih sadržaja. Umesto korišćenja *HTML* editora i slanja dokumenata na server preko *FTP-a*, ovaj sistem omogućuje čuvanje različitih sadržaja na serveru pomoću veb formi. Na ovaj način mnogi profesori postavljaju beleške sa predavanja, materijale za čitanje, različite članke i sl. koji postaju u svakom trenutku dostupni studentima.
- **Forumi i čet** – onlajn forumi i čet omogućuju direktnu komunikaciju između profesora i studenata van učionice. Forumi pružaju studentima više vremena da formulišu svoj odgovor i vode ih ka smišljenim diskusijama. Čet, sa druge strane, obezbeđuje brzu i laku komunikaciju sa ostalim članovima. Mogu se koristiti za različite stvari, počev od nekih izjava vezanih za kurs, pa čak i do samog predavanja.
- **Kvizovi i testiranja** – onlajn kvizovi i testovi mogu biti automatski ocenjeni. Oni predstavljaju sjajan alat pomoću kojeg se studentima daje brz odgovor vezan za njihove performanse i omogućuje im se da bolje razumeju nastavni materijal.
- **Sakupljanje i pregled dodeljenih zadataka** – praćenje studentovih zadataka može biti iritirajući i glomazan posao. Onlajn kontrola studentovih zadataka predstavlja veoma lak način da se prate i ocenjuju zadaci studenta. Istraživanja su pokazala da korišćenjem onlajn okruženja anonimni studenti, pregledanjem međusobnih radova, povećavaju svoju motivaciju i performanse.
- **Snimanje ocena** – onlajn knjiga sa ocenama omogućuje studentima stalni uvid u informacije o svojim performansama na kursu. Onlajn ocenjivanje nam nameće nova pravila koja se moraju poštovati, a vezana su za privatnost podataka. Naime, studentima je dozvoljen uvid samo u svoje ocene.

2.3.2 Sistemi za upravljanje učenjem

Sistem za upravljanje učenjem - *LMS (Learning Management System)* je krovna aplikacija u modelu elektronskog obrazovanja. Obuhvata set funkcionalnosti: dizajniran je za "isporuku" (*delivery*), praćenje, izveštavanje i administriranje sadržaja učenja, omogućava

uvid u napredak polaznika, kao i interakciju polaznika i mentora kao i polaznika međusobno. Ozbiljan sistem e-obrazovanja ne može se zamisliti bez ove vrste softvera. *LMS* se može primeniti u vrlo jednostavnom sistemu, ali i u kompleksnim distribuiranim okruženjima [80].

U početku se softver dizajniran za akademska i korporativna okruženja razlikovao. Korporativni softver se više koncentrisao na administrativni deo učenja, a akademski na organizaciju i isporuku sadržaja. Centar *LMS* sistema predstavljao je student, dok je centar *CMS* sistema sadržaj koji će se koristiti u obrazovanju. Spajanjem ova dva sistema dobijeni su *LCMS* sistemi, koji su integrisali mogućnosti oba sistema. Vremenom su se razvijale obe grupe softvera, dodavane su funkcije koje su ih približavale, tako da ih danas ne možemo u potpunosti razlikovati. Danas se najčešće koristi termin *LMS* za sisteme koji objedinjavaju sve navedene funkcije [81]. Na slici 11 prikazane su generacije softverskih rešenja za upravljanje elektronskim učenjem [72].



Slika 11. Generacije sistema za upravljanje elektronskim učenjem

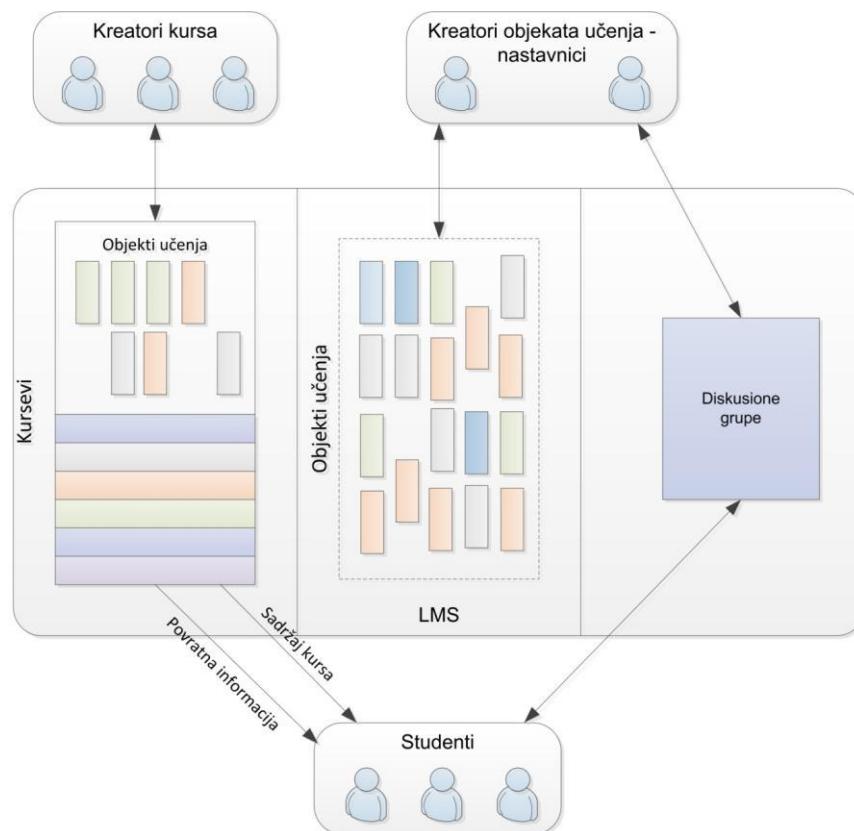
LMS je po broju implementacija i masovnosti korišćenja najveća grupa sistema za e-učenje. Ovi sistemi nisu adaptivni, ali zbog velike palete administrativnih funkcionalnosti imaju veliku primenu u edukativnim institucijama, tj. u formalnom obrazovanju. *LMS* obezbeđuju kompletnu platformu za održavanje korisničkih naloga, organizovanje korisnika prema ulogama u sistemu i na osnovu obrazovnih profila, za kontrolu pristupa resursima učenja, i sl. Pored toga, ovi sistemi nude alate za kreiranje, publikovanje i definisanje načina korišćenja nastavnih sadržaja. *LMS* omogućava konstruktivistički pristup učenju, kroz paletu kolaborativnih alata za sinhronu i asinhronu komunikaciju između korisnika [83].

Sistemi za upravljanje učenjem imaju tri osnovne grupe funkcionalnosti (slika 12) [2] :

- **Nastavničke funkcionalnosti** – kreiranje, opisivanje i objavljivanje resursa učenja, organizovanje resursa u predmete, nastavne jedinice (teme, lekcije),

provere, saradnja sa drugim nastavnicima, studentima, praćenje napredovanja (rezultati i performanse) studenata.

- **Studentske funkcionalnosti** – korišćenje resursa učenja (proučavanje publikovanih materijala, proveravanje), saradnja sa drugim studentima i nastavnicima (različiti oblici sinhrono i asinhrono komunikacije).
- **Administratorske funkcionalnosti** – upravljanje celokupnim sistemom (upravljanje nalogima korisnika, održavanje baze podataka i fajl sistema).



Slika 12. Sistem za upravljanje učenjem

Glavne karakteristike LMS-a su [74]:

- Učenje sadržaja i navigacija kroz njih – alati za navigaciju omogućavaju nizanje sadržaja za učenje u određenom redosledu, i pomoć studentu pri kretanju kroz prostor znanja;
- Provera znanja – implementacija najčešće putem testova i kvizova za samoproveru, ali može uključivati i ocenjivanje;
- Autorski alati – omogućavaju čuvanje sadržaja za obrazovanje na veb serveru, njihovo odgovarajuće povezivanje, i stvaranje testova i diskusija;
- Upravljanje učenjem (*course management*) – čuvaju se različiti administrativni podaci o studentima i o samom predmetu koji se uči;
- Praćenje – beleže se tačni i netačni odgovori na osnovu lekcija i drugih aktivnosti, što omogućava praćenje uspeha polaznika i izradu statistika;
- Komunikacija putem računara - CMC (*computer-mediated communication*) – dozvoljava studentima i nastavnicima međusobnu komunikaciju koja može biti privatna i javna, kao i sinhrona i asinhrona.

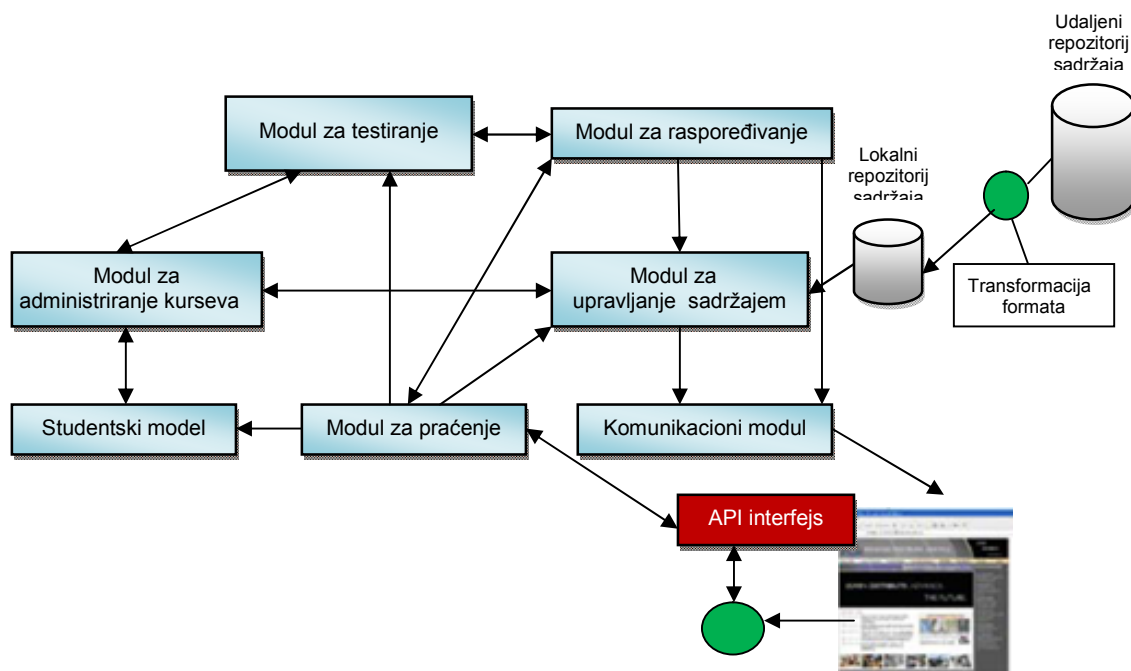
Zbog velikog broja funkcionalnosti, arhitektura *LMS*-a je mnogo kompleksnija nego kod adaptivnih sistema (slika 13) [79]. *LMS* su najčešće modularni. Jezgro sistema čini grupa modula za osnovne funkcionalnosti, koji su obavezni. Ostatak sistema čine moduli za dodatne funkcionalnosti, koji mogu po potrebi da se uključuju ili isključuju. Osnovni moduli sistema su [79]:

- **Modul za upravljanje sadržajem** (*Content Management Module*) – preko ovog modula se upravlja sadržajima na lokalnom repozitorijumu. Najčešće se radi o fizičkom smeštanju fajlova na fajl sistem, dok se podaci koji opisuju resurse (fajlove) čuvaju u bazi podataka. Radi očuvanja konzistentnosti i integriteta za resurse koji se nalaze van sistema prave se kopije u sistemu. Na taj način, *LMS* ne zavisi od upravljanja resursima van sistema.
- **Modul za raspoređivanje** (*Sequencing Module*) – ovaj modul namenjen je za definisanje veza između sadržaja učenja. Takođe, preko ovog modula se povezuju sadržaji učenja sa testovima.
- **Modul za testiranje** (*Assessment Module*) – pored definisanja provera, ovaj modul omogućava definisanje načina eksploatacije testova u različitim fazama nastavnog procesa. Modul za testiranje pruža i servise modulu za praćenje studenata. Sa tog aspekta, on predstavlja izvor podataka o studentu.
- **Modul za administriranje kurseva** (*Course Management Module*) – ovaj modul je glavni modul za organizovanje predmetne nastave (kurseva). Preko ovog modula određuje se struktura predmeta – definišu se nastavne jedinice (teme, lekcije), provere, a zatim se ovi entiteti povezuju sa odgovarajućim resursima.
- **Komunikacioni modul** (*Communication Module*) – ovaj deo sistema je odgovoran za pouzdanu distribuciju resursa učenja svim korisnicima. Svi aktuelni *LMS*-ovi su Web aplikacije, tako da je komunikacioni modul tesno povezan sa tehnologijama koje se koriste za generisanje Web sadržaja (Web stranice). I ako je ovaj modul, iz ugla programera i dizajnera sistema, marginalan i lako zamenljiv, pokazalo se da ima vrlo važnu ulogu u oceni sistema od strane korisnika (što je potpuno razumljivo jer je to za najveći broj korisnika jedino vidljiv deo sistema).
- **Modul za praćenje** (*Tracking Module*) – ovaj modul ažurira studentske zapise akcijama studenta pri korišćenju sistema. Registruju se statistički podaci kao što su broj pristupanja konkretnim sadržajima učenja, vreme provedeno na pojedinim stranicama, navigacione putanje, regularnost akcija u fazama testiranja, rezultati provera. Ovaj modul najčešće manipuliše neobrađenim podacima.
- **Studentski model** – kao kod adaptivnih sistema, studentski model namenjen je čuvanju podataka svakog individualnog studenta (*elektronski studentski dosije*). Do sada, u *LMS* sistemima, malo pažnje se posvećivalo dizajnu studentskog modela. Pojavom međunarodnih standarda za modelovanje korisnika u nastavi, i potrebom edukativnih institucija da poseduju konzistentne podatke studenata, koji se mogu razmenjivati sa drugim sistemima, doveo je do izdvajanja studentskog modela kao posebnog dela *LMS*-a.

Nabrojani su osnovni moduli *LMS*-a, neophodni za funkcionisanje. Pored navedenih funkcionalnosti, kolaborativna funkcionalnost je vrlo važna i nju obezbeđuju moduli za asinhronu i sinhronu komunikaciju. Ovi moduli najčešće predstavljaju podsistem, koji sa ostatkom *LMS*-a, deli samo bazu podataka.

LMS su domenski nezavisni sistemi, što znači da omogućavaju kreiranje kurseva iz različitih oblasti. Ne spadaju u adaptivne sisteme, mada novi sistemi, zahvaljujući standardima za povezivanje resursa i definisanje pravila korišćenja (npr. *SCORM* 2004 i *IEEE 1484.11.2*), omogućavaju ograničen stepen adaptivnosti navigacije. *LMS* su najčešće raslojeni sistemi, tako da su odgovornosti distribuirane na različite radne profile

(npr. administratori, domenski eksperti, nastavnici, dizajner za struktuiranje i punjenje kurseva, itd.). Na taj način, postignuta je veća efikasnost LMS u produkciji kurseva u odnosu na sve ostale vrste sistema za e-učenje.



Slika 13. Arhitektura sistema za upravljanje učenjem

Sledi tabela sa uporednim karakteristikama, u praksi najčešće korišćenih, sistema za upravljanje učenjem: *Moodle*, *Blackboard* i *WebCT* (tabela 1) [69].

Tabela 1. Poređenje karakteristika LMS

KARAKTERISTIKE	BLACKBOARD	WEBCT	MOODLE
Uploadovanje i razmena dokumenata	DA	DA	DA
Kreiranje sadržaja online u HTML-u	DA/NE	DA	DA
Online diskusije	DA	DA	DA
Diskusije o ocenama	NE	DA	DA
Online chat	DA	DA	DA
Pregled aktivnosti drugih studenata	NE	NE	DA
Online kvizovi i testiranja	DA	DA	DA
Online vođenje ocena	DA	DA	DA
Pregled dokumenata od strane studenata	DA	DA	DA
Samoprocena znanja	NE	NE	DA
Studentske radionice	DA	DA	DA
Lekcije sa utvrđenim putanjama	DA	DA	DA
Studentski žurnali	NE	NE	DA
Rečnici	NE	NE	DA

2.3.2.1 LMS Moodle

Moodle je *open-source* sistem za upravljanje kursevima (*Course Managament System - CMS*), koji koriste univerziteti, škole i individualni instruktori, pre svega, radi unapređivanja kurseva pomoću veb tehnologija. Značajno se razvija i u savremenom društvu postaje sve moćnija podrška obrazovnom okruženju. Više od 18000 edukativnih organizacija širom sveta koristi *Moodle*, kako bi tradicionalne kurseve zamenile onlajn kursevima [34].

Reč „*Moodle*“ je akronim od *Modular Object Oriented Developmental Learning Environment* (modularno objektno orijentisano okruženje za razvoj učenja). Često se opisuje kao proces kontinuiranog prolaza kroz sadržaje. Kreiran je uz poštovanje pedagoških principa da bi nastavnicima omogućio lako kreiranje kurseva i stvaranje efektivne i efikasne zajednice korisnika sistema za elektronsko obrazovanje, a studentima lako pristupanje sadržajima, bez obzira na lokaciju i vreme. Kao projekat otvorenog koda (*open source*), korisnicima pruža na raspolaganje izvorni kod, koji oni mogu menjati i prilagođavati ličnim potrebama.

Moodle je počeo da se razvija 1999. godine. Kao Web aplikacija podržava više baza podataka, kao na primer: *MySQL*, *PostgreSQL*, *MSSQL*, *Oracle* i dr. [34]. *Moodle API* je uveden od verzije 1.7. Omogućava uniformni pristup i drugim sistemima za upravljanje bazama podataka i bolje iskorišćenje koda. Razvijen je korišćenjem *PHP*-a koji i sam predstavlja besplatno rešenje. Ima brojnu zajednicu korisnika, veliku dokumentaciju i podršku. Koristi se za kreiranje, modifikovanje i upravljanje sadržajem na vebu, pa zapravo predstavlja veb *CMS*.

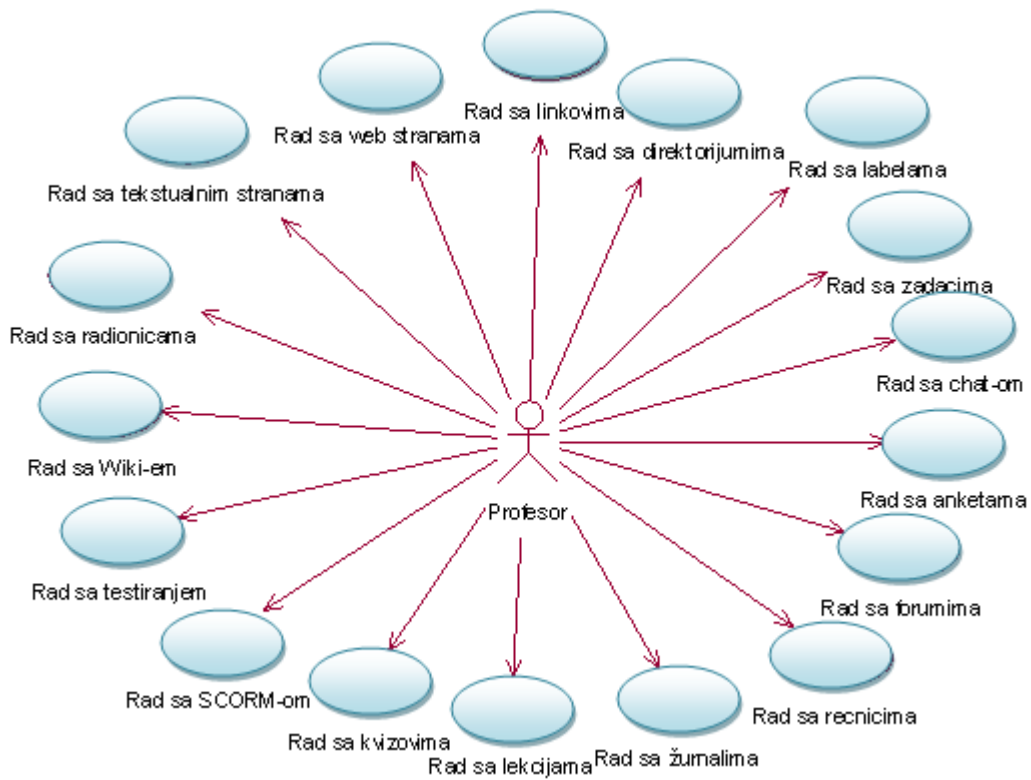
Na pitanje zašto koristiti e-učenje i *Moodle* aplikaciju, odgovor bi se mogao potražiti u činjenici da postoji potreba za efikasnijim i efektivnijim načinima ovladavanja ogromnom količinom obrazovnih sadržaja, kao i u tome da danas postoji mogućnost korišćenja ovakvog vida obrazovanja, gde je redudancija nespustana, a mnogi teoretičari obrazovanja smatraju da je redudantnost „majka“ mudrosti. Prednosti korišćenja *Moodle*-a ogledaju se u smanjenju troškova obrazovanja i filozofiji otvorenosti, što povećava akademsku slobodu - alternativa ilegalnom kopiranju, mogućnosti izbora lokacije i prilagođavanja [9].

Elementi koji karakterišu *Moodle* su [16]:

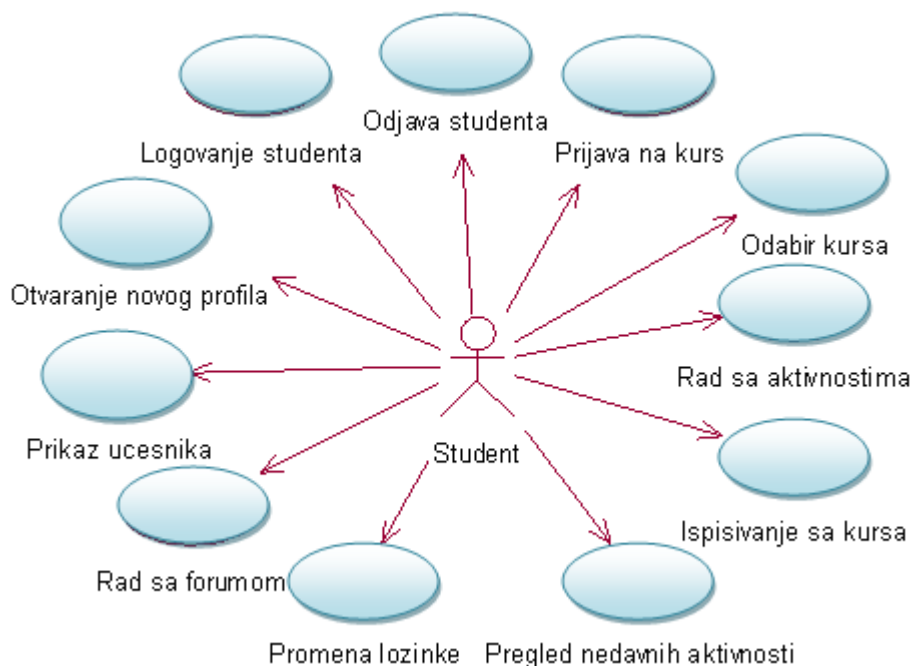
- Jasan, očigledan dizajn veb sajta;
- Jednostavan za razumevanje i korišćenje;
- Jednostavna ali obimna dokumentacija za korisnike i programere;
- Forumi i *e-mail* liste dobro strukturirani i jednostavni za korišćenje;
- Sistem za praćenje log informacija.

Aktivnosti na koje se mogu dekomponovati ključni procesi u *Moodle*-u su [15]:

- Administracija korisnika i korisničkih grupa;
- Dodeljivanje uloga i aktivnosti;
- Kreiranje kurseva i nastavnih grupa;
- Dodavanje sadržaja (tekstualne i veb strane, linkovi, audio-video zapisi);
- Definisanje aktivnosti za nastavne grupe po nastavnim jedinicama;
- Komunikacija između učesnika u obrazovnom procesu (forumi, čet, kvizovi, viki, radionice);
- Praćenje i ocenjivanje rada studenata.



Slika 14. Moodle ključni procesi predavanja na daljinu [69]

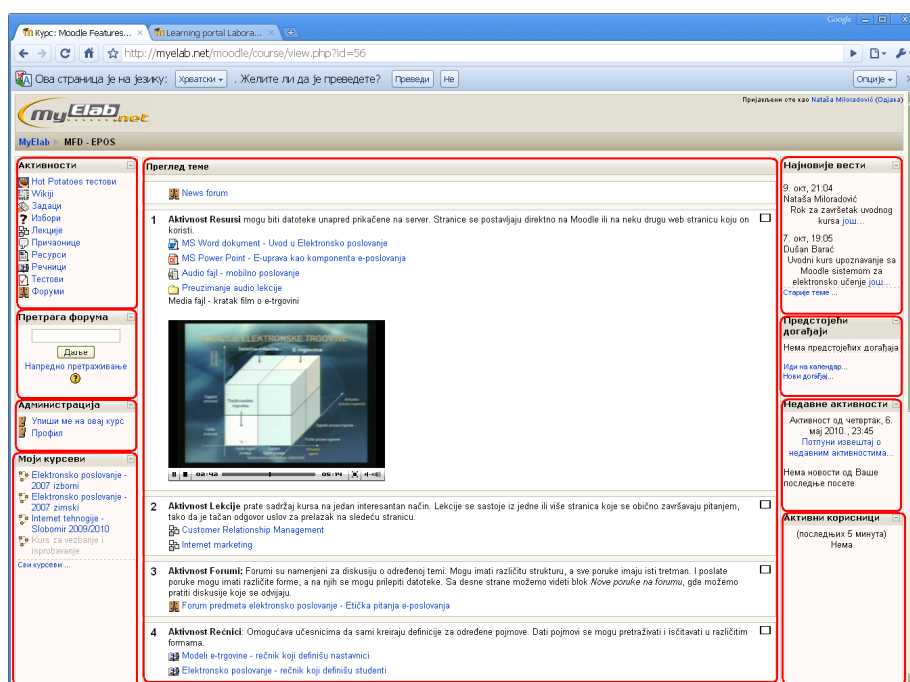


Slika 15. Moodle ključni procesi učenja na daljinu [69]

Na osnovu većeg broja istraživanja *Moodle* predstavlja jednu od najprihvaćenijih platformi u svom segmentu [73]. Jednostavna instalacija i eksploatacija ovaj proizvod čine veoma prihvatljivim rešenjem i za studente i nastavnike, ali i za ljude čiji je posao održavanje aplikacije. Jezgro *Moodle*-a čine kursevi koji sadrže aktivnosti i resurse. Postoji preko 20 različitih vrsta aktivnosti (forumi, rečnici, vikiji, zadaci, testovi, prijave, SCORM plejeri, baze) i svaka se može podešavati. Aktivnosti se mogu kombinovati u nizove i grupe što

omogućava vođenje studenata kroz putanje učenja [53]. Na taj način svaka aktivnost se nadovezuje na rezultat prethodne. Postoji veliki broj alata za organizovanje zajednica studenata, uključujući blogove, sisteme za slanje poruka, liste učesnika, kao i alata za ocenjivanje, izveštavanje i integraciju sa drugim sistemima [87].

Moodle je dizajniran tako da bude kompatibilan, fleksibilan i lako izmenljiv. Napravljen je na visoko modularan način i koristi razne vrste tehnologija kao što su: deljene biblioteke, apstrakcije i kaskadni stilovi za definisanje interfejsa koje omogućavaju proširivost postojećeg sistema. Tematski prikaz jednog *Moodle* kursa prikazan je na slici 16.



Slika 16. Tematski prikaz kursa u Moodle-u

Postoji nekoliko šablona za organizovanje elemenata kurseva [24]. U centralnom bloku nalazi se sadržaj kursa. Može se birati sedmični, tematski, društveni, *LAMS* i *SCORM* prikaz sadržaja kursa. Sa bočnih strana su raspoređeni blokovi u kojima se prikazuju pomoćni moduli. Blokovi se mogu dodavati i raspoređivati po želji. Obezbeđeno je i nekoliko kolekcija kaskadnih stilova.

Kreatori *Moodle*-a posebnu pažnju su posvetili dokumentaciji i uopšte podršci za instalaciju, razvoj, ali i za krajnju upotrebu. Objašnjenja su zavisna od konteksta i prikazana su pored svakog pojma. Korisnicima je pored dokumentacije i liste najčešće postavljanih pitanja (*FAQ*) na raspolaganju i forum gde mogu pronaći odgovore na svoja pitanja, otvarati nove teme i postavljati pitanja. Postoje brojni dostupni dodatni moduli i *plugin*-ovi koji se mogu ugraditi u svaki sajt zasnovan na *Moodle* platformi [88].

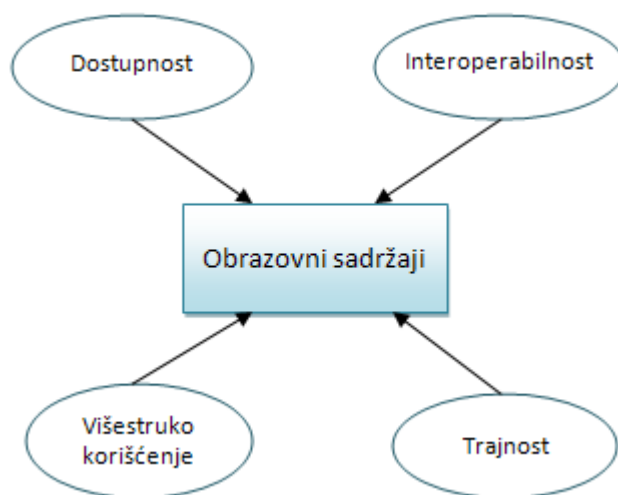
2.4 Standardi i modeli elektronskog obrazovanja

Raznovrsnost i distribuiranost resursa i sadržaja za elektronsko učenje izazvali su probleme interoperabilnosti između sistema i nemogućnosti višestrukog korišćenja nastavnih materijala. U vezi sa tim, dobavljači softverskih rešenja koja se koriste u elektronskom učenju fokusiraju se na razvoj, podršku i usvajanje standarda vezanih za celokupni proces učenja. Analogno ostalim tipovima poslovnih sistema, elektronsko obrazovanje se transformiše iz faze "bez standarda" u fazu sa definisanim pravilima i

standardima [155][16]. Internacionalne organizacije za standardizaciju, instituti i proizvođači softverskih rešenja rade na implementaciji i prihvatanju standarda, protokola i arhitektura za razvoj sadržaja elektronskog učenja.

Osnovni koncepti standarda e-obrazovanja obuhvataju (slika 17) [71]:

- Dostupnost (*accessibility*) daje autoru kursa mogućnost pristupa obrazovnim sadržajima sa bilo koje lokacije;
- Višestruko korišćenje obrazovnih materijala (*reusability*) –ponovno korišćenje obrazovnih sadržaja u različitim situacijama;
- Interoperabilnost (*interoperability*) – obrazovni sadržaji se mogu isporučivati bez obzira na alate kojim su kreirani, obrazovnu platformu na kojoj se isporučuju;
- Trajnost (*durability*) osigurava korišćenje obrazovnih sadržaja bez potrebe modifikovanja prilikom nadogradnje i unapređenja sistema.



Slika 17. Osnovni koncepti standarda elektronskog obrazovanja

Standardi omogućavaju prenos sadržaja za učenje između sistema, tj. sa jednog LMS-a na drugi. Uključenje kvalitetnog materijala za učenje u obrazovno okruženje i njegovo skladištenje, učinilo je mogućim ponovno korišćenje i deljenje sadržaja unutar različitih kurseva. Metapodaci pridruženi tom sadržaju su veoma važni jer omogućavaju pretraživanje, izbor i uređenje sadržaja preko Interneta. Standardi zahtevaju uniforman i precizan pristup i manipulaciju resursima za elektronsko učenje. Danas, postoje organizacije koje rade na razvoju specifikacija i standarda: IMS, ADL, ARIADNE, IEEE, ISO. Osnovni zadatak je obezbediti okvir za arhitekture sistema za elektronsko učenje, obezbediti interoperabilnost, opis paketa sadržaja, upravljanje sadržajem, objektima učenja (*LearningObjectMetadata*) i sl.

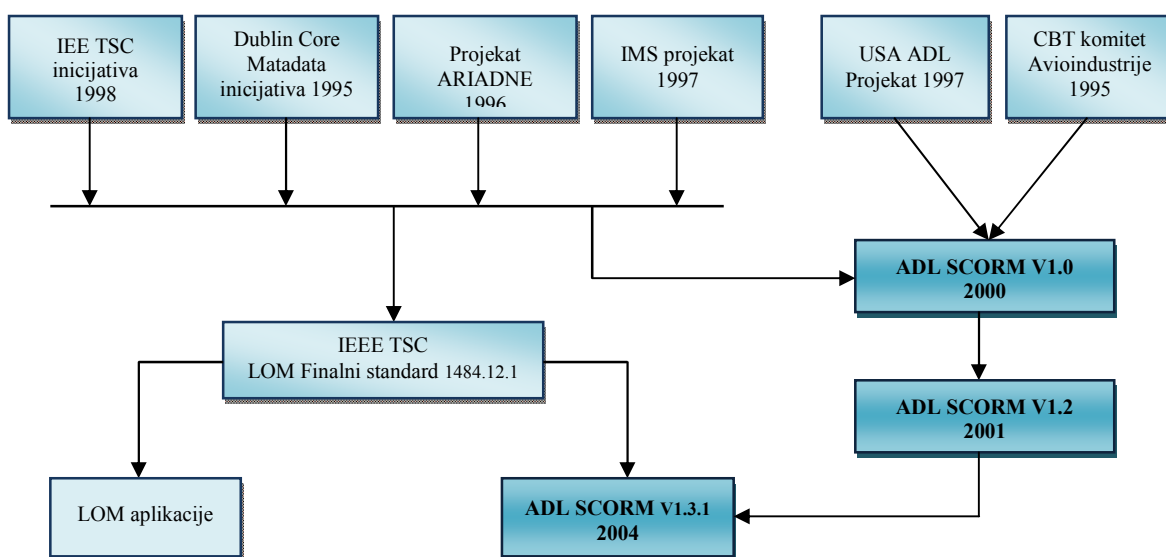
Kada se posmatra jedan sistem elektronskog obrazovanja, standardi moraju obuhvatiti sledeće segmente:

- Komponenta koncepta učenja – dizajn obrazovnog procesa, definicija kompetencija učenika, okvir za kolaboraciju nastavnika i učenika;
- Tehnički segmenti učenja – sadržaj resursa za učenje, njihovo grupisanje i razvoj, profili učenika, aktivnosti vezane za ocenjivanje, struktura metapodataka, arhitektura sistema.

Ključni elementi opšteg standarda e-obrazovanja su:

- Opis sadržaja – Sadržaj je jezgro e-učenja. Resursi za učenje i katalozi materijala za učenje moraju biti označeni na konzistentan način da bi se omogućilo indeksiranje, skladištenje, pretraga i preuzimanje objekata učenja pomoću različitih alata iz različitih izvora. Podaci koji se koriste za opis sadržaja nazivaju se metapodaci o objektu učenja (LearningObjectMetada).
- Opis paketa sadržaja – specifikacije i standardi koji omogućavaju prenos kurseva između različitih sistema. Paketi sadržaja učenja moraju biti kreirani tako da se mogu uređivati pomoću različitih alata i koristiti u rešenjima kreiranim od strane različitih proizvođača. Paket sadržaja obuhvata: originalni sadržaj učenja, kao i informacije o načinu dostavljanja, prezentacije i strukture paketa.
- Upravljanje učenjem – standardizovan opis podataka iz profila učenika, informacije o registraciji, načinu pristupa i privilegijama. U okviru profila učenika neophodno je definisati podatke koji opisuju karakteristike učenika tako da se ovi podaci mogu koristiti u različitim sistemima za elektronsko učenje.
- Rezultati učenja – neophodno je uspostaviti standardne načine merenja performansi ostvarenih rezultata učenika, kao i interakcije između učenika i sistema. Ovo se pre svega odnosi na komunikacione protokole, modele analize podataka i sl.

Evolucija standarda je prikazana na slici 18 [155].



Slika 181. Razvoj standarda elektronskog obrazovanja

Na tržištu postoje četiri različita standarda za razmenu podataka u courseware alatima: SCORM, IMS, IEEE, AICC. SCORM (*Sharable Object Content Reference Model*) standard je razvijen od strane ADL organizacije i trenutno predstavlja najsveobuhvatniji standard. Kroz njega su objedinjeni svi dotadašnji standardi. Većina najvećih komercijalnih rešenja za upravljanje elektronskim učenjem podržava upravo taj standard. Standard koristi XML i rezultat je rada AICC (CBT), IMS Global Learning Consortium, IEEE, i Ariadne Contents. Ovo je najzastupljeniji model, podržavaju ga, između ostalih, Microsoft, IBM, Cisco i drugi.

SCORM sadrži predloge za [152]:

- Oblikovanje sadržaja. Sadržaj je podeljen na jedinice učenja (*learning objects*).
- Opisivanje sadržaja. Metapodaci za opis obrazovnih sadržaja: vrsta obrazovnog sadržaja, nivo interakcije, ciljna grupa, dužina učenja i dr.
- Uklapanje (organizovanje) sadržaja: grupisanje (agregacija) obrazovnih jedinica, uslovi inačine isporuke obrazovnih jedinica.
- Arhitektura softverskih komponenti: isporuka sadržaja, merenje uspešnosti, izveštavanje).

SCORM standard kao najobuhvatniji i najprihvaćeniji standard elektronskog učenja u sebi sadrži sve najznačajnije odrednice neophodne za projektovanje i implementaciju sistema elektronskog obrazovanja. U realizaciji modela i servisa portala za elektronsko obrazovanje primenjen je SCORM standard.

2.4.1 SCORM

SCORM je model za višestruku upotrebu nastavnih sadržaja, kako za učenje uz pomoć računara, tako i za onlajn učenje [152][154]. SCORM je skraćenica od "*Sharable Content Object Reference Model*". SCORM definiše kako kreirati "*Sharable Content Object*" (SCO) - objekte učenja koji se mogu koristiti u različitim sistemima i kontekstima. "*Reference Model*" - ukazuje na činjenicu da SCORM zapravo nije standard u pravom smislu te reči. SCORM je industrijski standard koji je objedinio već postojeće standarde (*IMS*, *AICC* i *IEEE*). SCORM omogućava programerima da napišu rešenja za upravljanje učenjem, koje je moguće koristiti u različitim sistemima za e-učenje. Ključna prednost SCORM-a je interoperabilnost. SCORM omogućava integraciju nastavnog materijala iz više različitih izvora u sistem za upravljanje učenjem (*LMS*). Bez SCORM-a integracija je skup i dugotrajan proces. Interoperabilnost nije jedina karakteristika SCORM standarda. Kao ključne karakteristike SCORM standarda, pored interoperabilnosti, izdvajaju se [152][153]:

- Pristupačnost,
- Prilagodljivost,
- Ekonomičnost,
- Trajnost,
- Mogućnost ponovnog korišćenja.

Pristupačnost predstavlja sposobnost lociranja i pristupa nastavnoj komponenti sa udaljene lokacije i isporuke na druge udaljene lokacije. SCORM pruža tehnički okvir za otkrivanje i organizovanje nastavnih komponenti. SCORM objekti su upakovani na način koji ih čini lako prenosivim kroz različite sisteme. Ovi objekti se mogu isporučiti sa bilo koje lokacije bez rekonfiguracije ili kompleksne instalacije.

Prilagodljivost predstavlja sposobnost prilagođavanja nastave individualnim i organizacionim potrebama. SCORM omogućava prilagodljivost na dva načina. Dozvoljava kreatorima sadržaja kombinovanje različitih SCO u cilju jedinstvenog programa grupe ili pojedinca. Kreatori sadržaja mogu realizovati sekvencijalna pravila koja vrše prilagođavanje nastavnog sadržaja na osnovu aktivnosti i uspeha svakog studenta pojedinačno.

Ekonomičnost predstavlja sposobnost povećanja efikasnosti i produktivnosti smanjujući vreme i troškove koji su potrebni za prenos nastavnog materijala. SCORM značajno

redukuje vreme potrebno za integraciju nastavnog sadržaja u *LMS*. Potrebno je izvršiti specifikaciju redosleda kako bi upotreba *SCORM*-a rezultovala značajnim uštedama.

Tehnološke inovacije i promene ne zahtevaju redizajn niti rekonfiguraciju., Na ovaj način trajnost objekata koji su napravljeni po *SCORM* standardu je omogućena. Objekte nije potrebno prilagođavati tehnologijama.

Interoperabilnost predstavlja sposobnost da se nastavne komponente koje su radile sa jednim setom alata i na jednoj platformi preuzmu i koriste na drugoj lokaciji sa drugim setom alata i na različitoj platformi.

Mogućnost ponovnog korišćenja omogućava fleksibilnost ugradnje nastavne komponente u više aplikacija i u različitim kontekstima. *LMS* koji podržava *SCORM* automatski integriše nastavnu komponentu. *SCORM* čine tri osnovne komponente [153]:

- *SCORM* model agregacije sadržaja (*Content Aggregation Model*),
- Specifikacija izvršnog dela (*Run-time specification*),
- Redosled isporuke sadržaja učenja (*Sequencing model*).

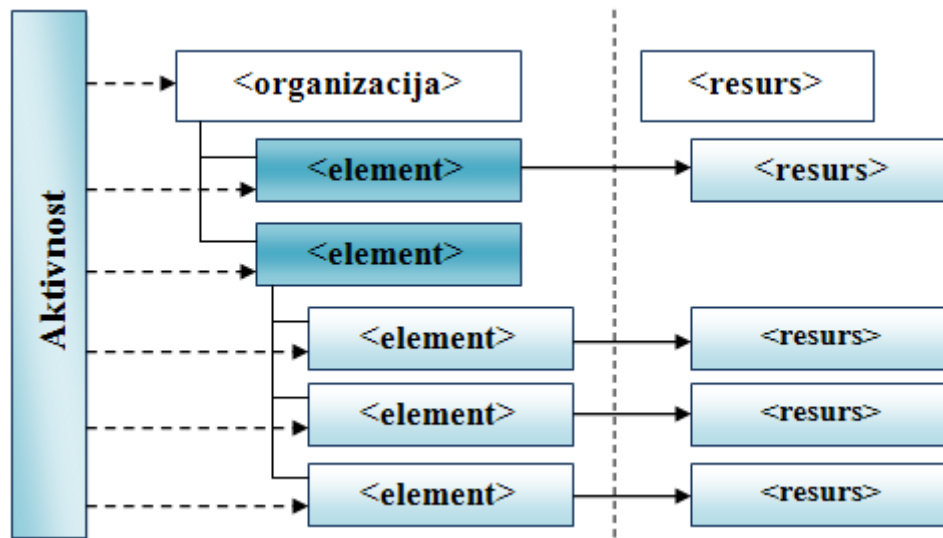
SCORM model agregacije sadržaja

SCORM Opis paketa sadržaja opisuje kako sadržaj treba da bude upakovan. Ovaj opis se zasniva na *XML*-u. *SCORM* zahteva da sadržaj bude upakovan u samostalnim direktorijumima ili u *ZIP* datoteci. Ovaj oblik isporuke se naziva paket za razmenu datoteka - "*Package Interchange File*" (*PIF*). *PIF* mora da sadrži *XML* fajl koji se zove *imsmanifest.xml* (manifest fajl - fajl koji opisuje strukturu) i nalazi se u korenom direktorijumu. Manifest fajl sadrži sve informacije koje su potrebne *LMS*-u za isporuku sadržaja. Manifest deli objekat u *SCO*. Više *SCO* se mogu kombinovati u strukturu stabla koja predstavlja objekat; ova struktura se još naziva i stablom aktivnosti. Manifest fajl sadrži *XML* reprezentaciju stabla aktivnosti, informaciju kako pokrenuti svaki *SCO* i (opciono) metapodatke koji opisuju objekat i njegove delove.

Model strukture sadržaja (*Content model*)

Osnovni koncepti u *SCORM*-u su blokovi (*asset*) i *SCO*. Blok je osnovni element za resurs učenja. Blokovi mogu biti zvuk, tekst, slike i drugi podatak koji može biti prikazan studentu pomoću veb pretraživača. Jedan blok može biti sastavljen od više blokova. Blokovi se mogu opisati metapodacima radi lakšeg pretraživanja i otkrivanja unutar skladišta čime je omogućena ponovna upotreba i olakšan je proces održavanja. *SCO* predstavlja kolekciju blokova koja formira nezavisnu logičku nastavnu jedinicu. *SCO* je najmanja jedinica koja se može isporučiti i pratiti preko *LMS*-a. Praćenje se vrši korišćenjem *SCORM Run-Time Environment* modela podataka. Jedina razlika između bloka i *SCO*-a se ogleda u tome što *SCO* komunicira sa *LMS*-om koristeći *IEEE ECMA Script API*. Radi ponovnog korišćenja i deljenja objekta učenja *SCORM* definiše metapodatke za svaki blok i *SCO*. Ovi metapodaci se koriste za identifikaciju i razlikovanje resursa učenja.

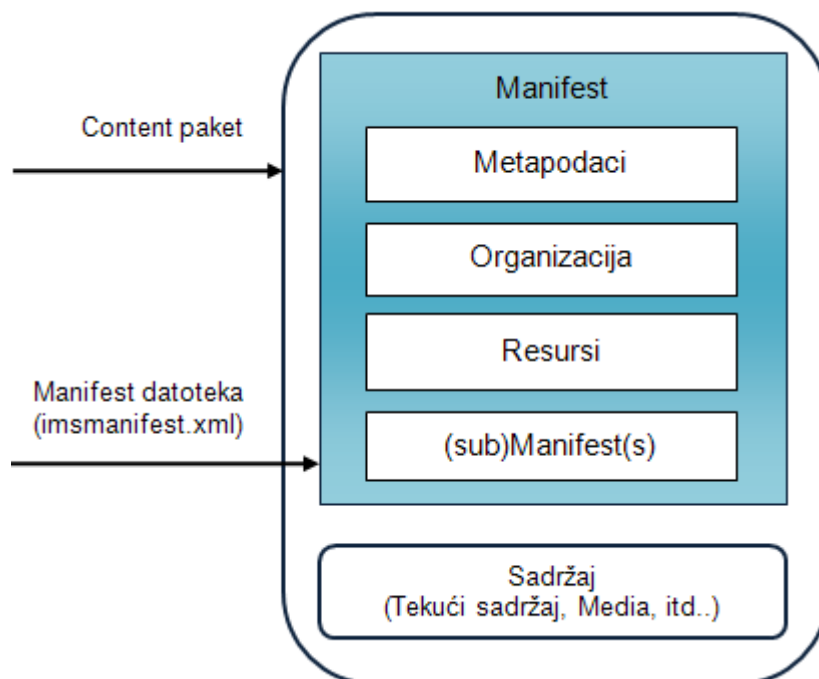
SCO mora biti nezavisan od objekta učenja, radi obezbeđivanja mogućnosti ponovnog korišćenja. Isti *SCO* se u određenim okolnostima može upotrebiti kako bi ispunio različite ciljeve učenja. Pored toga aktivnosti mogu agregirati više od jednog *SCO*-a i formirati nastavne jedinice na višem nivou. Aktivnost se može opisati kao logička nastavna jedinica. Konceptualno, to je nešto što student uči dok napreduje kroz nastavu. Jedna aktivnost može biti sastavljena iz više podaktivnosti. Ne postoji ograničenje nivoa gnežđenja aktivnosti. Aktivnosti koje ne sadrže druge aktivnosti (list aktivnosti) povezane su sa resursom za učenje (*SCO* ili blok) koji se koristi za obavljanje aktivnosti. Model strukture sadržaja prikazan je na slici 19 [71].



Slika 192. Model strukture sadržaja

Opis paketa sadržaja (*Content packaging model*)

SCO, blokovi, metapodaci i pravila definisana za dostavljanje materijala za učenje integrisani su u paketu pod nazivom opis paketa sadržaja (slika 20) [71]. Ovaj paket omogućava prenos i kolekciju digitalnih resursa između različitih LMS-a i sastoji se od dve komponente, XML manifesta i datoteka objekta učenja.



Slika 203. Konceptualni dijagram koji opisuje komponente paketa

Paket predstavlja jedinicu učenja. Jedinica učenja može biti deo objekta (*course*) koji ima nastavni značaj i izvan koncepta u kojem se objekat (*course organization*) koristi; može se isporučiti samostalno kao deo novog objekta (*course*), kao kompletan objekat (*course*) ili kao skup objekata (*course*). Kada paket stigne na odredište, paket mora da dozvoli

agregaciju ili razdvajanje na manje celine. Paket mora da bude kompletan odnosno da sadrži sve podatke potrebne za korišćenje sadržaja paketa za učenje kada se raspakuje. Manifest je XML dokument koji sadrži strukturisan sadržaj paketa. Ako je sadržaj paketa namenjen za isporuku krajnjem korisniku on sadrži informacije o tome kako je sadržaj organizovan. Sadržaj manifesta je elastičan. On može opisivati deo objekta (*course*), ceo objekat (*course*) kolekciju objekata (*course*), ili samo skup sadržaja koji se isporučuju iz jednog sistema u drugi.

XML manifest datoteka se sastoji od četiri komponente:

- metapodaci;
- organizacije;
- resursi;
- manifesti nižeg nivoa.

Metapodaci

Opis sadržaja i komponentata pomoću metapodataka omogućava pretragu i pronalaženje komponentata u različitim sistemima. Metadata opis u okviru SCORM standarda se zasniva na IEEE LOM (*Learning Object Metadata*) standardu, koji definiše 64 elementa za opis sadržaja

Svaka od SCORM komponentata modela sadržaja predstavljena je u manifestu. Manifest daje način za povezivanje metapodataka za ove komponente.

- Metapodaci povezivanja sadržaja opisuju sadržaj agregacije (opis paketa sadržaja) kao celine.
- Metapodaci organizacije sadržaja.
- Metapodaci aktivnosti opisuju pojedinačnu aktivnost.
- SCO metapodaci se mogu primeniti na SCO u cilju opisne informacije o sadržaju u SCO koji se može samostalno upotrebiti.
- Metapodaci o blokovima se mogu primeniti na blokove za pružanje opisne informacije o blokovima koji se mogu upotrebiti nezavisno ili potencijalno u okviru kursa sadržaja (*couseware content*).

SCORM specifikacija izvršnog dela

Specifikacija izvršnog dela se zasniva na osobini LMS-a da pokreće sadržaj u veb pretraživaču. LMS ne može pokrenuti više SCO-a u isto vreme. Kada je sadržaj pokrenut, LMS koristi algoritam da pronađe *ECMAScript (JavaScript) API*. Ovaj API ima definisane funkcije koje omogućavaju razmenu podataka sa LMS. API omogućava LMS-u da izvršava objekte učenja po tačno definisanom redosledu. Specifikacija redosleda omogućava autoru sadržaja da definiše pravila upravljanja načinom na koji je studentu dozvoljeno da se kreće između SCO-a i kako se podaci o napredovanju studenta čuvaju. U manifestu objekta predstavljena je specifikacija redosleda, koja se u formi pravila čuva u XML fajlu [71].

Autorima sadržaja pravila redosleda omogućavaju:

- Određivanje koje navigacione kontrole LMS pruža studentima (prethodni/sledeći dugme, tabelu sadržaja...);
- Definisanje međuzavisnosti između različitih aktivnosti;

- Određivanje različite značajnosti objekata (*course*), odnosno ponderisanje njegovih delova;
- Pri svakom pristupu isporuku različitih SCO-a po slučajnom uzorku (za potrebe testiranja);
- Vraćanje studenta na nastavni materijal kojim nije ovladao;
- Grananje aktivnosti.

Redosled isporuke sadržaja učenja

Ovaj deo standarda se odnosi na upravljanje načinom na koji student prolazi kroz gradivo odnosno prelazi sa jedne na drugu SCO. Pravila su definisana pomoću XML u okviru manifesta kursa Konkretna realizacija ove komponente SCORM standarda odnosi se na:

- Definisanje navigacionih kontrola koje LMS stavlja na raspolaganje studentu (prethodno/sledeće dugme, tabela sa sadržajem kursa, i sl.);
- Specifikacija aktivnosti koje se moraju kompletirati pre nego što se pređe na sledeće;
- Definisanje različitih nivoa značajnosti delova kursa u smislu konačnih rezultata učenja;
- Slučajan izbor različitih skupova i podskupova SCO-a prilikom novog pristupa studenta određenim delovima kursa;
- Vraćanje studenta materijalima koji nisu proučeni na zadovoljavajući način.

2.4.2 Objekti učenja

IEEE objekat učenja definiše kao bilo koji digitalni ili ne-digitalni entitet koji se može koristiti za učenje, obrazovanje ili obuku. Liber definiše objekte učenja kao: "Samostalne digitalne entitete za višestruku upotrebu u obrazovne svrhe, koji sadrže najmanje tri komponente koje se mogu menjati: sadržaj, aktivnosti učenja i elementi konteksta. Objekti učenja moraju imati jasnu strukturu informacija radi lakše identifikacije, skladištenja i pronalaženje metapodataka" [156].

Objekti učenja se nazivaju i objekti sadržaja, obrazovni objekti, informacioni objekti, inteligentni objekti, znanje bita, objekti znanja, komponente učenja, medija objekti, komponente programa za višestruku upotrebu, informacioni objekti za višestruku upotrebu, jedinice saznanja za višestruku upotrebu, komponente za trening i jedinice učenja.

Objekti učenja predstavljaju osnovne elemente modela za kreiranje i distribuciju sadržaja. Svaka samostalna informacija koja je u stanju da poveća nivo znanja može predstavljati objekat učenja. Kao primeri se mogu navesti poglavlje u knjizi, mapa, interaktivna aplikacija, multimedijalni resurs, dijagram, simulacija i sl. Objekti učenja mogu biti bilo koje veličine. Sledi nekoliko definicija navedenih od strane istraživača i organizacija.

Iako postoje mnoge interpretacije vezane za objekte učenja, većina autora ističe da objekti učenja imaju sledeće karakteristike [157]:

- Objekte učenja čine manje jedinice učenja od kursa;
- Samostalnost - objekti učenja se mogu koristiti nezavisno od ostalih objekata učenja;

- Višestruka upotreba - objekti učenja se mogu koristiti više puta, tako da se isti objekat učenja može koristiti u različitom kontekstu i u različite svrhe;
- Objekti učenja mogu biti grupisani u veće kolekcije sadržaja radi stvaranja značajnih jedinica učenja;
- Objekti učenja su obično označeni opisnim metapodacima koji omogućavaju lako otkrivanje i pronalaženje.

Osnovna ideja koja stoji u pozadini objekata učenja jeste da dizajneri sadržaja za učenje mogu da naprave male nastavne komponente koje se mogu koristiti više puta u različitim kontekstima. Pored toga, objekti učenja mogu biti shvaćeni i kao digitalni entiteti za isporuku preko Interneta, što znači da ih više ljudi može istovremeno koristiti. Nastavnici često nastavne materijale dele na njihove sastavne delove. Nakon toga, nastavnici ih mogu ponovo sastaviti na način koji odgovara njihovim postavljenim ciljevima. Ovo je jedan od razloga zašto objekti učenja doprinose poboljšanju nastave.

Da bi olakšao široko usvajanje pristupa objekata učenja, *LTSC (Learning Technology Standards Committee)* instituta za inženjere elektrotehnike i elektronike (*IEEE*) razvio je i unapredio nastavne tehnološke standarde. Bez takvih standarda, univerziteti, korporacije i druge organizacije širom sveta ne bi imale način za obezbeđivanje interoperabilnosti njihovih tehnologija u nastavi. *LTSC* je termin "objekti učenja" izabrao da bi opisao male nastavne komponente, da bi uspostavio radnu grupu i pružio radnu definiciju.

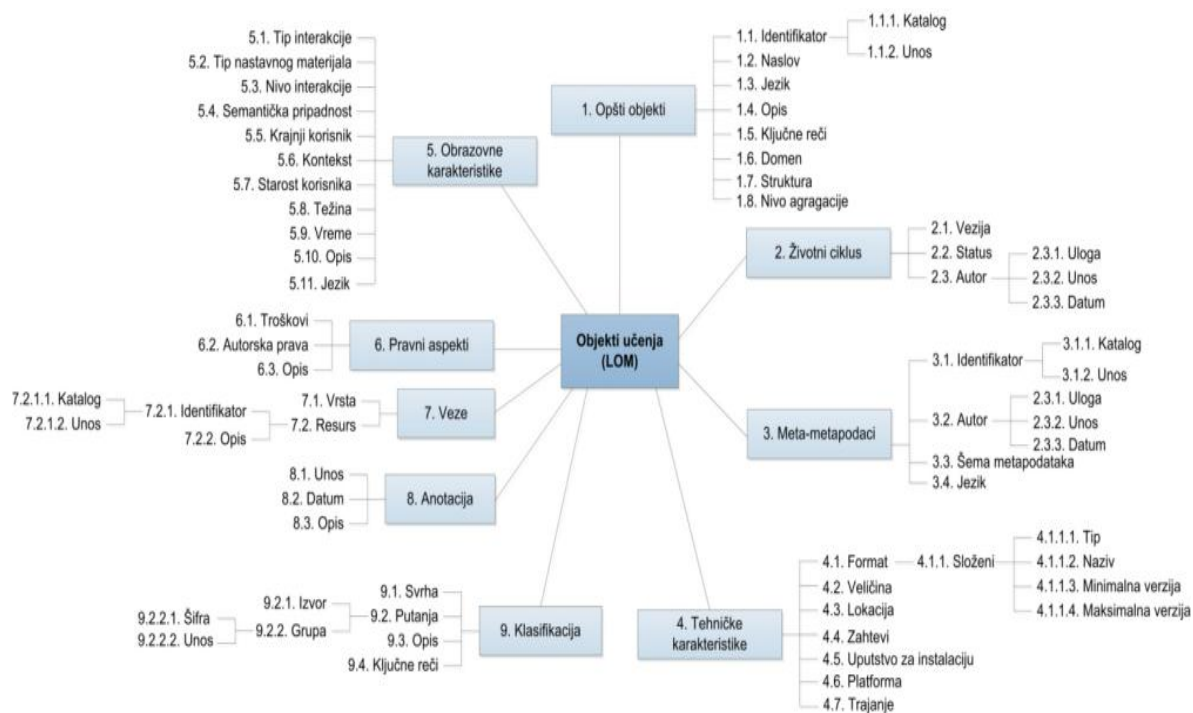
Podaci koji mogu biti uključeni u objekte učenja i njihove metapodatke su (slika 21) [71]:

- Opšti opisni podaci kursa: identifikatori kursa, jezik sadržaja (engleski, španski itd.), oblast (matematika, književnost, itd.), opisni tekst, ključne reči;
- Životni ciklus: verzija, status;
- Nastavni sadržaj: tekst, veb stranice, slike, zvuk i video;
- Rečnik pojmova: pojmovi, definicije, akronimi;
- Kvizovi i zadaci: pitanja, odgovori;
- Prava: troškovi, autorska prava, ograničenje upotrebe;
- Veze sa drugim kursevima;
- Nivo obrazovanja: nivo ocene, godište, tipično vreme učenja i težina.

Objekti učenja imaju određene kvalitete. To je razlika u stepenu (ili načinu) u kojem ovi kvaliteti razlikuju jednu vrstu učenja od druge.

Sledeća taksonomija razlikuje pet tipova objekata učenja:

- Osnovni – na primer, slika ruke koja svira klavir;
- Kombinovano-zatvoreni - na primer, video ruke koja svira klavir sa audio zvukom;
- Kombinovano-otvoreni - na primer, veb stranica sa slikom, koja kombinuje prethodno spomenuti video, sliku i tekst;
- Generativno-prezentovani - na primer, Java aplet koji generiše prezentaciju sa muzičkim efektima, notama, tekstom i prezentuje jedno tipično muzičko delo odsvirano na klaviru;
- Generativno-nastavni - na primer, izvršavanje aktivnosti od strane studenta, simulacija sviranja na klaviru.



Slika 21. Model karakteristika objekata učenja

3. Adaptivni sistemi elektronskog obrazovanja

Adaptacija je dobro poznat koncept na polju elektronskog obrazovanja sa tendencijom povećanja primene u modernim obrazovnim sistemima. Još je *Helen Parkhurst*¹ predlagala tzv. Dalton plan, koji daje mogućnost da, zavisno od sposobnosti, studenti biraju između više nivoa težine zadataka u nastavi, pri čemu oni sami određuju kojim će tempom raditi. Sa svakim učenikom posebno se ugovara šta će i kako raditi, za šta dobija pisana uputstva za samostalno učenje. Ona predlaže dnevne i mesečne zadatke, a novi zadaci se dobijaju tek nakon završetka prethodno preuzetih. Zato studenti mogu mnogo brže napredovati iz jednih nastavnih predmeta u odnosu na druge, pa razredi organizovani prema dobi dece, nisu više svrhoviti za savlađivanje većine nastavnih predmeta. Predmetni nastavnici ih prate i pomažu u samostalnom savlađivanju nastavnih zadataka.

Danas veoma malo web zasnovanih obrazovnih sistema ugrađuje adaptivnost.

3.1 Definicija i tipovi adaptacije

Po *Oxford Advanced Learner's* rečniku termin "*adaptive*" se definiše kao: "mogućnost menjanja kada je to potrebno kako bi se prilagodilo različitim situacijama" [89]. Nešto je prilagodljivo ako ima sposobnost da se promeni da bi se uklopilo u različite okolnosti. U kontekstu sistema e-učenja mogu se razlikovati dva različita tipa prilagođavanja [90]. Prvo, postoje "*adaptable*" sistemi koji se odnose na mogućnost menjanja parametara sistema. Drugim rečima, korisnik je u mogućnosti da menja sistem na specifičan način kako bi taj isti sistem zadovoljio njegove potrebe.

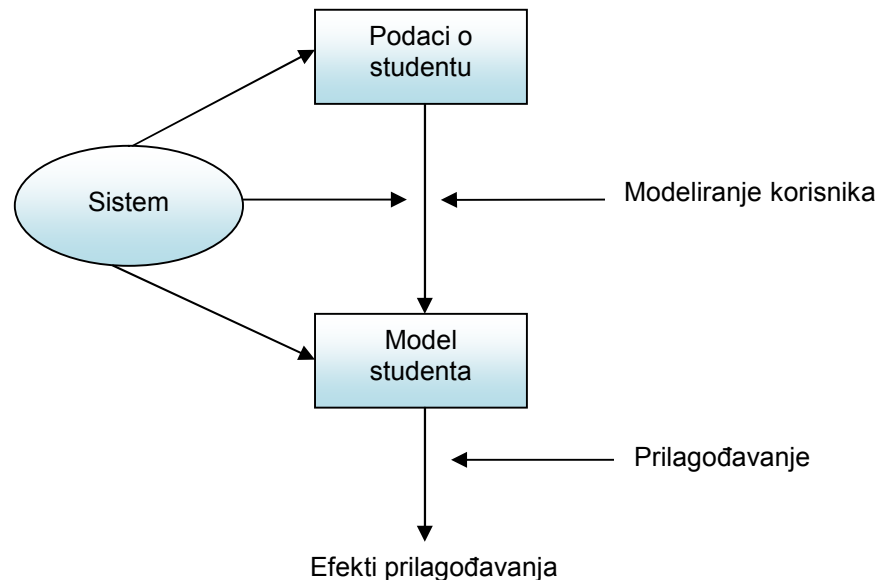
Drugo, termin "*adaptive*" znači automatsko krojenje sistema prema korisniku. Potrebe korisnika su pretpostavljene od strane samog sistema. Korisniku se ne pruža mogućnost da sam menja parametre sistema po svojim potrebama, već su potrebe korisnika pretpostavljene od samog sistema. Sistem menja svoje ponašanje u skladu sa pretpostavljenim potrebama. Još jedna karakteristika ovih sistema je da "*adaptive*" sistemi prikupljaju informacije o korisniku na taj način što posmataju korisnika. U sistemima e-učenja oba termina, "*adaptive*" i "*adaptable*", mogu biti korišćeni. Personalizacija se može postići "krojenjem" sadržaja prema korisničkim afinitetima. Termin personalizacija predstavlja sinonim za pojmove "*adaptivity*" i "*adaptability*". Ovo je zbog toga što se oba tipa sistema, "*adaptive*" i "*adaptable*" mogu posmatrati kao personalizovani sistemi [92].

U kontekstu ovog rada okruženje učenja se smatra adaptivnim ako je u mogućnosti da prati aktivnosti svojih korisnika; da ih interpretira u osnovnim sektorima specifičnih modela; da zaključuje o korisničkim zahtevima i afinitetima daleko od interpretiranih aktivnosti, adekvatno ih reprezentujući u pomenutim modelima i na kraju da deluje nad dostupnim znanjima na svoje korisnike i dinamički upravlja procesom učenja [28]. Pošto se ponašanje sistema prilagođava učesniku, tj. osobi, ova vrsta adaptacije se naziva personalizacija [93]. Prema tome, adaptivni sistem elektronskog učenja se može opisati kao personalizovan sistem, koji je pored kreiranja personalizovanih sadržaja, sposoban da obezbedi adaptivno "dostavljanje" kursa, interakciju, saradnju i podršku. Personalizovano e-obrazovanje koristi aktivnu strategiju učenja koja osposobljava studenta da kontroliše sadržaj, tempo i obim učenja [94]. Ono podržava studenta omogućavajući mu alate i mehanizme pomoću kojih on može personalizovati svoje učenje. Adaptivno personalizovano elektronsko obrazovanje predstavlja sastavni element sledeće generacije sistema elektronskog obrazovanja. Ono nudi viziju dinamički kreiranih

¹ Helen Parkhurst (1886.-1971.), reformski pedagog

kurseva koji su prilagođeni specifičnim potrebama pojedinca, prethodnom znanju, računarskom okruženju, i svim komunikacijskim prednostima [95].

U kontekstu e-učenja adaptivni sistemi su više specijalizovani i fokusirani na prilagođavanje sadržaja učenja i prezentaciju tog sadržaja. Adaptivni sistemi se fokusiraju na to kako su studenti naučili i obraćaju pažnju na aktivnosti učenja, kognitivne strukture i kontekst materijala za učenje [91]. Na slici 22 prikazana je struktura adaptivnog sistema elektronskog obrazovanja [2].



Slika 22. Struktura adaptivnog sistema elektronskog obrazovanja

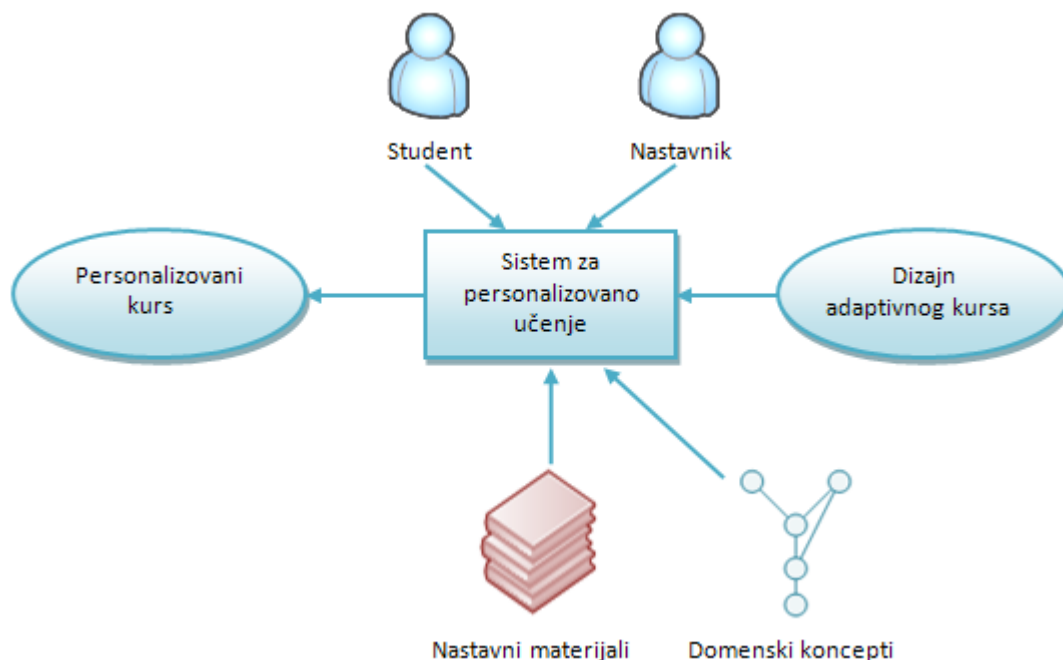
Sistem prolazi kroz tri faze u toku procesa adaptacije. On kontroliše proces prikupljanja podataka o studentu, proces u toku kreiranja korisničkog modela (korisničko modeliranje) i proces adaptacije. Određene informacije o studentu su potrebne da bi se promenilo ponašanje sistema radi zadovoljavanja potreba tog studenta. U adaptivnim sistemima ova informacija je sačuvana u profilu ili modelu studenta [30].

Tipovi adaptacije su [97]:

- **Adaptivna interakcija** – odnosi se na adaptaciju koja se odigrava na interfejsu sistema i ima ulogu da poboljša i podrži interakciju korisnika sa sistemom, bez modifikacije samog sadržaja [98].
- **Adaptivno dostavljanje kursa – tehnike adaptacije**, koje se odnose na usklađivanje kursa prema pojedinačnom korisniku. Osnovni cilj je da se napravi veza između sadržaja kursa i karakteristika korisnika, tako da se postigne optimalan rezultat učenja. Tipični primeri su: adaptivna navigacija, adaptivna selekcija sadržaja kursa, dinamičko restrukturiranje kursa, vremenski raspored, itd.
- **Pronalaženje i kreiranje sadržaja** – odnosi se na primenu adaptivnih tehnika u otkrivanju i kreiranju onih sadržaja koji odgovaraju karakteristikama studenata, ali i ciljevima kursa.
- **Adaptivna kolaborativna podrška** – podrazumeva podršku učenja u smislu organizacije komunikacije između učesnika i usmeravanja ka zajedničkim ciljevima.

Na slici 23 prikazan je personalizovani servis elektronskog učenja koji kombinuje informacije o studentu, nastavniku, nastavnom modelu, pojmu koji se izučava i sadržaju, a

sve radi ostvarenja personalizovanog kursa [12]. Ovakav kurs se prilagođava ličnim karakteristikama studenta. Takođe se može prilagođavati željama nastavnika. Na primer, personalizovani kurs se može prilagoditi prethodnom znanju studenta vezanom za izučavanu temu, ali maksimalni ili minimalni obim kursa može definisati nastavnik [96].



Slika 23. Kombinovanje elemenata adaptivnosti za personalizaciju kursa

3.2 Modeliranje studenta i kriterijumi adaptacije

Termini *user profiling*, *user modeling*, *student modelling* su često korišćeni kao sinonimi ili se jedan termin koristi da označi svaki od pojmova [112][113][159][23][160]. Model studenta predstavlja skup ličnih informacija (kognitivne veštine, intelektualne mogućnosti, namere, stil učenja, afinitete i interakciju studenta sa sistemom) koje su sačuvane bez dodavanja daljeg objašnjenja ili njihove interpretacije. Ove karakteristike studenata su sačuvane nakon njihovog vrednovanja. Vrednosti koje se dodaju svakoj karakteristici mogu biti konačne, ali se isto tako po potrebi i bilo kada, mogu menjati.

Adaptacija sistema elektronskog obrazovanja se realizuje na osnovu parametara identifikovanih u modelu studenta. U tabeli 2 prikazani su osnovni parametri koji se koriste za kreiranje modela studenta, odnosno za adaptaciju odgovarajućeg sistema elektronskog učenja [71]. Model studenta obuhvata dva tipa informacija: informacije o znanju koje student poseduje u domenu učenja i informacije koje su nezavisne od domena učenja.

U narednom tekstu će biti objašnjeni parametri koji se najčešće koriste za modelovanje studenata, odnosno adaptaciju sistema elektronskog obrazovanja [143][113][97][94][161][135].

Tabela 2. Zajedničke karakteristike u modelu korisnika

Model	Profil	Karakteristike	Opis/primer
Podaci nezavisni od domena učenja	Generički profil	Lične informacije	Ime, email, šifra, itd.
		Demografski podaci	Godine, itd.
		Akademski background	Tehnološke studije iz ekonomije, itd.
		Kvalifikacije	Sertifikati
		Obrazovanje (obrazovni background)	Kolekcija znanja prebačena u koncept. Kvalitativne, kvantitativne mogućnosti ili verovatnoća indikacija koncepta i stečena znanja za korisnika.
		Nedostaci: vizuelni ili drugi	Dobro vidi, koristi naočare, itd.
		Domen primene	Lokalizacija korisnika
		Nasleđene karakteristike	Kreiranje stereotipa koji vodi klasifikaciji korisnika
	Psihološki profil	Stil učenja	Definisanje stila učenja
		Kognitivni kapaciteti	
		Tragovi ličnosti	Psihološki profil (introvertan, ekstrovertan, itd.)
		Nasleđene karakteristike	Kreiranje stereotipa koji vodi klasifikaciji korisnika
Podaci zavisni od domena učenja		Ciljevi	Upitnici koji utvrđuju sa kojim ciljevima korisnik namerava da koristi sistem
		Planiranje/Plan	
		Kompletan opis interakcije sa sistemom	Registar svake od stranica kojima se pristupilo
		Stečena znanja	Kolekcija znanja prebačena u koncept. Kvalitativne, kvantitativne mogućnosti ili verovatnoća indikacija koncepta i stečena znanja za korisnika.
		Rezultat procene	Podaci sa svih testova, vežbi, itd.
		Model konteksta	Podaci u vezi sa okruženjem korisnika (rezolucija monitora, itd.)
		Sposobnosti	Definisanje sposobnosti i kapaciteta korišćenja sistema
		Interesovanja	Definisanje individualnih interesovanja sa ciljem adaptacije sadržaja i kretanja
		Vremenski rokovi	Kratak, dug ili normalan utvrđen period

Znanje studenta

Znanje studenta vezano za oblast proučavanja predstavlja jednu od najvažnijih karakteristika i kriterijuma adaptacije. Najjednostavniji model znanja korisnika je skalarni model, koji procenjuje nivo znanja kvantitativnom (npr. broj u rasponu od 0 do 5) ili kvalitativnom vrednošću (npr. dobro, prosečno, loše) na određenoj skali. Skalarni modeli, naročito kvalitativni, slični su stereotipnim modelima. Razlika je u tome što se skalarni modeli fokusiraju isključivo na korisnika i rezultat su objektivnog testiranja, a ne mehanizma baziranog na stereotipnom modelu. Uprkos jednostavnosti, skalarni modeli se mogu efikasno koristiti za podršku jednostavnih tehnika adaptacije. Adaptirani skalarni model predznanja je korišćen kao jedan od kriterijuma za adaptaciju u okviru modela portala za adaptivno elektronsko obrazovanje implementiranom u disertaciji.

Na osnovu znanja ili predznanja o materiji koja se izučava, adaptivni sistemi dele svoje korisnike u dve ili tri klase i nude različite verzije celokupnog sadržaja stranice ili fragmente za korisnike sa različitim nivoima znanja. Strukturni modeli pretpostavljaju da

se domen znanja može podeliti na nezavisne fragmente. Ovi modeli pokušavaju da predstave znanje korisnika za svaki definisani fragment gradiva.

Strukturni modeli mogu biti nezavisno klasifikovani u dve različite pod-dimenzije u skladu sa:

- Tipom predstavljenog znanja (deklarativno ili proceduralno) i
- Poređenjem znanja korisnika - predstavljenog u modelu - na nivo eksperta, uzet kao model domena, ekspertni model ili model "idealnog studenta".

Najpopularniji strukturni model znanja je model preklapanja. Svrha modela je da predstavi individualno znanje korisnika kao podskup modela domena, koji odražava ekspertni nivo znanja subjekta. Za svaki fragment oblasti znanja, model preklapanja skladišti procene nivoa znanja korisnika tog fragmenta. Čist model preklapanja dodeljuje Bulovu vrednost DA ili NE za svaki fragment, ukazujući na to da li korisnik zna ili ne zna taj fragment. U ovom slučaju, znanje korisnika je predstavljeno u svakom vremenskom trenutku kao podskup ili preklapanje ekspertnog znanja. U savremenom obliku model preklapanja predstavlja nivo znanja korisnika u oblasti fragmenta. To može biti kvalitativna ili kvantitativna mera. Većina sistema je usmerena na predstavljanje dva tipa oblasti znanja: konceptualno znanje (činjenice i odnosi između njih) i proceduralna znanja (veštine rešavanja problema). Konceptualno znanje se u osnovi predstavlja u formi mreže pojmova, a proceduralno znanje najčešće kao skup pravila za rešavanje problema.

Model preklapanja predstavlja iskorak iz skalarnog modela. Ovaj model je često kritikovan zbog toga što je "previše jednostavan". Smatra se da znanje korisnika nikad nije tačan podskup ekspertnog znanja. Korisnik može imati zablude i njegovo znanje napreduje ka nivou eksperta kroz složen proces generalizacije i dovitljivosti. Modeli greške (*Bug model*) uglavnom su korišćeni za modeliranje procedure rešavanja problema znanja korisnika. Najviše proučavan model greške poznat je kao model "nesporazuma", koji pretpostavlja da za svaki od elemenata iz oblasti znanja može postojati nekoliko netačnih percepcija. Neadekvatno ponašanje korisnika, sa stanovišta ovog pristupa, može biti izazvano sistematskim postojanjem „nesporazuma“ na ispravnom mestu. Cilj sistema sa modelom greške nije da utvrdi nekompletnost ili nedostatak specifičnog elementa u oblasti znanja, već da utvrdi specifičnu grešku koja može biti iskorišćena za pružanje većeg kvaliteta adaptacije. Još složeniji model koji omogućava da se prati razvoj znanja korisnika od jednostavnog ka složenom, kao i od specifičnog ka opštem jeste generički model.

Interesovanje studenta

Interesi studenta uvek predstavljaju važan segment u pronalaženju adaptivnih informacija. Ovaj kriterijum je bio korišćen od strane skoro svakog adaptivnog sistema za pronalaženje i filtriranje informacija. Nasuprot pristupu zasnovanom na nivou ključnih reči, današnji adaptivni sistemi su usvojili konceptualni pristup modelovanja interesa studenata tamo gde su interesi predstavljeni kao preklapanje konceptualnog modela.

Ciljevi i zadaci

Korisnički cilj ili zadatak predstavlja neposrednu svrhu korišćenja adaptivnih sistema. U zavisnosti od vrste sistema, to može biti cilj rada (u primeni sistema), potreba za neposrednom informacijom, ili cilj učenja (u obrazovnim sistemima). U svim ovim slučajevima, cilj predstavlja odgovor na pitanje: "Šta korisnik zaista želi da postigne?". Cilj korisnika je odlika najviše sklona promenama. Menja se od sesije do sesije i često se može menjati i nekoliko puta u toku jedne sesije. Trenutni cilj korisnika obično je po uzoru na kataloški pristup, koji je donekle sličan preklapanju znanja. Suština ovog pristupa je unapred definisan katalog mogućih ciljeva ili zadataka korisnika koje sistem može da

prepozna. Često ovaj katalog predstavlja jednostavno mali skup nezavisnih ciljeva, međutim, neki sistemi koriste napredniji katalog, koji je nasleđen iz ranijih istraživanja o adaptivnom interfejsu i planiranju nastavnog procesa. U hijerarhiji ciljeva, relativno stabilni ciljevi na višim nivoima su dekomponovani na podciljeve i na najnižim nivoima formiraju kratkoročne ciljeve. Sistem obično pretpostavlja da korisnik ima tačno jedan cilj (ili jedan cilj na svakom nivou hijerarhije) u bilo kom trenutku rada sa sistemom. Posao komponente za modeliranje je da prepozna ovaj cilj i da ga označi kao trenutni cilj u modelu.

Pravila adaptacije koja se odnose na moguće ciljeve korisnika navedena su u katalogu. Adaptaciona pravila mogu npr. preporučiti neke stranice korisniku, fokusirati pažnju korisnika na deo hiperprostora ili prilagoditi sadržaj odabrane strane.

Prethodno iskustvo

Prethodno iskustvo korisnika (*background*) je zajednički naziv za niz funkcija koje su povezane sa prethodnim iskustvima korisnika, koje su izvan domena specifičnih veb sistema (npr. vodič kroz grad i objekti od interesa, bolnički informacioni sistem). Opseg *background*-a koji će biti korišćen u adaptivnim veb sistemima uključuje profesiju korisnika, radne obaveze i odgovornosti, iskustvo u srodnim oblastima i specifičan pogled na oblast. Na primer, medicinski adaptivni sistemi mogu razlikovati dve ili tri kategorije korisnika u skladu sa poznavanjem medicinske terminologije i da na taj način prilagode sadržaj prezentacije kategorijama korisnika odabirom medicinskih termina ili termina iz svakodnevnog rečnika. Alternativno ovi sistemi mogu razlikovati korisnike prema njihovoj profesiji (student, medicinska sestra, doktor) koji podrazumeva kako nivo znanja, tako i odgovornosti. Premda detaljne informacije nisu neophodne, uobičajen način za korisnički "*background*" model nije preklapanje već jednostavan stereotipni model. Uobičajeno tokom rada sa sistemom korisnik ne menja "*background*" i samim tim je nemoguće doći do zaključaka na osnovu posmatranja rada korisnika.

Individualne osobine

Individualne osobine studenta su agregiran naziv za karakteristike koje zajedno definišu studenta kao individuu. Primeri su osobine ličnosti (introvertan/ekstrovertan), kognitivni stil (holistički), kognitivni faktori (kapacitet radne memorije) i stil učenja. Individualne osobine studenta su karakteristike koje se ne mogu menjati odjednom ili se mogu menjati tokom dužeg vremenskog perioda. Individualne karakteristike se ne dobijaju putem intervjua, već pomoću specijalno pripremljenih psiholoških testova. Dok se u literaturi iz psihologije raspravlja o različitim karakteristikama studenta, tekući rad o modelovanju i korišćenju karakteristika za personalizaciju se fokusira na dve grupe: kognitivni stil i stil učenja. Kognitivni stil se odnosi na lične preferencije i uobičajen način organizovanja i reprezentacije informacija. Stilovi učenja su primenjeni kao kriterijumi u razvoju adaptivnog modela kojim se bavi ova disertacija. S tim u vezi, stilovi učenja su opisani u posebnoj poglavlju.

Kontekst rada

Adaptacija konteksta učenja je relativno nov pravac istraživanja u okviru adaptivnih sistema elektronskog obrazovanja. Raniji adaptivni sistemi bazirani na sadržaju uglavnom su istraživali pitanja platforme za adaptaciju. Veće interesovanje za mobilne sisteme usmerilo je pažnju na druge dimenzije sadržaja kao što su lokacija korisnika, fizičko okruženje, socijalni sadržaj i osećaj države. Neke informacije predstavljene u modelu konteksta teško da se mogu smatrati opštim informacijama o korisniku. Međutim, korisnički model i model konteksta su čvrsto povezani.

Zavisno od podataka iz modela studenta, ponašanje adaptivnog sistema varira. Ako bi bio bez ikakvog znanja o studentu, sistem bi se ponašao na potpuno isti način za sve studente. Studenti imaju različito znanje o određenoj temi, različite ciljeve, afinitete, interese i drugačije okruženje. Da bi se svakom studentu omogućila selekcija individualnih odgovora, potreban je model studenta [133]. Kada se model studenta jednom definiše, isti se može koristiti u različitim aplikacijama [135].

Osnovni modeli u adaptivnoj sredini za obrazovanje su [136]:

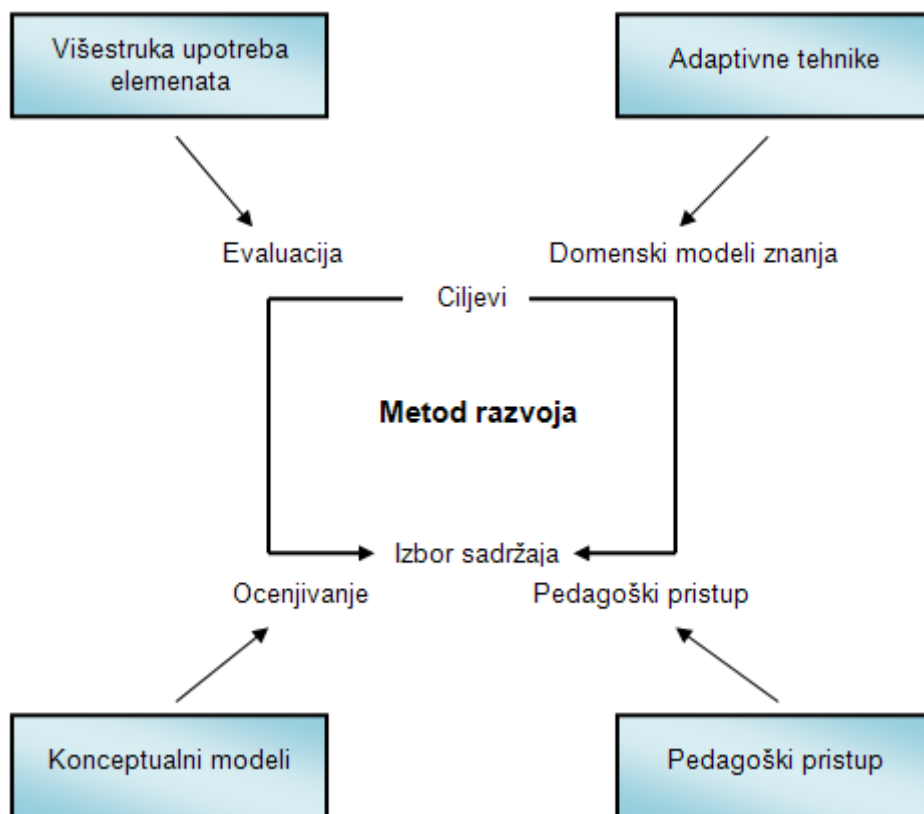
- Model domena: Pošto je cilj trenutnih okruženja za adaptivno učenje da pruže prilagođen kurs, model domena treba da predstavlja kurs. Međutim, u slučajevima gde se insistira na uopštenim aktivnostima učenja, model domena može da sadrži dodatne informacije o procesu rada, učesnicima, njihovim ulogama itd.
- Model učenja: Ovaj termin se koristi da označi specijalne slučajeve korisničkih modela, koji su prilagođeni obrazovnom domenu. Specifičan pristup prilagođavanju može da varira između adaptivnih obrazovnih sredina. Međutim, postoji bar jedna karakteristika koja je zajednička za sve postojeće sisteme, a to je da model može biti ažuriran u realnom vremenu, kako bi obuhvatio elemente ili putanje interakcije korisnika sa sistemom. Obrazovni model u okviru adaptivnih obrazovnih okruženja, ne samo da obuhvata opšte informacije o korisniku (npr. demografske podatke, prethodni uspeh itd), već i zadržava „živu” vezu sa korisnikovim aktivnostima u okviru sistema.
- Grupni modeli: Cilj grupnih modela, poput korisničkog obrazovnog modela, je da obuhvata karakteristike grupe studenata. Glavni razgraničavajući faktori između njih su: (a) grupni modeli su dinamički organizovani, pre nego što se popunjavaju dinamički, (b) grupni modeli su bazirani na identifikaciji grupe korisnika koji dele istu karakteristiku, osobinu itd. Zbog toga se grupni modeli koriste da odrede i opišu uzroke sličnosti, odnosno različitosti među studentima, kao i da odrede da li dva studenta mogu da pripadaju istoj grupi. Ovakav dinamički pristup radi identifikacije grupa i učešća korisnika se uveliko koristi u zajedničkom filtriranju i preporuci proizvoda, ali pri tom postoji i njegov veliki potencijal u elektronskom učenju.
- Adaptacioni model: Ovaj model obuhvata adaptivnu teoriju na različitim nivoima apstrakcije. Treba naglasiti da model adaptacije (koji može biti inherentan) definiše šta je podložno adaptaciji, kao i vreme i način adaptacije. Nivoi apstrakcije prema kojima se određuje adaptacija nalaze se u opsegu specifičnih programskih pravila koja upravljaju ponašanjem određenim u vremenu, kao i opšte specifikacije logičkih veza između entiteta adaptivnih okruženja, koji se mogu izvršiti automatski u vremenu. Najuspešnija i najpoznatija adaptivna obrazovna okruženja današnjice koriste adaptacione modele koji na opšti način određuju ponašanje sistema na osnovu mogućnosti modela sadržaja [137].

3.3 Razvoj adaptivnog kursa

Razvoj bilo kog kursa obično prati dokumentacija sa autorizovanim procesom koji donosi regulisan nastavni plan ciljeva učenja i tehnika procene preko kojih se ovi ciljevi procenjuju. Nastavnim planom se regulišu koncepti vezani za predmet, koji su prikladni za kurs sa izraženim ciljevima i procenama. U poslednjem koraku se kreiraju nastavne strategije prikladne regulisanom planu i strategija razvoja koja osigurava kontinualno unapređivanje kursa. Proces razvoja regulisanog nastavnog plana je iterativan, što znači da obično postoji filtriranje ciljeva, procena, nastavnih strategija i predmeta da bi se osigurao konzistentan i dobar kurs. Ovaj iterativni proces prikazan je na slici 24 [12]

Metod konstruisanja adaptivnog kursa treba da omogući [117]:

- Specijalizaciju različitih tipova adaptivnosti koji treba da se ugrade u sam dizajn;
- Ponovnu upotrebu i modifikaciju jednog ili više nastavnih planova;
- Identifikaciju pojmova predmeta;
- Višestruku upotrebu prednosti koje sadržaj pruža ili upotrebu modela elemenata.



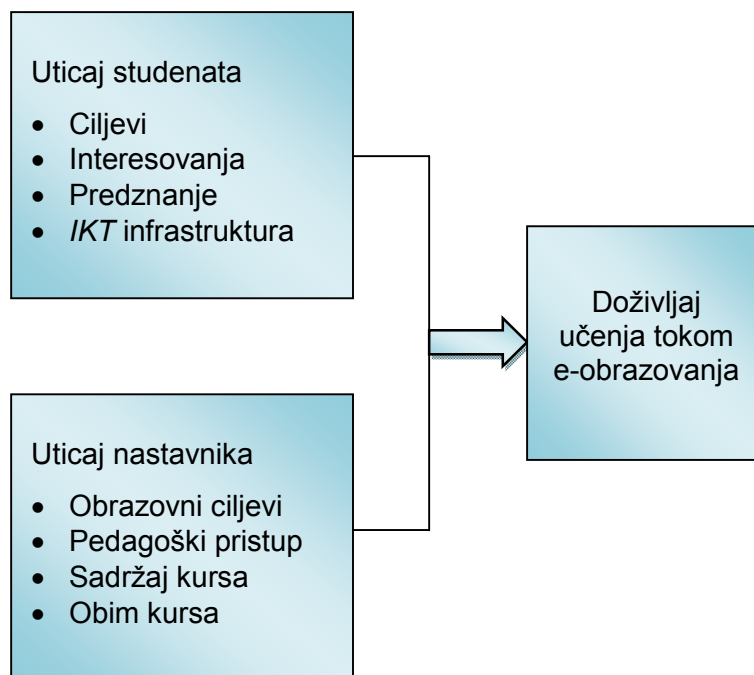
Slika 24. Metodologija konstrukcije adaptivnog kursa

Metodologija za konstrukciju adaptivnih kurseva ne specifikuje tačan sadržaj kursa, ali definiše pojmove vezane za predmet i adaptivne osobine na kojima bi trebalo da se zasniva izbor sadržine. Ova metodologija bi trebalo da podržava kreatora kursa u identifikovanju onih delova kursa koji treba da se adaptiraju, kao i u uspostavljanju kriterijuma koji bi trebalo da se koristi za adaptaciju. Kreator kursa treba da specificira ceo kurs tako da on bude baziran na prethodnom znanju korisnika, ali specifične aktivnosti treba da budu bazirane na komunikacionom i kolaborativnom stilu studenta [89].

3.3.1 Kompozicija adaptivnog kursa

Kompozicija adaptivnog kursa zahteva ulaz različitih modeliranih entiteta. Entiteti, kao što su student, nastavnik, širina pojmova, pedagoške strategije, aktivnosti učenja, sadržaj i adaptivni mehanizmi, imaju uticaj na kompoziciju i realizaciju adaptivnog kursa. Struktura i obim kursa, kao i ciljevi kursa mogu biti pod uticajem i studenta i nastavnika. Nastavna strategija kursa može biti pod uticajem prirode naučenog gradiva, ciljeva kursa i tipa studenta koji će pohađati kurs. Svi ovi modeli mogu biti korišćeni kao mehanizmi zaključivanja personalizovanog kursa. Uloga svakog modela se razlikuje unutar procesa kompozicije adaptivnog kursa [118].

Sastavni deo procesa kompozicije kursa je predstavljanje polja znanja. To omogućava ekspertu iz date oblasti da modelira znanja i praksu u vezi sa predmetom učenja i formira logičku taksonomiju za polje znanja. Tokom procesa kompozicije kursa odluke se donose na osnovu informacija dobijenih u ovom modelu. Svaki element u modelu je pojam. Za svaki pojam postoji ime, opis, lista sličnih pojmova i lista resursa potencijalnih kandidata. Informacije uskladištene u okviru pojma mogu se koristiti pri donošenju odluka baziranih na sposobnostima studenata.



Slika 25. Faktori uticaja na subjektivni doživljaj tokom obrazovnog procesa

Slika 25 pokazuje faktore ulaza, zasnovane na uključenosti studenta i nastavnika koji utiču na proces učenja. Model studenta sadrži informacije o sposobnostima, ciljevima, predznanju i mogućnostima studenta, a model nastavnika sadrži informacije o strategijama predavanja i ciljevima [119].

Student mora biti sve aktivniji i uključen u svoje obrazovanje dok ne razvije svoje razumevanje gradiva. Ključni cilj multimodelskog pristupa personalizovanom e-učenju uključuje osposobljavanje studenta da kontroliše svoje obrazovanje i da menja načine učenja. Obučavanjem studenta, doprinos i efektivnost adaptivnog personalizovanog elektronskog učenja se uvećava. Model studenta je definisan kao šema koja predstavlja karakteristike studenta koje moraju biti izmodelovane. Ova šema će definisati strukturu modela radi omogućenja mehanizama za interoperabilnost između sesija i za konzistentnost [120].

Model nastavnika se može koristiti da se prilagodi kurs prema grupi studenata ili nastavnom planu. Ovo omogućava kreatoru kursa da specifikuje semantičke granice oko prostora informacija. Model nastavnika će takođe uticati na instrument modelovanja studenta. Model nastavnika se takođe koristi za izbor lekcija i nastavnih sadržaja. Tada model studenta reflektuje nastavne odluke nastavnika.

3.3.2 Kriterijumi kvaliteta adaptivnog kursa

Kriterijumi kvaliteta adaptivnog kursa su [130]:

- Adaptivni kurs prilagođava nastavne aktivnosti potrebama i mogućnostima individua, pojedinačnih studenata.
- Elektronska lekcija se prilagođava potrebama i mogućnostima pojedinačnih studenata.
- Student treba da bude usmeren kroz elektronsku lekciju na takav način da:
 - Bude očuvan njegov interes za prezentovani sadržaj;
 - Usvaja potrebna znanja brzinom koja njemu odgovara;
 - Dobija povratnu informaciju o svojim dostignućima na vreme. Povratna sprega je relevantna za studenta i pozitivna. Na primer, povratna sprega pri pogrešno datom odgovoru sadrži objašnjenje, savet, nagoveštaj i mogućnost da student ponovo pokuša da odgovori na pitanje .
- Sadržaj je strukturiran u smisljena poglavlja i usklađen sa nivoom predznanja, veština i iskustva studenata.
- Nastavni objekti (*learning objects*), koji čine elektronske lekcije, za pojedinačne studente „dolaze na red“ u različito vreme (zavisno od grupe kojoj student pripada) – pažljivo planiranje redosleda nastavnih objekata je važno.
- Dati redosled elektronske lekcije mora biti dovoljno fleksibilan da omogući studentu da sledi različite putanje kroz lekciju, a sve u skladu sa individualnim predznanjem, konkretnim sposobnostima i mogućnostima pojedinaca u brzini savlađivanja gradiva.
- Sve stranice moraju imati naslov, koji jasno definiše mesto unutar elektronske lekcije.
- Glavni meni lekcije treba da bude lako dostupan.
- Kada je navigacija u pitanju, elektronska lekcija obavezno mora imati mogućnost kretanja unapred i unazad, mogućnost “skoka” na “glavni meni”, te mogućnost napuštanja lekcije ili kursa.
- Studijski primeri, scenariji, simulacije, primeri i problemi koji se razmatraju imaju veliki značaj i realni su.
- Provera znanja se vrši tokom trajanja elektronske lekcije. Metode su:
 - Pitanja nakon (svakog) nastavnog objekta (pitanje sa višestrukim odgovorima, *true/false* pitanje, otvoreno pitanje...). Odgovor može poslužiti da se dozvoli izbor daljeg puta kroz lekciju, da se eventualno preskoče neki delovi lekcije, ili da student bude vraćen na delove lekcije koje nije dovoljno dobro savladao;
 - Ne treba sva pitanja koja nastavnik kreira iskoristiti za vežbe – trebalo bi da postoji kolekcija sa velikim brojem pitanja, tako da ih bude dovoljno i za kasniju evaluaciju rada studenata.
- Adaptivni kurs je kreiran tako da ga je jednostavno inovirati i ažurirati.

3.4 Analiza postojećih adaptivnih sistema elektronskog obrazovanja

Prvi sistemi, koji su podrazumevali najjednostavnije tipove adaptacije, bili su inteligentni tutorski sistemi (*Intelligent Tutorial Systems*). Uloga ovih sistema je bila da pomognu u procesu učenja i rešavanju specifičnih tipova problema, ali nedostatak je bio u nemogućnosti dostavljanja adaptiranih sadržaja. Adaptivni sistemi su, danas, realizovani preko *AHES*, adaptivnih veb portala, a bazirani su na konceptima *XML*, *SOA*, ekspertnim sistemima i semantičkom vebu [99][100][101][102][103][104][105][106][107][108][109][110][121]. U nastavku su opisana postojeća rešenja adaptivnih sistema e-obrazovanja.

CS383

CS383 je bio prvi adaptivni edukativni hipermedija sistem koji je inkorporirao *Felder-Silverman* model stilova učenja. Sistem pruža adaptivnost na osnovu senzitivnih / intuitivnih, vizuelnih / verbalnih i sekvencijalnih / globalnih dimenzija *FSLSM*. Što se tiče aktivne/refleksivne dimenzije autori tvrde da priroda hipermedija sistema inherentno podržava i aktivno i refleksivno učenje. U ovakvim sistemima studenti moraju da naprave izbor i na taj način se uključe u proces učenja, čime se olakšava aktivno učenje. S druge strane, u slučaju refleksivnog učenja, studenti imaju mogućnost da razmišljaju i reflektuju materijal u bilo kom trenutku njihovih studija.

MANIC

Multimedijalni asinhroni umreženi individualizovani kurs (*MANIC*) omogućava predavanja pomoću slajdova i audio materijala. Slajdovi su konstruisani dinamički na osnovu nivoa studentovog razumevanja i njegove sklonosti ka učenju. Sistem ne podržava izričito specifičan model stilova učenja, već inkorporira različite aspekte iz različitih modela stilova učenja kao što je *Felder-Silverman* model stilova učenja. Koncept adaptacije zasnovan je na *stretchtext* tehnici. Shodno tome, osnovni materijali za učenje su predstavljeni svim studentima. Ovaj materijal može biti obogaćen dodatnim grafičkim i tekstualnim materijalima za učenje.

Adaptivne karakteristike uključuju: tip medija (grafika ili tekst), tip instrukcija (objašnjenje, na primer, opis, definicija, analogija), nivo apstraktnosti (apstraktno, konkretno), i mesto dopunskog materijala za učenje u okviru teme i koncepta. Prema preferencama studenata, određene vrste dodatnih materijala za učenje mogu biti predstavljene ili skrivene. Međutim, studenti uvek imaju mogućnost da sakriju dodatni materijal za učenje koje je prikazan, ali i mogućnost da traže prikaz materijala koji je skriven.

LSAS

Learning Style Adaptive System (LSAS) ugrađuje sekvencijalnu/globalnu dimenziju *FSLSM*-a. Za dobijanje informacija o stilovima učenja studenata, koristi se *ILS* upitnik. Adaptaciju obezbeđuju dva različita šablona korisničkog interfejsa. Za sekvencijalne učenike, svaka stranica sadrži male delove informacija, u uključuje samo tekst, a ne ostale linkove. Jedini linkovi koji se nalaze na stranicama su bili "napred" i "nazad" dugmići koji su obezbeđivali studente koji uče linearnim putem. S druge strane, globalni studenti su imali više slobode pri upravljanju (navigaciji). Stranice su uključivale elemente kao što su sadržaj, rezime na kraju stranice, pregled stranica, sekcije sa pratećim linkovima i srodne veze u okviru teksta. Ovi elementi daju studentima pregled teme i omogućuju im slobodno kretanje kroz kurs.

iWeaver

Arhitektura *iWeaver*-a je zasnovana na *Dunn* i *Dunn* modelu stila učenja. *iWeaver* inkorporira nekoliko aspekata ovog modela stila učenja da bi postigao održavanje balansa između kognitivnog opterećenja učenika, pristupačne opcije navigacije i sadržaja za učenje. *iWeaver* je razvijen da predaje programski jezik Java. Sistem je zasnovan na dva koncepta: medijska iskustva koja se odnose na režime prezentacije i alate učenja koji su u vezi sa psihološkim domenom *Dunn* i *Dunn* modela stila učenja.

iWeaver je podržavao različite stilove učenja prema izabranom modelu stilova učenja. Za studente koji su učili vizuelnim tekstom, sadržaj je bio prezentovan u formatu bogatim tekstom. Učenici koji su učili gledajući slike imali su tekst obogaćen ilustracijama, dijagramima i animacijama. Za studente taktilnog stila, prikazana je interaktivna verzija sadržaja, a studenti audio stila učenja su bili podržani audio datotekama gde su dodatno prikazani ključni koncepti u *bullet-point* stilu. Alati učenja su podržavali globalne učenike pružajući im mape uma. Studenti reflektivnog i tekst-vizuelnog stila su bili podržani alatom svesnog zapisivanja sadržaja. Studenti impulsivnog stila su bili podržani opcijom da oprobaju svoje stečeno znanje pristupanjem Java kompajleru. Studenti unutrašnjeg kinaestetik stila su imali mogućnost da vide dodatne primere. Za režime prezentacije i alate učenja, korišćen je adaptivni link naručivanja kao i adaptivni link sakrivanja. Dakle, samo odgovarajući režimi prezentacije i alati učenja su bili prikazani studentima. Osim toga, meni za navigaciju sadržaja je dinamički generisan u zavisnosti od napretka studenta.

INSPIRE

Intelligent System for Personalized Instruction in a Remote Environment (INSPIRE) dozvoljava učenicima da izaberu svoj cilj učenja i shodno tome generiše lekcije koje odgovaraju specifičnim ishodima učenja, prilagođavajući nivo učeničkog znanja, napredak i stil učenja. Studento imaju mogućnost da intervenišu tokom procesa generisanja lekcije kao i da menjaju svoj studentski model. Dakle *INSPIRE* može da deluje kao adaptivni i prilagodljivi sistem. *INSPIRE* kombinuje više tradicionalnih nastavnih teorija sa stilovima učenja po *Haniju* i *Mamfordu*. Adaptacija je predviđena u pogledu nastavnog plana i redosleda programa, podrške adaptivne navigacije i adaptivne prezentacije.

TANGOW

Task-based Adaptive learner Guidance On the Web (TANGOW) je sistem dizajniran za izgradnju kurseva zasnovanih na mreži na osnovu nastavnih zadataka i pravila. Sadržaj kursa se definiše kao lista medijskih elemenata koji su u vezi sa nastavnim zadacima. Kako bi se obezbedila adaptacija, *TANGOW* pripaja dve dimenzije *FSLSM*-a: senzorno/intuitivnu i sekvencijalno/globalnu. Adaptacija se realizuje modifikacijom redosleda zadataka i redosleda elemenata među zadacima. Dizajneri kurseva mogu da izgrade standardni redosled zadataka koristeći *AND*, *ANY*, *OR* i *XOR* pravila. Za sekvencijalni stil učenja, sva *ANY* pravila se zamenjuju sa *AND* pravilima kako bi obezbedila više strukturane putanje kroz materijal učenja. Nasuprot tome, za globalni stil učenja, sva *AND* pravila su promenjena u *ANY* pravila. Što se tiče dimenzija očitavanja i intuicije stila učenja, redosled među zadacima se modifikuje. Za senzorne učenike, prvo se prikazuje primer ispraćen objašnjenjem, dok se za intuitivne studente prvo prikazuje objašnjenje praćeno primerom. Studentski proces modelovanja se zasniva na mešanom pristupu. Kada se studenti prijave prvi put, biće pitani da popune *ILS* upitnik. Rezultat se onda mapira na skali sa 3 nivoa za svaku dimenziju, praveći razliku između, na primer, jakog senzornog stila učenja, balansirano stila učenja i jakog intuitivnog stila učenja. Za učenike sa balansiranim stilom učenja, prikazuje se standardni redosled koji dizajner definiše, a za ostale se obezbeđuje adaptacija. Nakon inicijalizacije studentskog modela,

on se automatski ažurira posmatrajući aktivnosti učenika u toku kursa. Kada se učenici ponašaju u suprotnosti od određene uskladištene preference stila učenja u studentskom modelu, ova informacija se pregleda.

Integracijom stilova učenja u kolaborativne aspekte, sa respektom na formiranje studentskih grupa, *TANGOW* funkcionalnost je poboljšana [122].

AHA!

Veb sajтови su često korišćen kanal komunikacije. Savremeni veb sajтови nude veliki broj informacija za različite tipove korisnika i mogućnost da se svaki korisnik kreće na sajtu na način na koji on to želi. Korišćenje *AHA!* sistema omogućava prilagođavanje sadržaja i navigacije na veb sajtu osobinama korisnika [123].

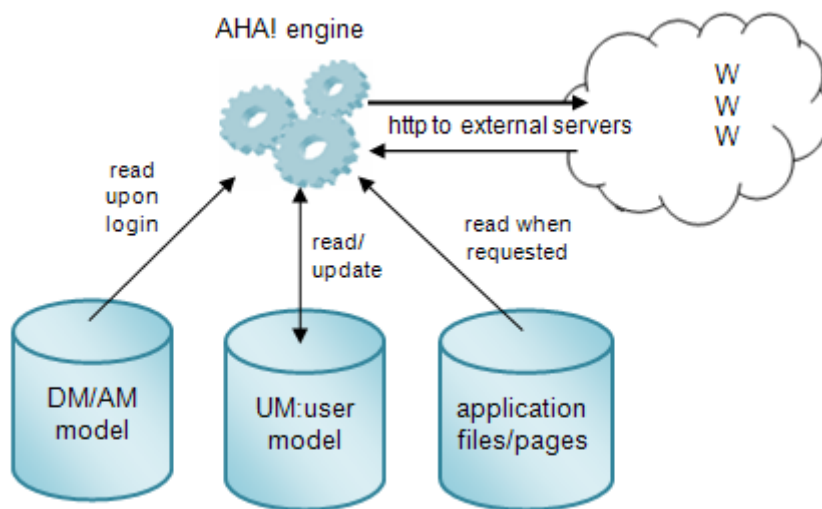
Veb sajтови, pretvoreni u adaptivne veb sajtove pomoću *AHA!* sistema se sastoje od sledećih delova:

- ***AHA! softver***, koristi Java Servlets, filtrira stranice koje mogu biti napisane u dva formata: *AHA! XML* format u kom je sadržaj prave stranice neproziran ka sistemu, ili *XHTML+AHA* format u kom su *HTML* i *AHA!* tagovi kombinovani. Kada se pravi veb sajt *AHA!* će se koristiti naravno za filtriranje stranica sa lokalnog servera. Međutim *AHA!* može takođe da pristupi i da filtrira stranice sa drugih servera. Ova karakteristika je korisna, jer omogućava prilagođen pristup veb sajtovima koji takođe postoje u statičkoj formi ili može da ponudi prilagođen pristup stranicama koje se generišu iz baze podataka.
- **Korisnički model**. Jednostavan način da se predstavi korisnički model je postavljanjem parova koji su označeni sa „c“ i „v“ gde „c“ predstavlja koncept a „v“ vrednost koja označava koliko korisnik zna o datom konceptu. Korisnički afiniteti mogu biti predstavljeni na isti način. Koncepti takođe mogu biti korišćeni u bilo kom kontekstu koji dizajner želi. One mogu označavati informacije o kojima korisnik zna ili za koje je zainteresovan, ali takođe mogu označavati i verovanje sistema da korisnik pripada određenom tipu, ili da se poznaju korisnički afiniteti, na pr., afiniteti u vidu boje, afiniteti prema video materijalu u odnosu na tekst formate itd. Tipovi podataka koji predstavljaju znanje korisnika ili njegove afinitete su jednostavni: neki sistemi dozvoljavaju veći broj tipova podataka, na primer „procenat“ (ili cele vrednosti između 0 i 100), neki sistemi imaju neke numeričke a neke imenovane vrednosti, kao na primer „bez znanja“, „čitao/la o tome“ ili „zna o tome“, dok neki sistemi imaju samo oznake „tačno“ i „pogrešno“. *AHA!* softver obuhvata stranicu za prijavljivanje svakog korisnika. Svaki put kada korisnik pristupa stranici beleže se dva događaja: početak i kraj perioda za koji korisnik pročita određenu stranicu. Na ovaj način se dobija podatak koliko je vremena potrebno korisniku da pročita određenu stranicu ili ukoliko je u pitanju test, koliko vremena je potrebno za rešavanje testa. Prijavljivanje je deo korisničkog modela tako da se mogu drugačije označiti oni linkovi ka stranama koje je korisnik čitao od onih linkova koji vode na stranice koje još uvek nisu pročitane.
- **Domen i model adaptacije**. Ovo podrazumeva strukturu koncepta sa zahtevima i opštim pravilima unutar svakog koncepta, što sve zajedno predstavlja vezu između konceptata. Zahtevi i opšta pravila povezuju domen i korisnički model. Prikazuje se da je koncept (ili deo određene stranice) poželjan ukoliko je zahtev popunjen za određeni korisnički model. Opšta pravila prikazuju kako korisnički model napreduje iz jednog koncepta (ili atributa) ka drugom. Oni na primer mogu da prikažu da čitanje određene stranice daje podatke sistemu kog tipa je korisnik ili da korisnik uči o određenom konceptu, sekciji, poglavlju ili knjizi.

Arhitektura *AHA!* sistema prikazana je na slici 26 [79].

AHA sistem dostavlja *HTML* stranice koje se sastoje od četiri dela [124]:

1. Svaka stranica počinje sa zaglavljem koji sadrži definiciju stila sa šemom bojenja linkova.
2. Telo stranice počinje sa zaglavljem koji autor kreira i koje se automatski primenjuje na svakoj stranici.
3. Sadržaj stranice je napisan korišćenjem standardnog *HTML* editora.
4. Svaka stranica se završava sa poznatim podnožjem, koje je takođe kreirao autor i koje je automatski primenjeno na sve stranice.



Slika 26. Arhitektura AHA! sistema

WHURLE 2.0

WHURLE 2.0 predstavlja okruženje za adaptivno elektronsko učenje zasnovano na ideji integracije *Moodle LMS* i pet servisa za adaptaciju: *Aggregation Service* (AGS), *User Modelling Service* (UMS), *Lesson Plan Service* (LPS), *Adaptation Filter Service* (AFS) i *Chunk Management Service* (CMS) [108][151]. Komunikacija između komponenata sistema se zasniva na veb servisima i *SOAP* i *WSDL* protokolima. Obezbeđena je nezavisnost, interoperabilnost i fleksibilnost. Sistem je razvijen na *PHP* platformi i uz primenu *XML* i *XSLT* tehnologija. Sadržaji učenja su predstavljeni kroz *XML* fajlove. Centralnu ulogu u sistemu ima AGS koji se poziva od strane *Moodle LMS*, a zatim po potrebi prosleđuje zahteve i poziva ostala četiri servisa. Model korisnika je kreiran kao model stereotipa. Podaci o korisnicima i nastavnim materijalima su takođe skladišteni u *XML* fajlovima. Adaptacija se realizuje u okviru AFS komponente. *Moodle LMS* prikazuje adaptirane sadržaje korisnicima.

ADAPT

ADAPT2 (Advanced Distributed Architecture for Personalized Teaching and Training) je ekstenzija poznatog rešenja adaptivnog sistema elektronskog obrazovanja *Knowledge Tree* [97][142]. Zasniva se na kreiranim onotologijama i inteligentnim aktivnostima.

Ključne komponente ovog rešenja su:

- Portal za učenje (*Learning Portal*) - obezbeđuje sve standardne funkcionalnosti sistema za upravljanje učenjem;

- Server za modelovanje korisnika (*User Model Server*) – čuva informacije o korisnicima;
- Server ontologija (*Ontology Server*) – čuva ontologije vezane za domenski model;
- Server aktivnosti (*Activity Server*) – implementira aktivnosti učenja;
- Server sa dodatnim servisima – implementacija dodatnih servisa koji služe kao podrška učenju.

OEPortal

Okruženje za adaptivno elektronsko učenje zasnovano na principima interoperabilnosti sistema e-učenja, razmene objekata učenja, integracije objekata učenja na prezentacionom nivou i na otvorenom pristupu sistemima e-učenja [149]. Servisi za adaptaciju su realizovani kroz portlete, a svi zajedno su integrisani u portal. Za komunikaciju komponenata sistema primenjen je *BPEL4WS*.

LSAS

Learning Style Adaptive System (LSAS) ugrađuje sekvencijalnu/globalnu dimenziju *FSLSM*-a. Za dobijanje informacija o stilovima učenja studenata, koristi se *ILS* upitnik [105][141]. Adaptaciju obezbeđuju dva različita šablona korisničkog interfejsa. Za sekvencijalne učenike, svaka stranica sadrži male delove informacija, i uključuje samo tekst, a ne ostale linkove. Jedini linkovi koji se nalaze na stranicama su bili "napred" i "nazad" dugmići koji su obezbeđivali studente koji uče linearnim putem. S druge strane, globalni studenti su imali više slobode pri upravljanju (navigaciji). Stranice su uključivale elemente kao što su sadržaj, rezime na kraju stranice, pregled stranica, sekcije sa pratećim linkovima i srodne veze u okviru teksta. Ovi elementi daju studentima pregled teme i omogućuju im slobodno kretanje kroz kurs.

PERSONAL READER

Personal Reader framework je okruženje za dizajn, održavanje i izvršavanje personalizovanih servisa, zasnovan na konceptima semantičkog veba [150]. Sastoji se iz niza servisa za adaptaciju koji međusobno komuniciraju preko veb servisa. Svi servisi su grupisani u dve klase:

- Servisi personalizacije – kreiranje personalizovanih sadržaja primenom različitih tehnika adaptacije;
- Servisi vizuelizacije – interpretacija rezultata servisa personalizacije i predstavljanje resursa učenja korisnicima.

3.5 Adaptivni hipermedijski sistemi

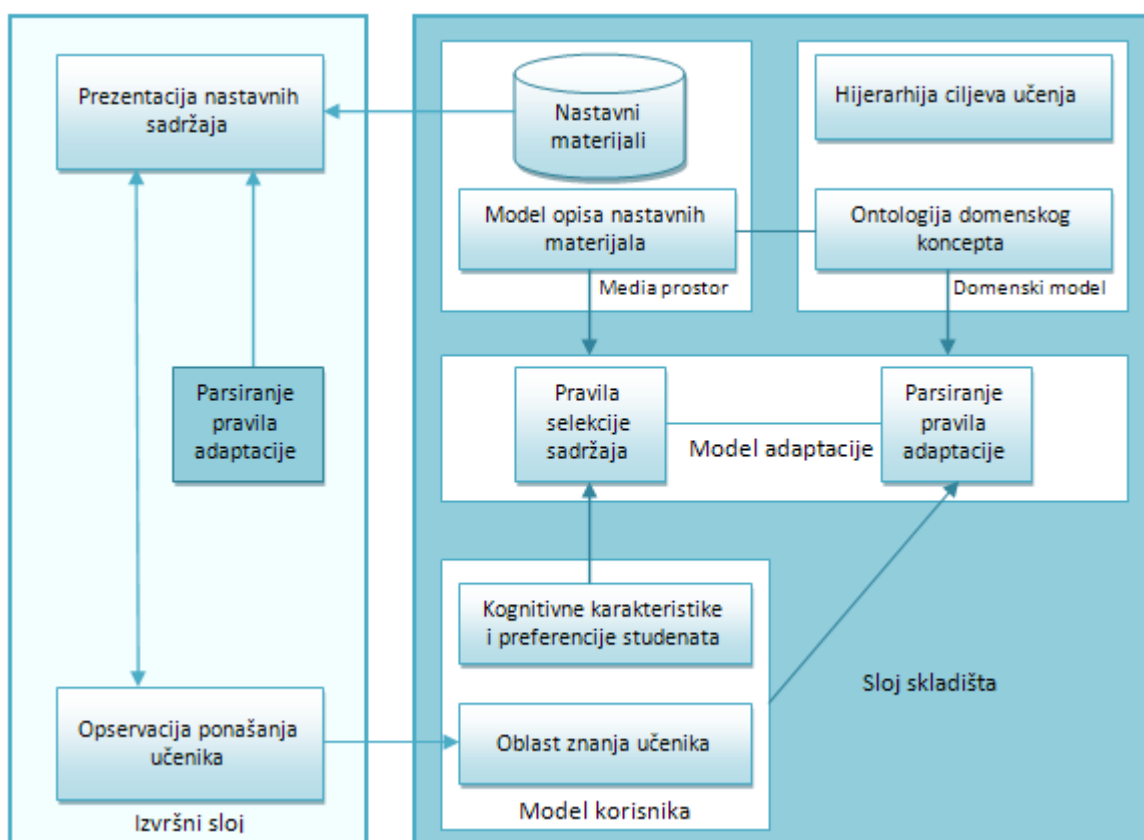
Adaptivna hipermedija (*adaptive hypermedia*) je pravac istraživanja na polju adaptivnosti i okruženja zasnovanom na modelu korisnika [143][114][144][95][145][137]. Adaptivna hipermedija ima za cilj da poveća funkcionalnost hipermedijskih aplikacija uvođenjem personalizacije, odnosno prilagođavanjem aplikacije individualnim osobinama korisnika.

Najpopularnije područje istraživanja adaptivne hipermedije danas čine obrazovne hipermedijske aplikacije kod kojih je reč o relativno malom hiperprostoru sadržaja za učenje o nekoj određenoj temi [113][114].

Prilagodljivim hipermedijskim sistemom (*Adaptive Hypermedia System, AHS*) smatra se svaki hipertekstualni i hipermedijski sistem koji odražava neke osobine korisnika iz modela korisnika, i primenjuje taj model da bi prilagodio različite oblike sistema korisniku [163][143][113][162][137]. Osnovne osobine *AHS* su [113][137]:

- Zasnovan na hipermediji (ili hipertekstu);
- Jasno određen model korisnika koji podržava njihove osobine;
- Model domena kao skup elementarnih delova ekspertnog znanja i veza među njima;
- Mogućnost menjanja delova sistema na osnovu modela korisnika.

Na slici 27 prikazan je model arhitekture adaptivnog hipermedijskog sistema elektronskog obrazovanja [2].



Slika 27. Arhitektura adaptivnog hipermedijskog sistema

Osnovni elementi arhitekture adaptivnog hipermedijskog sistema su [124]:

- **Model domena** (*domain model*) je deo adaptivnog hipermedijskog sistema koji opisuje strukturu znanja i služi kao osnova za strukturiranje prilagodljivog sadržaja. Kod obrazovnih prilagodljivih aplikacija ovaj model objašnjava šta se uči.
- **Model studenta** (*student model*) je komponenta adaptivnog hipermedijskog sistema koja služi za predstavljanje sklonosti, prethodnih iskustava, ciljeva i znanja studenta. Model studenta predstavlja eksplicitnu reprezentaciju svojstava individualnog korisnika. Struktura modela zavisi od onog elementa koji je primaran za prilagođavanje sistema. Najčešće je to znanje studenta o konceptima iz modela domena [23]. Dva su načina za predstavljanje procene nivoa znanja studenta o

konceptima koje koristi model studenta: prekriveni model (*overlay model*) i model stereotipa (*stereotype user model*).

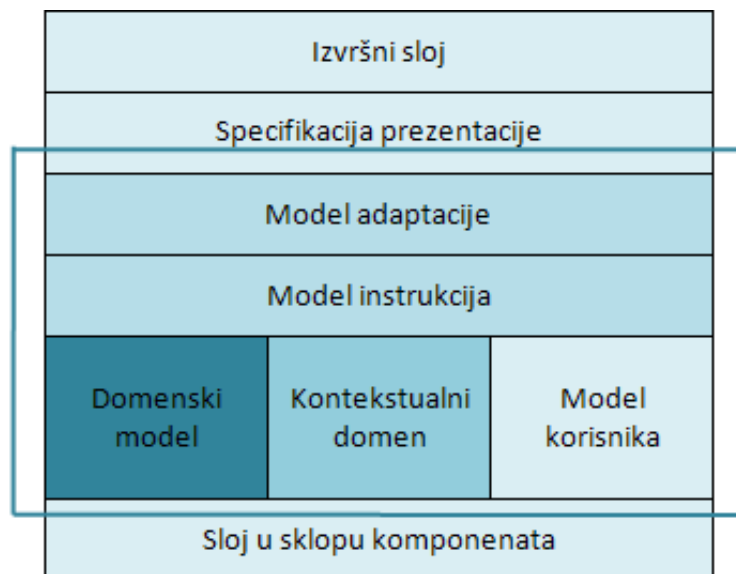
- **Model adaptacije** (*adaptive model*) određuje koji su sadržaji prikladni za pojedine korisnike. Kod obrazovnih adaptivnih hipermedijskih aplikacija ovaj model sadrži način učenja. Korišćenjem modela adaptacije hiperprostor se prilagođava korisniku, odnosno njegovom znanju, sklonostima, ciljevima i potrebama. Način navigacije koju korisnik sledi kroz sadržaje domena potpuno zavisi od njega, ali ovaj mu model preporučuje one načine koje mu najviše odgovaraju.
- **Kontekstualni model** se odnosi na karakteristike okruženja. Model korisnika i model konteksta određuju parametre na osnovu kojih se obavlja adaptacija. Osnovni cilj je generisanje meta podataka automatski na osnovu odgovarajućeg konteksta. Ovo bi nastavnicima, kada obrađuju objekte učenja, omogućilo preciznije prikupljanje i izdvajanje podataka. Upravljanje kontekstom se odnosi na teme kao što su: automatizovana akvizicija kontekstualnih metapodataka, prezentovanje sadržaja, aktivnosti i usluga.
- **Instrukcioni model i modeli adaptacije** specificiraju navigacioni dizajn aplikacije sistema adaptivnog hipermedija sistema. Istovremeno, pored specifikacije prezentacije, opisuju način na koji bi trebalo izvršiti adaptaciju, odnosno opisuju dinamiku sistema. Dizajn elektronskog učenja predstavlja način modelovanja aktivnosti i scenarija i pristupa učenja. Ključni aksiom, zajednički za sve pristupe organizovanja učenja, jeste da student obavlja aktivnosti učenja u okruženju sa određenim resursima [95]. Osnovni ciljevi se odnose na opisivanje dinamičke interakcije između korisnika i sistema, kao i na opisivanje uloga učesnika i servisa sistema, scenarija (ciljeva, tema, aktivnosti).

AHS se razlikuju po stepenu prilagodljivosti. Mogući su sledeći tipovi adaptacije [136]:

- Bazirana na interfejsu;
- Bazirana na tokovima učenja;
- Bazirana na sadržaju;
- Podrška interaktivnom rešavanju problema;
- Filtriranje adaptivnih informacija;
- Adaptivno korisničko grupisanje;
- Adaptivna evaluacija.

Kod adaptacije bazirane na interfejsu, elementi opcije interfejsa su pozicionirani na monitoru i njihove karakteristike su definisane (boja, veličina, senka, itd.). Kod adaptacije zasnovane na tokovima učenja, proces učenja je dinamički adaptiran kako bi objasnio sadržaje kursa na različite načine. Podrška interaktivnom rešavanju problema vodi studenta ka sledećem koraku koji treba da preduzme kako bi dostigao rešenje problema, dok adaptivna evaluacija omogućava da promenimo zavisnost od studenta ili mentora korišćenjem modela evaluacije aktuelnog sadržaja i testiranjem [142].

Najzastupljeniji referentni model za aplikacije adaptivnog hipermedija sistema je AHAM [124]. Prema ovom modelu AHS se sastoji iz elemenata prikazanih na slici 28.



Slika 28. Model adaptivne hipermedije

3.5.1 Tehnologije adaptivne hipermedije

Tehnike adaptacije se odnose na skup postupaka kojima se obezbeđuje prilagođavanje sistema elektronskog obrazovanja karakteristikama studenta [113][97][114][115][116]. Postoje različite podele kada su u pitanju metode i tehnike adaptacije. Jedna od najzastupljenijih klasifikacija obuhvata četiri vrste adaptivnih tehnika:

- **Adaptivna agregacija sadržaja:** Sistem može omogućiti studentima različite tipove sadržaja u zavisnosti od predznanja i stilova učenja. U zavisnosti od stilova nastave i učenja, sistem može ponuditi različite tipove sadržaja počevši od statističke jedinice informacija pa sve do potpuno interaktivnih elemenata kao što su simulacije, igre ili upitnici. Pored toga, sadržaj može biti sastavljen na različitim nivoima detalja ili multimedijalnih formata. Informacije sa strana mogu biti agregirane na osnovu različitih predznanja, nivoa sadržaja ili vrste multimedija.
- **Adaptivna prezentacija:** Prezentacija sadržaja unutar stranica može biti prilagođena različitim parametrima. Objašnjavanjem različitih varijanti prikazivanja sadržaja na istoj strani i preraspodelom, stavke sadržaja se postavljaju u skladu sa karakteristikama u studentskom modelu. Osnovni cilj ove grupe tehnika adaptacije jeste da prilagodi sadržaj stranice određenom korisniku prema njegovom trenutnom znanju, ciljevima i drugim karakteristikama. Može se prilagođavati prikaz teksta, hipermedija resursa ili kombinovano.
- **Adaptivna navigacija:** Navigacije ili linkovi predstavljeni na stranici mogu biti prilagođeni za postizanje ciljeva adaptacije kroz adaptivne metode navigacije. Adaptivna navigacija pomaže adaptivnom procesu kroz upravljanje personalizovanim prikazima sadržaja stranice. Navigacija se može prilagoditi uslovima globalne ili lokalne orijentacije. S toga, okruženje za e-učenje može omogućiti [97]:
 - Direktno vođenje predstavlja osnovne tehnike za podršku adaptivne navigacije. Implementirano je kroz direktno predstavljanje svih preporučenih linkova studentima s osvrtom na njihov nivo znanja na testu. Razvijeno je tako da direktno usmerava studente kojim redosledom treba da uče.
 - Sortiranje linkova se sprovodi sortiranjem linkova svih kurseva po abecednom redu. Linkovi su sortirani prema važnosti trenutnog dela čvora i

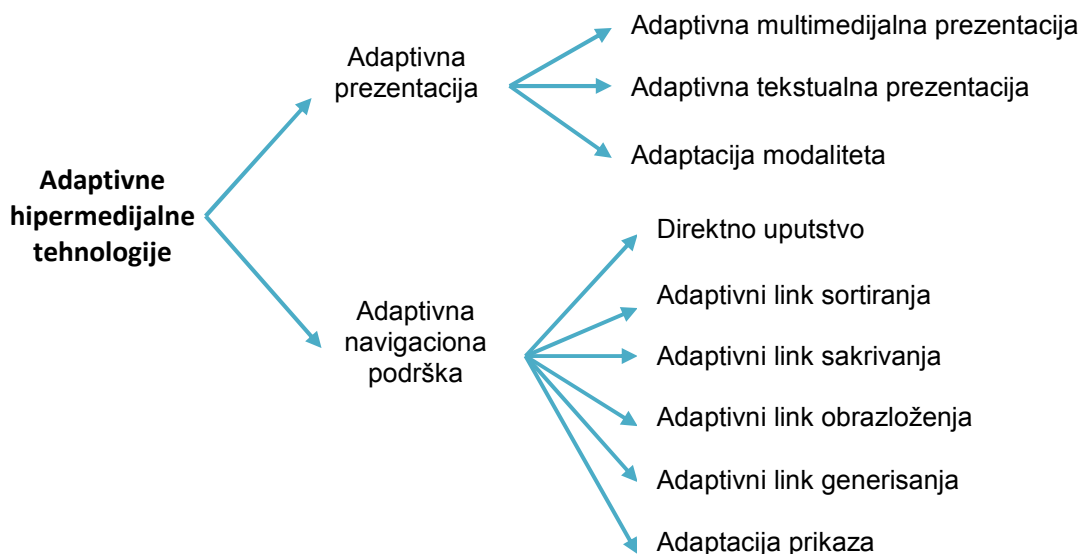
nivoa znanja dobijenih na osnovu studentskog modela. Predloženi sistem sortira sve linkove prema redosledu pojavljivanja linkova u okviru kursa. Kao rezultat, različiti student mogu videti različit redosled linkova u zavisnosti od njihovog nivoa znanja.

- Skrivanje linkova je omogućeno kroz prikazivanje relevantnih linkova koji se odnose na procenjeni nivo znanja studenata dok su irelevantni linkovi sakriveni od studenata. Skriveni linkovi štite studente od kompleksnosti svih linkova u okviru kursa i smanjuju njihovo kognitivno opterećenje.
- Anotacija linkova koristi pet obojenih kuglica ispred svakog kursa da bi se označio nivo znanja. Na primer, bela boja označava nizak nivo znanja, narandžasta boja predstavlja početni nivo, žuta srednji nivo, zelena predstavlja viši nivo i plava označava savladani nivo znanja.

➤ **Adaptivna kolaborativna podrška** omogućava komunikaciju između korisnika pomoću dodatne aplikacije za kolaboraciju. Tehnika ove vrste, koju može ponuditi sistem za obrazovanje, koristi sistemsko znanje o studentima za kreiranje kolaborativne grupe i omogućava ili predlaže komunikaciju između istih pomoću softvera za kolaboraciju [97][113]. U kontekstu ovog rada, adaptivna kolaboracija se odnosi na podršku u procesu adaptivnog učenja koja uključuje komunikaciju između više lica i kolaboraciju radi postizanja zajedničkih ciljeva. Adaptivna kolaborativna podrška odnosi se na:

- Sposobnost da održi modele grupa, uključujući i kolektivna svojstva članova grupe, automatsko prikupljanje informacije za ove modele i pristup za adaptaciju algoritama.
- Sposobnost da održi modele grupnih aktivnosti, uključujući i uloge učesnika, korišćene usluge, proizvedene artefakte itd.
- Sposobnost da vodi proces saradnje koristeći pomenute modele grupnih aktivnosti.
- Mogućnost da automatski sakuplja podatke o članovima grupe, uključujući korišćene usluge i korišćene i/ili proizvedene artefakte, i da obezbedi pristup podacima za adaptaciju algoritama.
- Mogućnost da se identifikuju obrasci aktivnosti grupa na semantički smislen način. (npr. obrasci koji mogu da identifikuju konflikte između članova tima)
- Mogućnost da predstavi i uposli algoritam/strategije koje upravljaju kolaborativnim informacijama
- Podrška za omogućavanje adaptacije algoritama za izmenu bilo kog aspekta kolaborativnog procesa.

Da bi se objasnili korisnički modeli u adaptivnim obrazovnim hipermedijalnim sistemima (*Adaptive educational hypermedia systems - AEHS*), neophodno je objasniti sva postojeća prilagođavanja (adaptacije). Prema [118], prezentacija navigacije i hipermedije kroz hiperprostor se može prilagoditi. Ova dva načina se mogu klasifikovati na nekoliko adaptivnih hipermedijalnih tehnologija kao njihovih podkategorija (slika 29).



Slika 29. Tehnologije adaptivne hipermedije

3.6 Razlozi uvođenja adaptivnih modela u sistem elektronskog obrazovanja

Poboljšanje kvaliteta nastave i učenja kroz upotrebu nove tehnologije je primarni cilj univerziteta koji sada orijentiše svoj nastavni plan i program po konceptu “samostalno vođeni studij” u kojem student uči da stiče znanje samostalno, da ga razvija i primenjuje. Adaptivni sistemi elektronskog obrazovanja fokusiraju se na prilagođavanje kurseva individualnim karakteristikama studenata.

Personalizovano e-učenje koristi aktivnu strategiju učenja koja osposobljava studenta da kontroliše sadržaj, tempo i obim učenja. Studenti uče uz pomoć računara ili mobilnog telefona, tako da mogu biti bilo gde u trenutku učenja. Oni mogu organizovati tok učenja u skladu sa svojim vremenom. Takođe, mogu da biraju sadržaj u skladu sa njihovim potrebama, pozadinu, da izvrše lična podešavanja i primene njima odgovarajući stil učenja. Personalizovani kursevi koji se prilagođavaju potrebama korisnika poboljšavaju proces učenja [125].

Jedan od razloga koji opravdava uvođenje adaptivnog modela u sistem elektronskog obrazovanja je adaptivno testiranje. Kada je u pitanju provera znanja studenata, računarski adaptivni test daje mogućnost pravljenja testova prema sposobnostima studenata. Računarsko adaptivno testiranje nudi niz prednosti kao što su povećana sigurnost testiranja, efikasnost i preciznost merenja. Sigurnost testa postiže se na osnovu toga što se za svakog studenta test prilagođava prema njegovim mogućnostima, što obezbeđuje da studenti ne dobiju isti set pitanja, čime se mogućnost prepisivanja svodi na minimum [126]. Pošto je manje odgovora potrebno za postizanje statistički prihvatljivog nivoa tačnosti, znatno manje vremena je potrebno za izvođenje računarskih adaptivnih testova u odnosu na računarske testove fiksne dužine. Adaptivni testovi vreme, potrebno za proveru znanja, smanjuju od 30%-50% u odnosu na konvencionalne testove iste preciznosti [129][128]. Takođe, adaptivni testovi daju bolji kvalitet merenja u odnosu na klasične testove za željeni nivo sposobnosti [127]. Prednost adaptivnog testiranja se ogleda i u povećanoj fleksibilnosti (dodavanje poruka koje pružaju dodatna objašnjenja, uputstva i podsetnika, mogućnost da se isprave greške), kao i u većoj motivisanosti i zadovoljstvu studenata u poređenju sa studentima koji rešavaju klasičan test.

3.7 Stilovi učenja i adaptivnost nastavnog procesa

Analize adaptivnosti sistema za elektronsko obrazovanje pokazale su da su kognitivne karakteristike studenata (npr. stil učenja) najznačajnije za uspešnu adaptaciju [164][169][171].

Istraživanja sugerišu da stilovi učenja predstavljaju strategije ili regularna mentalna ponašanja koja individue po navici primenjuju u procesu učenja [15].

Mnogi teoretičari i istraživači koji proučavaju elektronsko obrazovanje smatraju da su stilovi učenja važan faktor u procesu učenja i da ih treba ugraditi u obrazovni proces kako bi učenje bilo efikasnije, a postignuti rezultati studenata bolji [154]. Dalje, smatra se da studenti koji izrazito pripadaju jednom stilu učenja, ne mogu postići dobre rezultate ako je obrazovni proces prilagođen nekom drugom stilu učenja ili ako nije prilagođen stilovima učenja uopšte [138][166]. Sa teorijskog aspekta, smatra se da inkorporiranje stilova učenja u obrazovni proces povećava efikasnost učenja i olakšava studentima proces učenja.

Stilovi učenja se u obrazovnom procesu mogu primeniti na različite načine. Prvi korak je da studenti postanu svesni sopstvenog stila učenja i da uoče individualne snage i slabosti. Dalje, nastavnik mora biti svestan stilova učenja, kako bi nastavne materijale prilagodio studentima. Prilagođavanje nastavnih materijala i aktivnosti stilovima učenja studenata omogućava lakše učenje i bolji ishod procesa učenja [165].

Neki teoretičari smatraju da je dugoročno gledano poželjno da studenti uče na osnovu materijala i aktivnosti koji nisu u skladu sa njihovim stilom učenja, kako bi mogli bolje da se prilagode uslovima okruženja [170]. Smatra se da je ovakav tip učenja interesantniji i izazovniji za studente i da podstiče razvoj kreativnosti. Drugi smatraju da je ovaj pristup pogrešan i da može biti štetan za studente, dok treći smatraju da ovakav pristup treba primenjivati povremeno [141].

Kada se rezimiraju svi teorijski pristupi stilovima učenja, može se zaključiti da stilovi učenja ne treba da budu zanemareni prilikom projektovanja obrazovnog procesa.

Stilovi učenja se u obrazovni proces mogu uključiti na nekoliko načina:

- Forsiranjem studenata da svako uči u skladu sa svojim stilom učenja, kako bi se postigla što veća efikasnost procesa učenja;
- Forsiranjem studenata da svako uči u suprotnosti sa sopstvenim stilom učenja, kako bi se razvile manje prisutne osobine kod svakog studenta i poboljšalo prilagođavanje okruženju;
- Pružanjem mogućnosti studentima da sami izaberu kojim stilom će učiti.

Sam pristup treba da bude izabran na osnovu materije koja se izučava, iskustva studenata, motivacije, ciljeva učenja i dr.

Istraživanja pokazuju da studenti sa određenom dimenzijom stila učenja koja je izražena, imaju teškoće da savladaju gradivo ukoliko obrazovno okruženje nije u skladu sa njihovim stilom učenja [141]. Inkorporacija stilova učenja u obrazovni proces olakšava učenje i povećava efikasnost učenja.

3.7.1 Adaptivnost na bazi Felder-Silverman modela stilova učenja

U literaturi postoji nekoliko modela stilova učenja [163][170][171][167]. *Felder-Silverman* model stilova učenja (u daljem tekstu *FSLSM*) je među najčešće korišćenim modelima za realizaciju adaptivnosti bazirane na stilovima učenja u elektronskom obrazovanju [125]. U ovom modelu stilovi učenja studenata se opisuju vrednostima u četiri dimenzije. *FSLSM* je dizajniran tako da utvrdi najznačajniji stil učenja studenata i pomogne nastavnicima u izradi nastavnih strategija i materijala. Ovaj model karakteriše studente na osnovu načina na koji prihvataju, obrađuju, prikupljaju i razumeju informacije. Klasifikuju se i nastavne metode tako da odgovaraju pojedinim stilovima učenja. U tabeli 3 prikazane su dimenzije, stilovi učenja, definicije i odgovarajući stil nastavnika za *Felder-Silverman* model stilova učenja [124].

Tabela 3. *Felder-Silverman* model stilova učenja

Dimenzija	Stil učenja	Definicija	Odgovarajući stil nastavnika
Obrada informacija	Aktivan	Preduzimanje različitih aktivnosti nad objektima učenja: diskusija, razmatranje, primena, objašnjavanje	Učešće studenata
	Refleksivan	Više voli da razmišlja o određenoj temi	
Percepcija informacija	Senzitivan	Voli jasne činjenice o određenoj temi	Sadržaj
	Intuitivan	Više voli da otkriva mogućnosti i veze	
Pamćenje informacija	Vizuelan	Najbolje pamti ono što vidi: slike, dijagrame, grafike i sl.	Prezentacija
	Verbalan	Najbolje pamti ono što čuje: slike, dijagrame, grafike i sl.	
Razumevanje	Sekvencijalan	Shvata sadržaj u linearnim koracima, gde su koraci povezani i idu jedan za drugim	Perspektiva
	Globalan	Uči veću količinu gradiva odjednom, prihvata materijale i aktivnosti povremeno, bez uočavanja veza između delova	

Felder-Silverman model stilova učenja izabran je u ovoj disertaciji kao pogodan za realizaciju adaptivnog nastavnog procesa zbog nekoliko razloga:

- Uspešno je implementiran za adaptaciju nastavnih materijala u više sistema e-učenja [139][140];
- Dokazali su ga i autor i istraživači u oblasti kojom se bavi [141];
- Jednostavan je za razumevanje, upotrebu i može se lako implementirati i kontrolisati u sistemima za elektronsko obrazovanje [168].

U narednim poglavljima opisane su dimenzije stilova učenja po *FSLSM*.

3.7.1.1 Aktivni i refleksivni stil učenja

Aktivni studenti bolje pamte informacije kroz njihovo aktivno korišćenje, razgovor ili primenu za rešavanje konkretnih problema. Refleksivni stil učenja podrazumeva prethodno razmišljanje o problemu.

Osnovne razlike između ova dva stila učenja su:

- Aktivni student vrši eksperiment, dok refleksivni razmišlja o problemu;
- Aktivni student je sklon radu u grupi a refleksivni pojedinačnom radu;
- Čitanje i učenje lekcija bez analitičkog pristupa je teško za oba tipa, ali teže za aktivnog studenta.

Ukoliko student aktivnog stila učenja pohađa nastavu koja nije prilagođena njegovom stilu učenja, onda je potrebno da ovaj nedostatak samostalno kompenzuje u procesu učenja. Aktivnim studentima se preporučuje učenje u grupi.

Kada student refleksivnog stila pohađa nastavu koja nije prilagođena njegovom stilu učenja, prilagođavanje procesa učenja može biti samostalno realizovano kroz beleške tokom predavanja i više utrošenog vremena za razmišljanje o materiji nego za pamćenje same materije. Ovo može iziskivati više vremena, ali će ishod učenja refleksivnog studenta biti bolji. Osnovne strategije učenja i predavanja u odnosu na ovu dimenziju učenja prikazane su u tabeli 4.

Tabela 4. *Strategije učenja i predavanja za aktivne i refleksivne studente*

Stil	Strategija učenja	Strategija predavanja
Aktivni	- učenje u grupi, gde članovi grupe jedni drugima objašnjavaju pojedine teme - učenje u grupi kroz simulaciju ispita ili testa	- diskusija - debata - rad u grupi
Refleksivni	- nakon pročitanoog teksta napraviti pauzu i razmisliti o pročitanoom - pisati beleške i podsetnike o pročitanoom materijalu - voditi beleške tokom predavanja	- dati studentima vreme za razmišljanje - tražiti od studenata da vode dnevnik

3.7.1.2 Senzorni i intuitivni stil učenja

Osnovne razlike između ova dva stila su:

- Senzorni stil učenja podrazumeva lakše učenje činjenica, dok se kod intuitivnog stila učenja otkrivaju veze i mogućnosti.
- Studenti koji uče senzornim stilom više vole da probleme rešavaju primenom egzaktnih metoda i algoritama, bez komplikacija i iznenađenja, pa često iskazuju veliki otpor ako se na ispitima traži materija koja nije direktno izložena na nastavi. Intuitivci vole inovacije i ne vole ponavljanja.
- Senzorni tip studenta je strpljiv prilikom učenja detalja, dobro pamti činjenice i lakše uči kroz laboratorijske vežbe. Intuitivni tip studenta bolje usvaja nove koncepte i bolje se snalazi sa apstrakcijama i matematičkim formulama.

- Studenti senzornog stila su praktičniji i pažljiviji od intuitivnih, ali i sporiji i manje inovativni.
- Studenti senzornog stila ne vole nastavne materijale i kurseve koji nemaju očiglednu primenu, dok studenti intuitivnog stila ne vole kurseve koji podrazumevaju pamćenje mnogih činjenica ili rutinsko računanje.

Za uspešno učenje i rešavanje problema, potrebno je da student funkcioniše na oba načina. Prenaglašena intuicija dovodi do izostavljanja detalja i nepotrebnih trivijalnih grešaka, dok prenatržen senzorni stil učenja često dovodi do nerazumevanja gradiva i nedostatka inovativnog razmišljanja.

Senzorni stil učenja podrazumeva da student najbolje razume i pamti informacije koje su povezane sa stvarnim svetom, pa može imati problema na predavanjima gde se izučavaju teorijski koncepti. Ovi studenti treba nastavnicima da postavljaju pitanja i traže objašnjenja kako se koncept primenjuje u praksi, da bi mogli uspešno da prate tok predavanja. Ukoliko nastavnik ne daje zadovoljavajuće odgovore, student treba samostalno da potraži primere iz prakse.

Mnoga univerzitetska predavanja su namenjena prevashodno intuitivnim studentima. Međutim, intuitivci imaju problema kada izučavaju materiju u kojoj je potrebno zapamtiti mnogo podataka, formula i sl. Ovi studenti treba na testovima i ispitima da nateraju sebe da izvrše pažljivu proveru rezultata. Osnovne strategije učenja i predavanja u odnosu na ovu dimenziju učenja prikazane su u tabeli 5.

Tabela 5. *Strategije učenja i predavanja za senzorne i intuitivne studente*

Stil	Strategija učenja	Strategija predavanja
Senzorni	- pitati nastavnika da navede i objasni primer - samostalno potražiti primere primene koncepta u praksi	- primeri iz prakse - laboratorijske vežbe
Intuitivni	- pitati nastavnika da objasni teorije koje povezuju činjenice - samostalno potražiti teorijske koncepte izučavane oblasti	- povezivanje i interdisciplinarnost u objašnjenjima - rešavanje problema pomoću pretpostavki i "Šta ako" analiza

3.7.1.3 Vizuelni i verbalni stil učenja

Vizuelni studenti bolje pamte ono što vide: slike, grafikone, dijagrame, filmove i demonstracije. Verbalni studenti saznaju više pomoću reči, pisanih ili izgovorenih. Većina studenata najbolje uči kada se informacije predstave na oba načina, i vizuelno i verbalno.

Ukoliko se vizuelni tip studenta nađe u okruženju koje ne odgovara njegovom stilu učenja, najbolje je da se prilagodi tako što će samostalno predstavljati koncepte korišćenjem dijagrama, slika, šema, skica i sl. Student može zatražiti od nastavnika materijale u multimedijalnom formatu ili samostalno potražiti formu materijala koja mu odgovara. U procesu učenja, koncepte treba crtati korišćenjem odgovarajućih oblika i boja.

Verbalnim studentima se savetuje da aktivno hvataju beleške na predavanjima. Za njih je poželjan rad u grupi, a najefikasnije je kada su oni ti koji objašnjavaju materiju drugima. Osnovne strategije učenja i predavanja u odnosu na ovu dimenziju učenja prikazane su u tabeli 6.

Tabela 6. *Strategije učenja i predavanja za vizuelne i verbalne studente*

Stil	Strategija učenja	Strategija predavanja
Vizuelni	- pronaći vizuelnu reprezentaciju materijala kursa - crtanje mapa koncepata - korišćenje različitih boja za označavanje materijala	- dijagrami, filmovi - demonstracije
Verbalni	- pisanje sažetaka - rad u grupama	- diskusije - izveštaji - eseji

3.7.1.4 Sekvencijalni i globalni stil učenja

Osnovne razlike između ova dva stila su:

- Sekvencijalni studenti gradivo razumevaju kroz niz linearnih, međusobno povezanih koraka. Studenti globalnog stila učenja uče kroz velike skokove, apsorbujući sadržaje bez uvida u njihovu povezanost.
- Sekvencijalni studenti rešavaju probleme korak po korak, dok su globalni studenti u mogućnosti da kompleksne probleme reše vrlo brzo, ali ne mogu da objasne kako su to učinili.

Sekvencijalni student, iako u potpunosti ne razume neki sadržaj, može da ga primeni, i na primer položi ispit, jer su delovi koje je usvojio povezani. Izraziti globalni studenti mogu imati problema, sve dok ne steknu kompletnu sliku o materiji koju treba da nauče. Čak i kad steknu globalnu predstavu o materiji, globalni studenti često imaju problema sa razumevanjem detalja. Sekvencijalni studenti često znaju mnogo detalja o nekom problemu, ali ga teško povezuju sa drugim aspektima ili predmetima.

Većina univerzitetskih kurseva prilagođena je sekvencijalnom stilu učenja. Međutim, ukoliko nastavnik izlaže više tema u okviru kursa bez eksplicitne povezanosti tih tema, sekvencijalni studenti će imati problema da shvate i zapamte materiju. Njima se preporučuje da postavljaju pitanja nastavnicima da objasne vezu između koncepata, ili da samostalno potraže odgovore na ova pitanja u literaturi. Najčešće je potrebno da u procesu učenja "preurede" nastavne materijale u logičan redosled.

Globalnim učenicima je potrebno da prvo shvate celinu da bi mogli da razumeju delove. Ovom tipu studenata preporučuje se da pre početka kursa detaljno prouče sadržaj kursa i nastavnih materijala po kojima se uči.

Osnovne strategije učenja i predavanja u odnosu na ovu dimenziju učenja prikazane su u tabeli 7.

Tabela 7. Strategije učenja i predavanja za sekvencijalne i globalne studente

Stil	Strategija učenja	Strategija predavanja
Sekvencijalni	- preurediti nastavne materijale u redosled koji je studentu logičan - osnažiti globalni način razmišljanja kroz povezivanje materije sa ranije naučenim gradivom	- predavanja organizovati u logičnim koracima - kada je moguće, numerisati delove materije
Globalni	- prvo prelistati knjigu, pa onda detaljno čitati - pročitati sadržaj knjige - povezati materiju sa ranije naučenim	- na početku kursa ili predavanja napraviti pregled materije i izložiti vezu sa drugim temama

3.7.2 Određivanje stila učenja primenom Felder-Silverman indeksa stilova učenja

Felder i *Silvermanova* opisuju stilove učenja korišćenjem neparnih vrednosti na skali od +11 do -11 za svaku od četiri dimenzije. Stil učenja svakog studenta se karakteriše pomoću četiri vrednosti u intervalu od +11 do -11. Na primer za jednog studenta se može utvrditi da je vrednost dimenzije refleksivan/aktivan jednaka 9, što bi značilo da iskazuje jasne tendencije ka aktivnom stilu učenja. Ove skale olakšavaju opis stila učenja, jer omogućavaju određivanje stepena pripadnosti studenta određenom stilu.

Instrument za utvrđivanje stilova učenja prema *FSLSM* predstavlja anketu od 44 pitanja – *Index of Learning Styles (ILS)* [138]. *ILS* se često primenjuje u detekciji stilova učenja i pokazala se kao veoma pouzdan i validan instrument. *ILS* se koristi isključivo za utvrđivanje stilova učenja, ali se ne može primeniti na prikupljanje informacija o znanjima studenata iz oblasti koja se proučava. Prema *FSLSM*, svaki učenik ima preference ka jednoj od četiri dimenzije. Utvrđivanje stila učenika za jednu od četiri dimenzije se utvrđuje pomoću 11 pitanja vezanih za svaku dimenziju. Za svako pitanje postoje dva odgovora („a“ ili „b“). Odgovor *a* odgovara preferenci za jedan pol svake dimenzije (aktivan, senzitiv, vizuelan, ili sekvencijalni) a odgovor *b* odgovara drugom polu dimenzije (refleksivan, intuitivan, verbalni, ili globalni). Kada učenik odgovara, na primer, na pitanje vezano za dimenziju aktivan/refleksivan i izabere odgovor *a*, vrednost 1 se dodaje na vrednost dimenzije aktivan/refleksivan, a ukoliko izabere odgovor *b* vrednost ove dimenzije se smanjuje za 1. Dakle, svako pitanje dodaje +1 ili -1 na vrednost odgovarajuće dimenzije. Stepene preference studenta ka određenom stilu se može formalno zapisati [73]:

$$i(DIM, q) = \sum_{q \in DIM+} q_i - \sum_{q \in DIM-} q_i$$

Gde svaki od $i, DIM = \{A/R, S/I, V/V, S/G\}$ predstavlja sve dimenzije uparenih stilova čiji indeksi su dati kao:

$$I = \{i_{A/R}, i_{S/I}, i_{V/V}, i_{S/G}\}$$

a niz pitanja koje se odnose na svaku dimenziju je izražen preko:

$$Q_{DIM} = \{q_1^{DIM}, \dots, q_{11}^{DIM}\}$$

dok q_i predstavlja doprinos i -tog pitanja u okviru 11 pitanja vezanih za određenu dimenziju iz skupa DIM , tako da je $q_i \in DIM +$, ako je $q_i = +1$, odnosno $q_i \in DIM -$, ako je $q_i = -1$.

Ako se *ILS* detaljnije analizira, može se utvrditi da se pitanja vezana za dimenziju aktivan/refleksivan odnose na informacije o načinu razumevanja i proučavanja novih koncepata, rad u grupi, načinu pamćenja detalja o nekom događaju, generisanju novih ideja i rešenja. Kada je u pitanju dimenzija vizuelan/verbalan, pitanja se odnose na pamćenje događaja iz prošlosti, omiljenom načinu prezentacije novih informacija, načinu čitanja knjiga, uočavanju karakteristika resursa za učenje, načinu zabave, itd. Dimenzija globalan/sekvencijalan se dobija na osnovu pitanja vezanih za način razumevanja novog gradiva, formiranja slike o određenom dešavanju, postupnosti u rešavanju problema i sl. Dimenzija senzitivan/intuitivan je zastupljena kroz pitanja u vezi sa jasnošću i nivoom detaljnosti materijala za učenje, radu u grupi, čitanju knjiga i sl.

4. Predlog modela za realizaciju adaptivnog obrazovnog procesa

Osnovna ideja modela koji se predlaže u ovoj disertaciji zasniva se na adaptaciji postojećih kurseva u *Moodle LMS* koji predstavlja jedan od najrasprostranjenijih sistema za upravljanje procesom učenja. Adaptacija kursa se može realizovati na *Moodle* platformi bez potrebe razvoja novih softverskih modula. Cilj je da se adaptacija realizuje tako da proces bude efikasan, ekonomski isplativ i pogodan za primenu na korišćenoj platformi za e-učenje. U ovom modelu se predlaže personalizacija koja će biti realizovana na nivou grupe, a ne pojedinca. Pogodnosti ovakvog pristupa su sledeće:

- Personalizacija za svakog studenta pojedinačno nije opravdana u slučajevima kada kurseve pohađa veći broj studenata zbog mnogobrojnih razlika u individualnim karakteristikama. Ali, bez obzira na postojanje individualnih razlika, studenti često pokazuju zajedničke osobine koje se mogu koristiti za razvrstavanje u grupe. Na osnovu karakteristika i stila učenja pojedinačnih studenata, moguće je definisati tipične grupe studenata, a zatim klasifikovati studente u ove grupe [111]. Za svaku definisanu grupu studenata prilagođavaju se nastavni materijali i aktivnosti na kursu, a u skladu sa tipičnim stilom učenja za tu grupu [112].
- Student uči kroz adaptiran sistem od samog početka kursa, jer se personalizacija na nivou grupe može realizovati pre početka kursa.
- Grupna personalizacija je efikasnija i isplativija. Nastavnici pripremaju nastavne materijale za grupe studenata, a ne za svakog studenta pojedinačno. Ovo je posebno ekonomično ukoliko postoji veliki broj studenata na kursu.

4.1 Pregled postojećih rešenja

Adaptivni sistemi elektronskog obrazovanja fokusiraju se na prilagođavanje kurseva individualnim karakteristikama korisnika. Međutim, postojeća rešenja imaju i brojne nedostatke. Pre svega, kreiranje ovakvih sistema i njihovo uključivanje u obrazovne procese je kompleksan i skup proces, koji zahteva visok nivo angažovanja svih korisnika. Ovi sistemi imaju zadatak da pruže adaptivne funkcionalnosti, koje se često ne uklapaju u proces učenja. Jedan od čestih problema je i nemogućnost ponovnog korišćenja materijala učenja. Većina postojećih sistema nisu interoperabilni, razvijeni su kao izolovane aplikacije i ne mogu da razmenjuju resurse niti podatke o studentima. Istraživanja pokazuju da su ovi sistemi uglavnom eksperimentalni i prototipski sa ograničenim interfejsom.

Osnovni servisi sistema elektronskog obrazovanja, kao što su administracija kurseva, kreiranje sadržaja i sl., kompleksni su u adaptivnim sistemima. Usled složenosti sistema, od korisnika se zahteva određeno predznanje o samom sistemu. Ne postoje osnovni servisi kada su u pitanju komunikacija i socijalna interakcija između učesnika u elektronskom obrazovnom procesu. Sa druge strane, *LMS* se fokusiraju na podršku svim procesima u elektronskom obrazovanju. Osnovni cilj je omogućiti korisnicima adekvatne usluge koje olakšavaju organizovanje učenja i samo učenje. Istovremeno, alati za komunikaciju, kao što su forumi, čet, wiki, blogovi i sl., poboljšavaju interakciju tokom pohađanja kurseva. Dakle, ključni problemi u adaptivnim sistemima odnose se na arhitekturu i realizaciju sistema, a ne na adaptivnost. *LMS* ne obezbeđuju adekvatan nivo adaptacije sadržaja i servisa. Platforme e-učenja, kao što su *Moodle* i *WebCT*, obezbeđuju veliki broj jednostavnih funkcionalnosti za administratore i kreatore kurseva. Ove platforme se često koriste u e-obrazovanju ali obezbeđuju malo, ili u najvećem broju slučajeva, ni malo adaptivnosti.

Malo je obrazovnih institucija ili softverskih rešenja koja koriste koncepte adaptivnosti u procesu e-obrazovanja. Kod nas gotovo i da nema adaptacije elektronskih kurseva. Osnovne teškoće koje se u procesu razvoja adaptivnih kurseva javljaju su:

- Razvoj adaptivnih sistema za e-učenje ili prilagođavanje postojećih sistema je relativno komplikovan i skup proces;
- Od nastavnika se traži veliko angažovanje za pripremu nastavnih materijala za personalizovano učenje;
- Personalizacija se postiže tokom procesa učenja, a ne na početku procesa učenja.

4.2 Struktura predloženog modela

Predloženi model adaptivnog sistema elektronskog obrazovanja obuhvata sledeće komponente (slika 30):

K1. Arhitektura sistema adaptivnog elektronskog obrazovanja

K2. Aktivnosti razvoja sistema adaptivnog e-obrazovanja:

- A1. Prikupljanje podataka
- A2. Analiza podataka
- A3. Razvoj adaptivnih e-kurseva
- A4. Realizacija adaptivnih e-kurseva
- A5. Analiza rezultata

K3. Metode adaptacije:

- M1. Adaptacija bazirana na stilovima učenja
- M2. Adaptacija u odnosu na objekte učenja
- M3. Adaptacija u odnosu na stilove učenja i objekte učenja

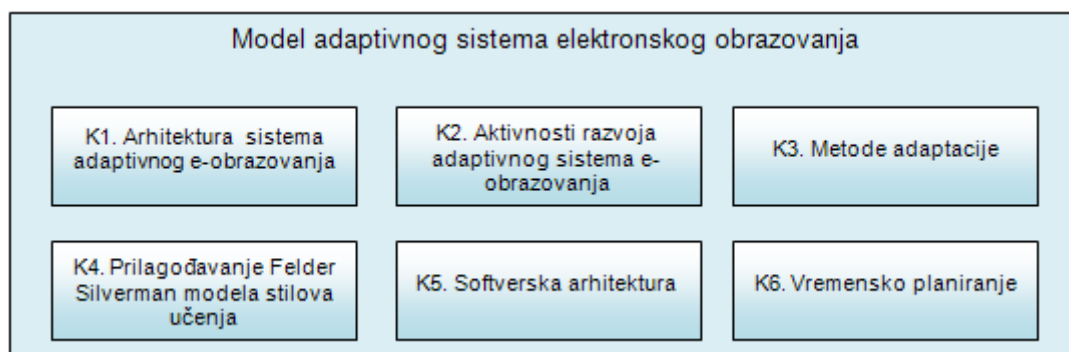
K4. Prilagođavanje Felder-Silverman modela stilova učenja

K5. Softverska infrastruktura:

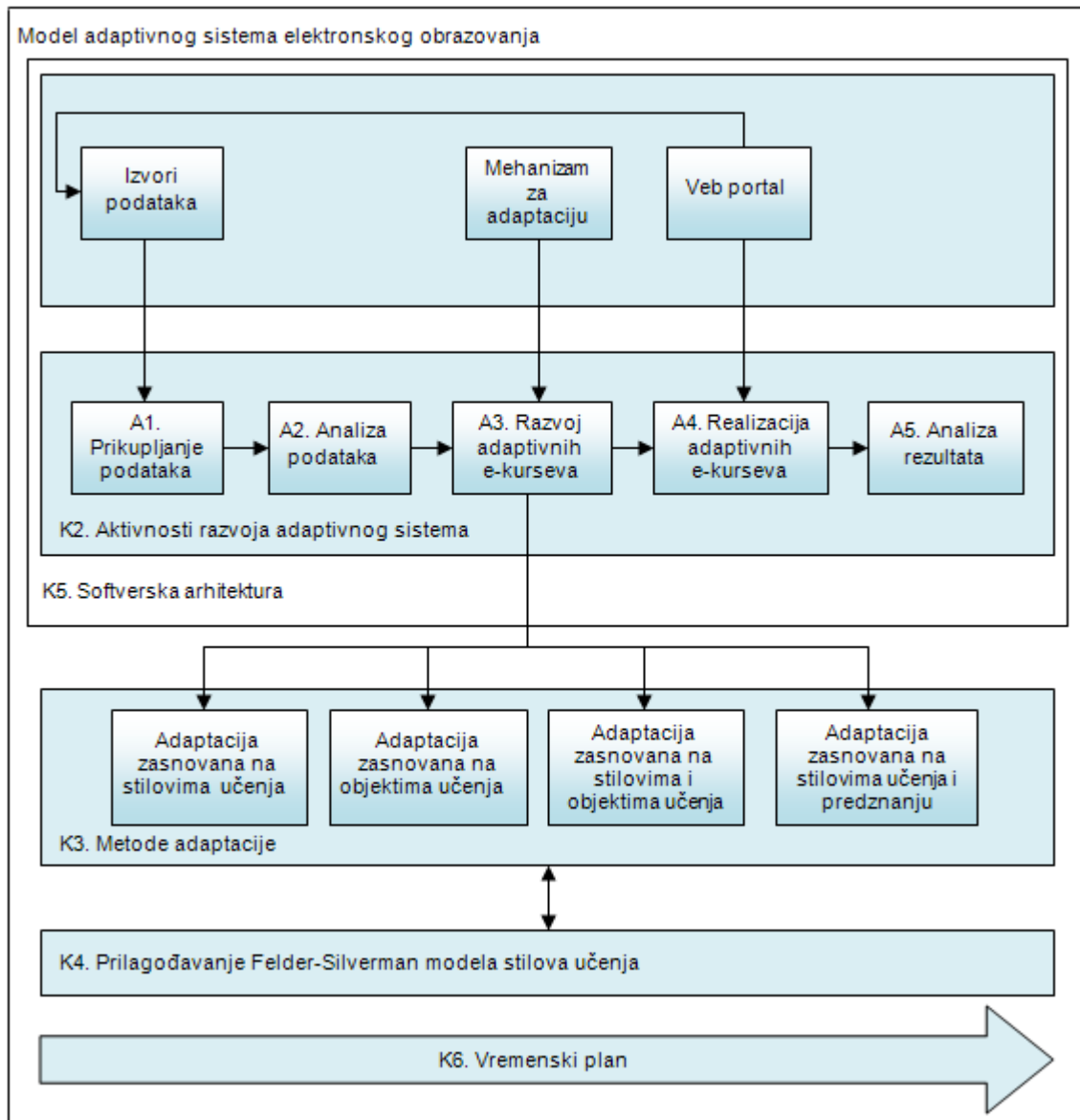
- a. Sistem za upravljanje učenjem
- b. Izvori podataka

K6. Vremenski plan

Komponente modela razvoja sistema adaptivnog elektronskog obrazovanja prikazane su na slici 30, dok su detaljnija struktura pojedinačnih komponenti modela i veze između njih predstavljeni na slici 31.



Slika 30. Komponente predloženog modela razvoja sistema adaptivnog elektronskog obrazovanja



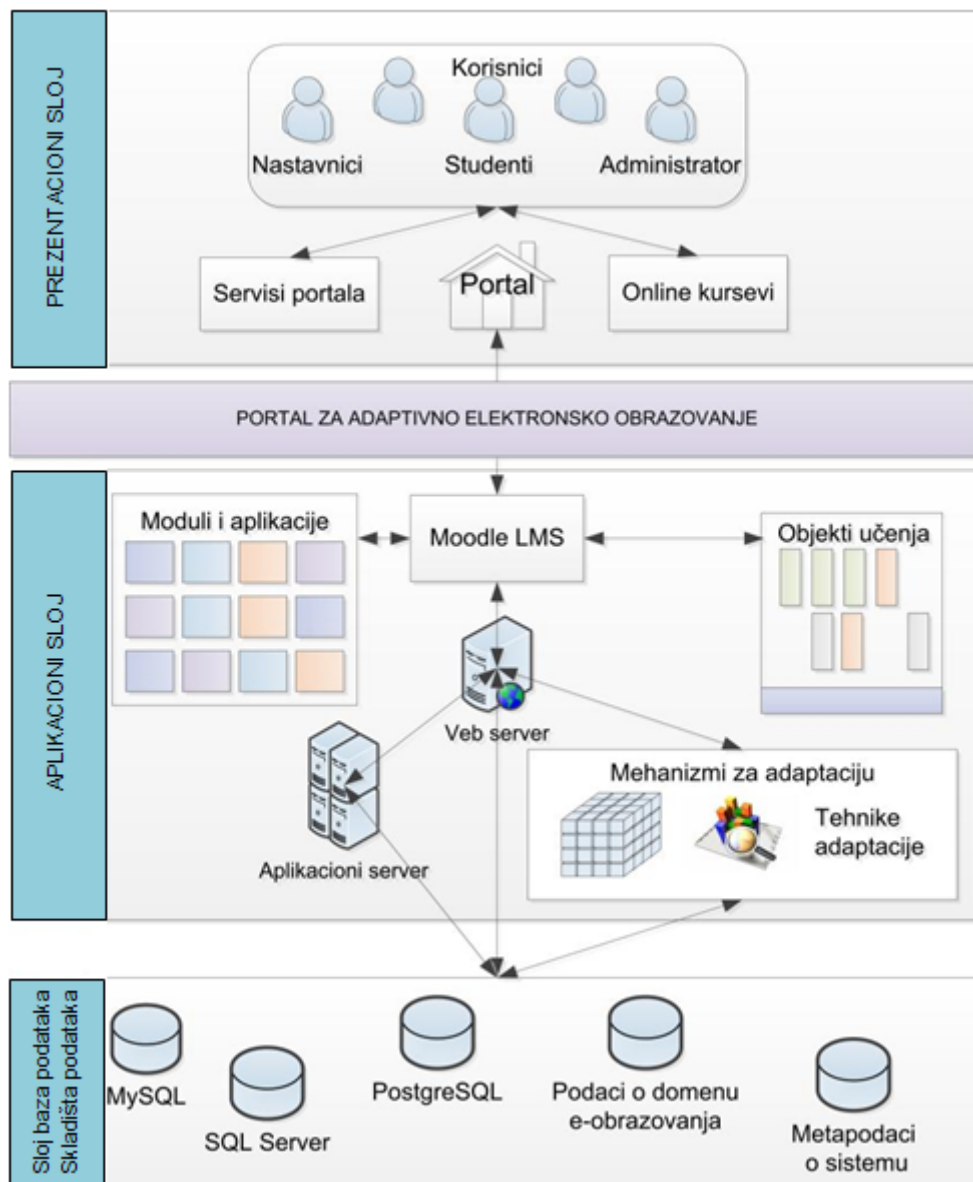
Slika 31. Detaljna struktura predloženog modela za adaptivno elektronsko obrazovanje

4.3 Arhitektura adaptivnog sistema elektronskog obrazovanja

Na osnovu analize postojećih sistema za adaptivno elektronsko obrazovanje i modela portala mogu se izdvojiti tri pristupa. Jedan od pristupa je da portal (integrator) bude jednostavan sa malim delom poslovne logike u sebi, a adaptivni servisi su kompleksni i obezbeđuju napredne funkcije. U ovom slučaju portal ima ulogu posrednika između korisnika i servisa. Tako se pitanje adaptivnosti prebacuje na eksterne aplikacije. Nedostatak ovog pristupa je u tome što za svaki novi resurs treba obezbediti povezivanje sa adaptivnim servisima.

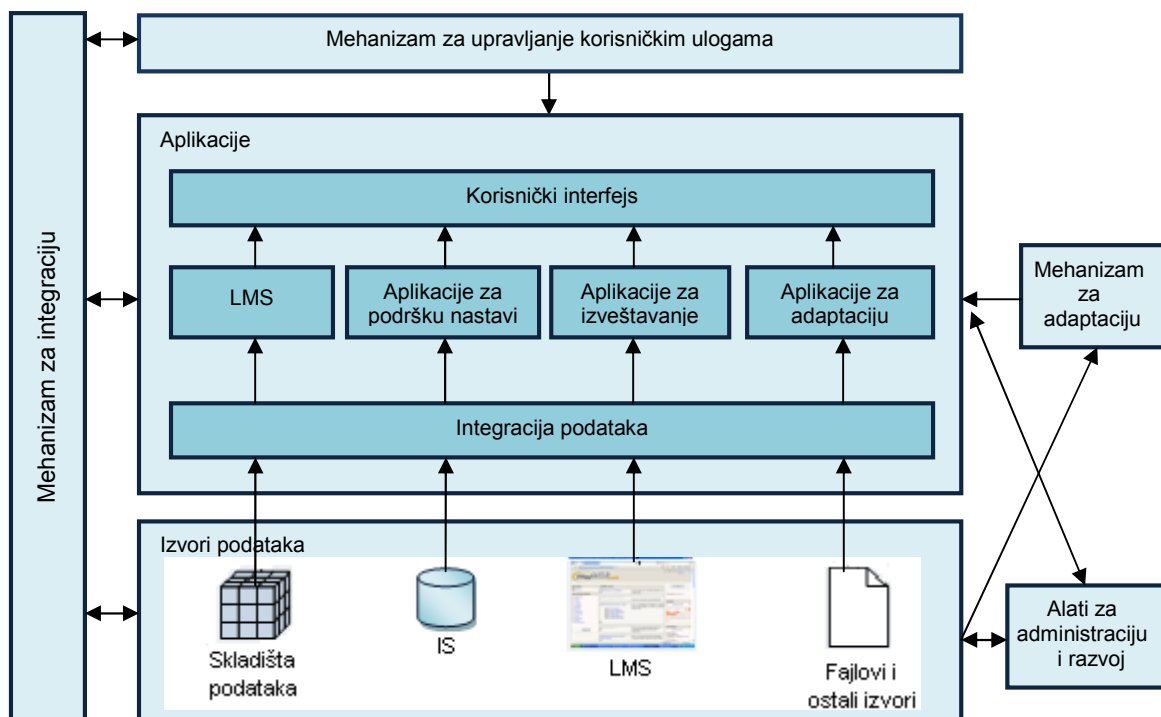
Suprotni metod se zasniva na razvoju pametnih portala koji upravljaju resursima i sadrže u sebi servise za obezbeđivanje adaptivnosti. Svi resursi postaju dostupni i njima upravlja portal. Ovakvo rešenje je prilično kompleksno kada je u pitanju implementacija.

Treći pristup podrazumeva izmeštanje adaptivnih funkcionalnosti u zaseban sistem. Adaptivni mehanizmi sistema pružaju usluge na zahtev. Kada korisnik pristupi, portal ima ulogu klijenta i komunicira u pozadini sa ostalim komponentama sistema da bi odgovorio na zahtev i dostavio personalizovani sadržaj za učenje. Na slici 32 prikazani su osnovni slojevi arhitekture veb portala za adaptivno elektronsko obrazovanje.



Slika 32. Troslojna arhitektura adaptivnog sistema elektronskog obrazovanja

Elementi se mogu posmatrati u tri nivoa: prezentacioni sloj, poslovni sloj i sloj podataka. Uloge u sistemu se poklapaju sa ulogama u *Moodle LMS*. Tri najbitnije uloge su: nastavnik, administrator i student. Korisnici sistema preko različitih tipova uređaja pristupaju obrazovnom portalu. Na raspolaganju su svi servisi portala, kao i deo za e-učenje u *Moodle LMS*. Za prezentaciju se koriste tipične tehnologije prezentacionog nivoa veb aplikacija: *HTML*, *CSS*, *XML*, *AJAX* i sl. Centralnu ulogu u delu poslovne logike sistema zauzima portal, kao agregator i integrator svih komponenta sistema. Na raspolaganju su dodatni moduli i aplikacije koje unapređuju funkcionisanje sistema. Servisi adaptacije se obezbeđuju primenom ranije opisanih tehnika adaptacije. U sloju podataka se upravlja svim podacima koji se generišu u sistemu. Na slici 33 prikazana je arhitektura portala za adaptivno elektronsko obrazovanje [85].



Slika 33. Arhitektura veb portala za adaptivno elektronsko obrazovanje

Osnovne komponente ovog sistema su:

- Izvori podataka (poslovni IS, sistem za obrazovanje na daljinu, i drugi);
- Aplikacije,
- Korisnički interfejs,
- Mehanizam za upravljanje korisničkim nalogima,
- Mehanizam za adaptaciju,
- Mehanizam za integraciju,
- Alati za administraciju i razvoj.

Veb portal za elektronsko obrazovanje

Veb portal predstavlja platformu koja omogućuje brz i efikasan pristup informacijama, kao i donošenje odluka. Zahvaljujući ostvarenim vezama sa izvorima podataka, koji se mogu nalaziti na različitim geografskim lokacijama, i integraciji portala sa drugim softverskim aplikacijama, postiže se smanjenje kompleksnosti razvoja i održavanja ovakvog sistema. Veb portalom omogućena je efikasna analiza i razmena informacija. Takođe su obezbeđene funkcije filtriranja, povezivanja i manipulacije informacijama kao i mehanizmi obaveštavanja, automatskog generisanja izveštaja i njihovog prosleđivanja odgovarajućim korisnicima [54].

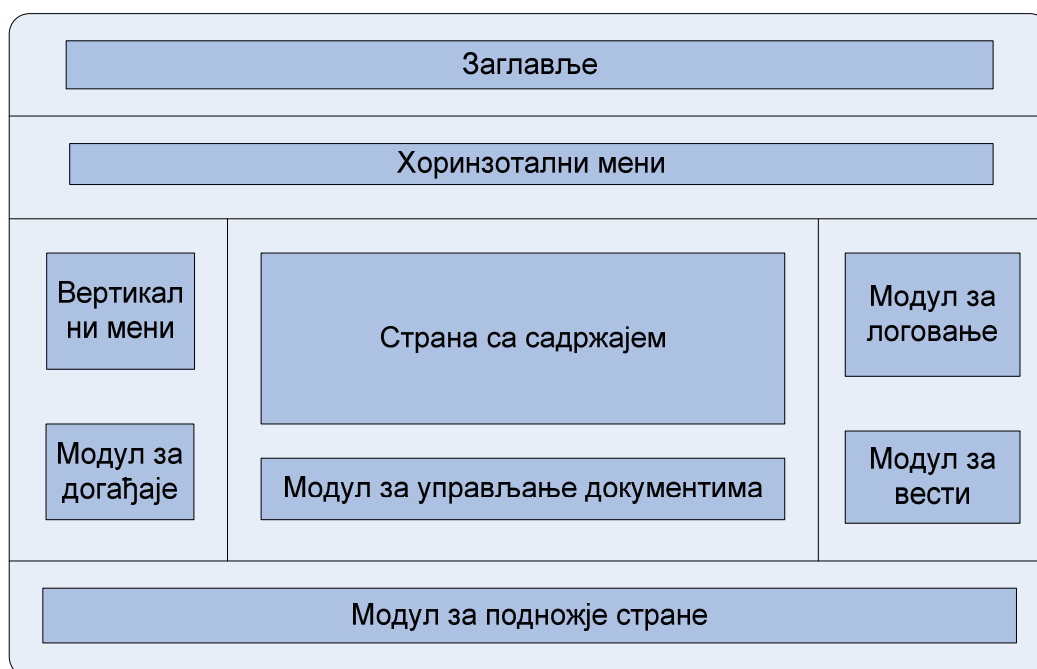
Korisnicima je omogućen pristup jedinstvenom veb portalu putem Interneta, intraneta, *Lan* ili *Wan* mrežnih struktura. Pristup informacijama je brži čak 5 do 10 puta od većine standardnih veb aplikacija. U pogledu troškova implementacije ostvaruje se brz povraćaj kapitala uz znatno unapređenje produktivnosti svih poslovnih subjekata.

Veb portal se odlikuje sledećim karakteristikama [136]:

- Lakoća upotrebe,
- Fleksibilnost,
- Bezbednost,
- Integracija aplikacija,
- Upravljanje dokumentacijom,
- Pristup podacima,

Glavni cilj veb portala je da obezbedi odgovarajući sadržaj. Sadržaj informacija koji je dostupan korisnicima sistema unutar portala je neograničen i predstavlja rezultat njegovog dizajna kao standardne veb aplikacije i naprednih mogućnosti pristupa informacijama putem standardizovanih veb servisa [86]. Interfejs portala je lak za korišćenje i omogućuje korisnicima dobro organizovan i personalizovan pogled na sve kritične informacije.

Konceptualni izgled stranice portala prikazan je na slici 34 [46].



Slika 34. Konceptualni izgled stranice portala

Organizacija veb portala je jednostavna i laka za konfiguraciju i ne zahteva posedovanje znanja i veština u kreiranju veb portala niti alata namenjenih potrebama njegovog dizajna. Portal je projektovan radi opštosti, mogućnosti proširenja i nadogradnje kao i centralizovane administracije [135]. Pojedine delove portala je moguće kreirati po želji čime je omogućena lakoća integracije sa drugim poslovnim aplikacijama, izveštajima i resursima.

Veb portal omogućuje organizaciju jedinstvene veb aplikacije u vidu višestrukih prikaza (*multiview*) koji mogu da sadrže jedan ili više veb delova ekrana (*web parts*). Delove je moguće snimiti, modifikovati, dodavati, ili uklanjati iz definisanih prikaza aplikacije. Mogu se posmatrati kao nezavisne komponente koje obuhvataju različite veb sadržaje.

Pristupni panel predstavlja logički grupisane direktorijume i pridružene linkove koji su dostupni određenim grupama korisnika sistema. Omogućavaju ujedinjavanje objekata unutar portala u grupe međusobno povezanih informacija.

Veb portal treba da poseduje napredne osobine pretraživanja sadržaja aplikacije na osnovu ključnih reči, animacija, izveštaja, ili nekih drugih korisničkih aplikacija koje su integrisane unutar portala. Portal predstavlja početnu tačku, prolaz ili glavni ulaz, ka drugim resursima na Internetu ili intranetu. Portali omogućuju efikasniji pristup informacijama i aplikacijama, bolju saradnju sa klijentima, smanjuju troškove obuke zaposlenih, komunikaciju čine jednostavnijom. Svojim korisnicima najčešće pružaju mogućnost personalizacije. Oni su projektovani da koriste distribuirane aplikacije, različita okruženja srednjeg sloja i hardvera kako bi omogućili servise iz različitih izvora.

Veb portal kao najviša instanca integracije informacionih sistema odlikuje se visokim stepenom fleksibilnosti u pogledu povezivanja sa drugima aplikacijama i izvorima podataka različitih sistema. Najvažniji izvori podataka su [44]:

- *Moodle* (aplikacija za obrazovanje na daljinu)
- *MS Share Point Portal*
- *CMS (Content Managment Server)*
- Poslovni informacioni sistem
- Kobson i drugi izvori.

Veb portal može da bude razvijen za potrebe rada aplikacije u različitim okruženjima. S obzirom da se radi o veoma poverljivim i osetljivim informacijama, pitanja sigurnosti i zaštite podataka predstavljaju jedan od najvažnijih prioriteta. Veb portal omogućuje kontrolu pristupa informacijama na dva nivoa [53]:

- Nivo portala – podrazumeva pristup odgovarajućem veb serveru portala
- Nivo korisnika – definiše privilegije koje će imati korisnici ili grupe korisnika nakon prijavljivanja na veb portal.

Način pristupa veb serveru je podeljen u dve kategorije:

1. Autorizovan pristup - korisnicima integrisanog okruženja informacionih sistema je omogućen pristup veb portalu u slučaju da su zadovoljena dva uslova:
 - Korisnici sistema su članovi istog *Windows* domena kao i odgovarajući veb server kojem žele da pristupe
 - Korisnici sistema su članovi najmanje jedne od prethodno konfigurisanih *read-only* bezbedonosnih grupa veb portala.

Za potrebe rada sistema preporučuje se korišćenje isključivo autorizovanih pristupa portalu kako bi se veb aplikacija mogla zaštititi od spoljašnjih napada na bezbednost i integritet podataka. Postoje tri metode autentifikacije korisnika:

- Prosta autentifikacija;
- Digestivna autentifikacija;
- Integrisana *Windows* autentifikacija.

2. Anoniman pristup – u slučaju korišćenja anonimnog pristupa veb portalu, svakom korisniku sistema je omogućen pristup veb aplikaciji. U pogledu bezbednosti rada sistema ne preporučuje se korišćenje anonimnog pristupa portalu.

Uspeh obrazovanja na daljinu zavisi od primene *LMS*, alata za kreiranje i distribuciju sadržaja i integracije sa postojećim informacionim sistemima u obrazovnoj ustanovi [45].

Uvođenje sistema za elektronsko obrazovanje obuhvata: implementaciju *LMS*, integraciju Internet servisa u računarskoj mreži fakulteta, poslovnog informacionog sistema i razvijenog *LMS*. Integracija komponenti sistema elektronskog obrazovanja i poslovnog informacionog sistema u okviru portala za e-obrazovanje prikazana je na slici 55. [38]

- Integracija ljudskih resursa - studenti, nastavnici i ostali učesnici u obrazovnom procesu mogu pristupiti sistemu ili međusobno komunicirati sa bilo koje lokacije.
- Integracija informacija - sistem omogućava prikupljanje raznovrsnih, nestrukturiranih podataka, dok se korisnicima kroz portal pruža mogućnost uvida u strukturirane informacije. Ovo se postiže korišćenjem „content management“ servisa i koncepata poslovne inteligencije. Korisnici mogu dobiti različite vrste izveštaja, analiza, interpretacija podataka, i sl.
- Integracija procesa - postojeći procesi u računarskoj mreži fakulteta integrisani su sa sistemom obrazovanja na daljinu korišćenjem *XML* veb servisa.
- Aplikaciona platforma - aplikacije sistema za e-obrazovanje realizovane su korišćenjem različitih tehnologija, pa se integracija mora vršiti i na aplikativnom nivou.

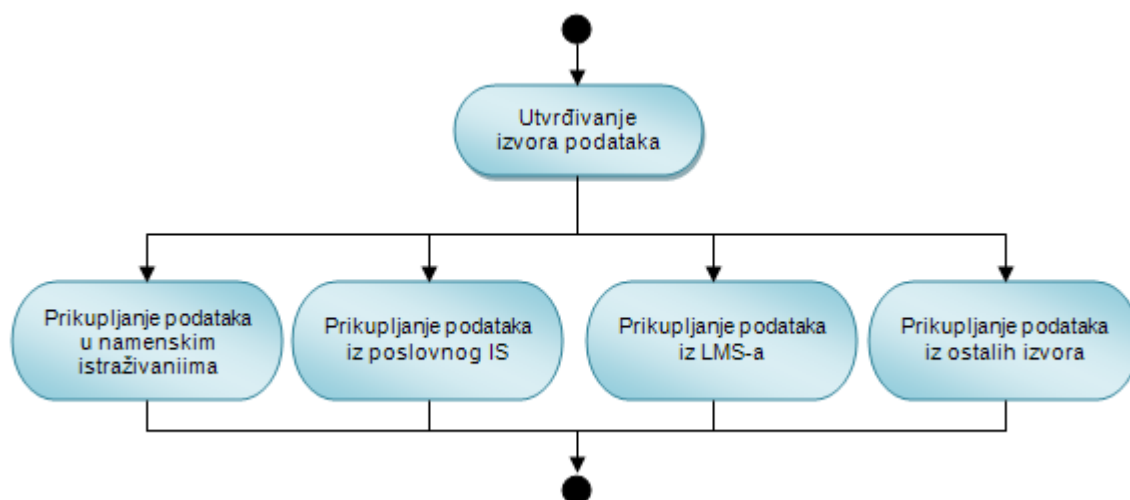
4.4 Aktivnosti razvoja sistema adaptivnog elektronskog obrazovanja

4.4.1 Prikupljanje podataka

Podaci potrebni za razvoj adaptivnog sistema elektronskog obrazovanja locirani su u više izvora [53]:

- Podaci prikupljeni u namenskim istraživanjima,
- Poslovni informacioni sistem,
- Sistem za upravljanje procesom učenja (*Moodle LMS*),
- Ostali izvori.

Aktivnosti prikupljanja podataka prikazane su na slici 35.



Slika 35. Dijagram aktivnosti prikupljanja podataka

Prikupljanje podataka u namenskim istraživanjima

Prikupljanje podataka u namenskim istraživanjima obuhvata sledeće faze:

- Definisanje predmeta i ciljeva istraživanja,
- Izbor metoda istraživanja,
- Izbor instrumenata istraživanja,
- Izbor uzorka,
- Realizacija istraživanja,
- Konsolidacija prikupljenih podataka.

Osnovne karakteristike postupka prikupljanja podataka u namenskim istraživanjima prikazane su u tabeli 8 [146].

Tabela 8. Karakteristike postupka prikupljanja podataka

Izvori podataka	- Ljudi i njihovo ponašanje - Dokumenti - Sredstva masovnog komuniciranja - Naučna, stručna i druga dela			
Svojstva izvora podataka	- Da bude adekvatan osnovnim elementima projekta - Da bude verodostojan, pouzdan i u odgovarajućoj meri pristupačan			
Kriterijumi klasifikacije	Spoljna sredstva	Izvornost	Zvaničnost	Javnost
Izvori podataka po kriterijumima	- vizuelni - auditivni - ostali	- izvorni - posredni - izvedeni	- zvanični - poluzvanični - nezvanični - privatni	- tajni - interni - otvoreni - javni
Prostor istraživanja	- Populacija - Uzorak			
Načini prikupljanja podataka	- Posmatranje - Ispitivanje - Eksperiment			

Aktivnosti prikupljanja podataka u namenskim istraživanjima prikazane su na slici 35.

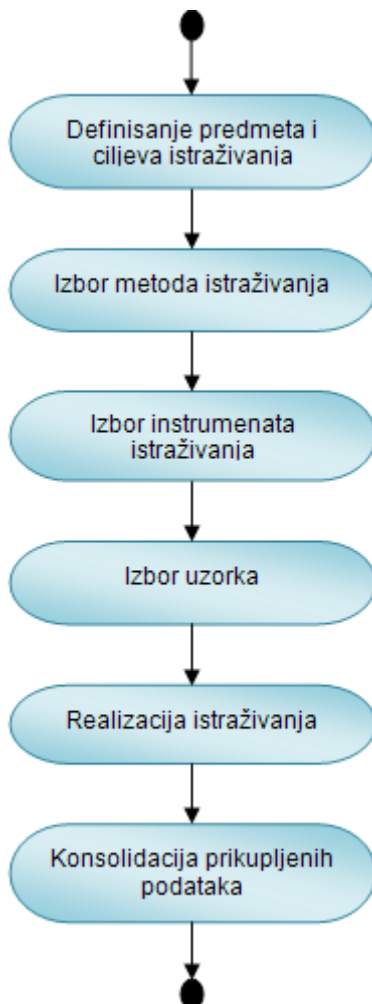
Definisanje predmeta i ciljeva istraživanja

U ovoj fazi potrebno je definisati šta će se konkretno istraživati i izvršiti razgraničenje od drugih pojava oblasti koja se istražuje. Predmet istraživanja je potrebno odrediti teorijski i operativno. Teorijsko određenje predmeta istraživanja određuje sadržaj pojave koja se želi istražiti. To je analiza teorijskih saznanja o istraživanoj pojavi i obuhvata izdvajanje:

- Naučno istraženih i verifikovanih činjenica,
- Naučno saznatih ali nedovoljno proverenih činjenica,
- Onoga što iskustvo opaža,
- Onoga što se na osnovu saznatog o opaženog može pretpostaviti.

Operaciono određenje predmeta istraživanja je konačna konkretizacija pojave koja se želi istražiti. Ovde je potrebno definisati činioce sadržaja predmeta istraživanja, vremensko dimenzioniranje predmeta istraživanja, prostorno određenje predmeta istraživanja i sl.

U okviru definisanja ciljeva istraživanja potrebno je odgovoriti na pitanje zašto se istraživanje vrši. Na primer, cilj istraživanja može biti utvrđivanje stilova učenja studenata.



Slika 36. Dijagram aktivnosti prikupljanja podataka u namenskim istraživanjima

Izbor metoda istraživanja

U ovoj fazi potrebno je izvršiti izbor metoda istraživanja koje će se koristiti. Predlaže se izbor neke od sledećih metoda [146]:

- Posmatranje, čime se dolazi do neposrednih, autentičnih i originalnih podataka o pojavama koje se posmatraju. U sistemima elektronskog obrazovanja primena ovog metoda je ograničena, dok je u sistemima mešovitog učenja najbolje uključiti nastavnika kao posmatrača.
- Eksperiment, koji je plansko, organizovano i metodsko proizvođenje i izvođenje ili merenje pojava u smislu otkrića nepoznatih činjenica, svojstava i odnosa pojava. Eksperiment se vrši radi provere postavljenih hipoteza.

Eksperiment se u adaptivnom elektronskom obrazovanju može koristiti za ispitivanje u kojoj meri su adaptirani sistemi prilagođeni i adekvatni u odnosu na izabrani kriterijum za adaptaciju.

Izbor instrumenta istraživanja

U ovoj fazi potrebno je izabrati instrument za realizaciju planiranog istraživanja. Kao jedan od najefektivnijih instrumenata predlaže se korišćenje ankete. Za utvrđivanje stilova učenja u adaptivnom elektronskom obrazovanju, anketa treba da ima sledeće elemente [147]:

- Opšta pitanja – pitanja čiji je cilj da utvrde opšte karakteristike studenata, kao što su godine, pol, uspešnost u prethodnom toku studiranja i sl.
- Pitanja koja se tiču stilova učenja – pitanja iz ove grupe formiraju se korišćenjem standardnog *Felder-Silverman* upitnika za utvrđivanje stilova učenja (*Learning Style Index*) i imaju za cilj da utvrde karakteristike studenata u odnosu na svaku od četiri dimenzije učenja po *Felder-Silverman* modelu
- Pitanja koja se tiču korišćenja sistema za upravljanje učenjem – pitanja čiji je cilj da utvrde iskustva i stavove studenata u korišćenju sistema za upravljanje učenjem i koja će omogućiti preciznije utvrđivanje veza između stilova učenja studenata i pojedinačnih aktivnosti i resursa na sistemu za upravljanje učenjem.

Realizovana anketa ne treba da bude anonimna, kako bi se omogućilo povezivanje podataka prikupljenih anketiranjem, sa aktivnostima studenata na sistemu za učenje i tačnije adaptirale aktivnosti i resursi stilovima učenja studenata.

Izbor uzorka

Ova faza obuhvata izbor uzorka na kome će se istraživanje vršiti. U adaptivnom elektronskom obrazovanju često je moguće istraživanje izvršiti na celoj populaciji, čime se prikuplja veći broj podataka, te će i rezultati analiza biti tačniji.

Ukoliko se istraživanje ne vrši na celoj populaciji, prilikom izbora uzorka potrebno je uzeti u obzir sledeće:

- Specifičnosti materije koja se izučava na kursu koji će biti adaptiran,
- Smer studenata koji će činiti uzorak,
- Godinu studija studenata,
- Druge faktore.

Istraživanje i konsolidacija prikupljenih podataka

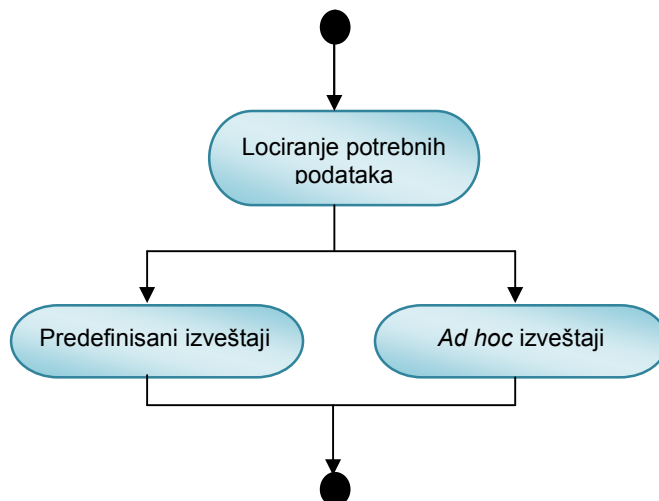
U ovoj fazi vrši se planirano istraživanje, tj. prikupljanje podataka primenom izabranih metoda i instrumenata.

Priprema podataka za dalje analize i obrade sastoji se od:

- Logičke kontrole podataka – otkrivanje grešaka i omaški,
- Tehničke kontrole podataka – provera ispravnosti korišćenja instrumenata.

Prikupljanje podataka iz poslovnog informacionog sistema

Prikupljanje podataka iz poslovnog informacionog sistema vrši se korišćenjem predefinisanih izveštaja ili izvršenjem upita nad bazom podataka. Aktivnosti prikupljanja podataka iz poslovnog informacionog sistema prikazane su na slici 37.



Slika 37. Dijagram aktivnosti prikupljanja podataka iz poslovnog IS-a

Predefinisani izveštaji iz poslovnog informacionog sistema koji mogu biti značajni izvori podataka za postupak kreiranja adaptivnog sistema elektronskog obrazovanja obuhvataju spiskove studenata po različitim kriterijumima, kao što su godina studiranja, predmeti, smerovi i sl.

Ad hoc izveštaji u poslovnom informacionom sistemu kreiraju se izvršenjem *SQL* upita nad bazom podataka poslovnog informacionog sistema.

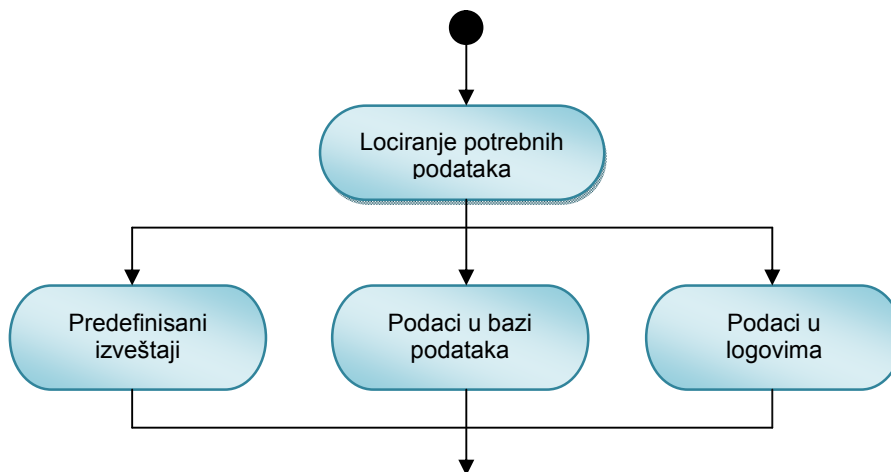
Prikupljanje podataka iz LMS-a

Podaci iz *LMS*-a mogu se prikupljati na nekoliko načina (slika 38):

1. Podaci dostupni u predefinisanim izveštajima prikupljaju se izborom odgovarajuće opcije u sistemu za upravljanje učenjem. Podaci se mogu preuzimati u nekom od predefinisanih formata: *xml*, *xls*, *csv*, i drugi. Izbor formata za preuzimanje podataka zavisi od izabranog načina obrade podataka. Predefinisani izveštaji u *Moodle* sistemu za upravljanje učenjem obuhvataju:
 - Zbirne i pojedinačne izveštaje po studentima,
 - Zbirne i pojedinačne izveštaje po aktivnostima u sistemu,
 - Zbirne i pojedinačne izveštaje po resursima.
2. Podaci koji nisu dostupni u predefinisanim izveštajima mogu se dobiti korišćenjem *SQL* upita nad bazom podataka.
3. Podaci o korišćenju sistema za upravljanje sadržajem, načina kretanja korisnika kroz aktivnosti, mogu se dobiti iz logova veb servera.

Podaci prikupljeni kroz sistem za upravljanje učenjem koriste se prevashodno za [147]:

- Utvrđivanje stilova učenja studenata koji koriste sistem za upravljanje učenjem,
- Utvrđivanje veza između stilova učenja studenata i pojedinačnih resursa i aktivnosti na onlajn kursevima.



Slika 38. Dijagram aktivnosti prikupljanja podataka iz LMS-a

Prikupljanje podataka iz ostalih izvora

Procedura prikupljanja podataka iz ostalih izvora definiše se u zavisnosti od izvora iz koga se podaci prikupljaju. Ostali izvori mogu biti:

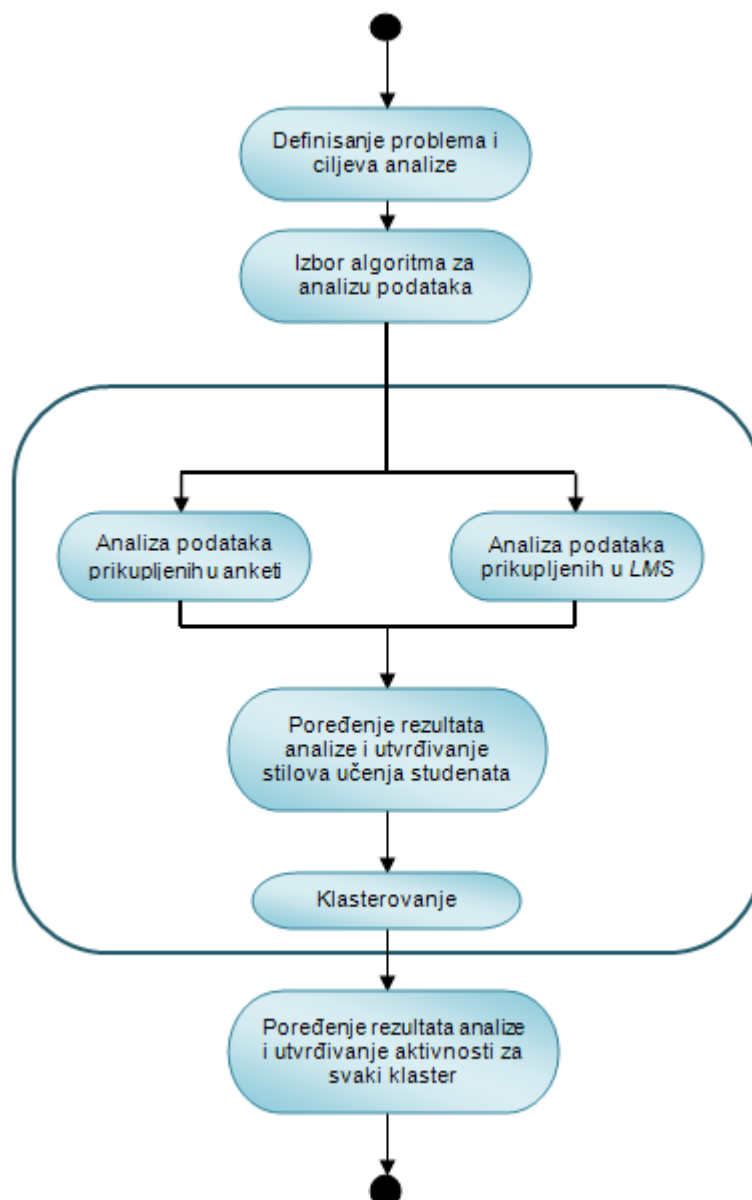
- Iskustva nastavnika,
- Forumi,
- Društvene mreže i drugi.

4.4.2 Analiza podataka

U fazi analize podataka potrebno je nad prikupljenim podacima izvršiti odgovarajuće analize i doneti zaključke. Ciljevi analize podataka su [49]:

- Utvrđivanje stilova učenja studenata na osnovu podataka prikupljenih u namenskim istraživanjima,
- Utvrđivanje karakterističnih grupa studenata (klastera) i karakteristika ovih grupa,
- Utvrđivanje modela studenata na osnovu kojih će se vršiti adaptacija onlajn kursa,
- Utvrđivanje karakterističnih objekata učenja (resursa i aktivnosti na kursu) koji odgovaraju stilovima učenja studenata.

Dijagram aktivnosti za analizu podataka prikazan je na slici 39 [2].



Slika 39. Dijagram aktivnosti analize podataka

Definisanje problema i ciljeva analize

U okviru ove faze definišu se problemi i ciljevi analize podataka. Ciljevi analize podataka za adaptaciju sistema za e-obrazovanje su [49]:

1. Utvrditi stilove učenja za svakog studenta pojedinačno, na osnovu podataka prikupljenih u anketi.
2. Korigovati utvrđene stilove učenja na osnovu podataka prikupljenih kroz rad studenata na sistemu za upravljanje učenjem.
3. Odrediti tipične grupe studenata – klastere.
4. Analizirati rad studenata na sistemu za upravljanje učenjem, kako bi se utvrdilo koji resursi i koje aktivnosti odgovaraju pojedinačnim stilovima učenja.
5. Odrediti tipične karakteristike svakog od klastera i resurse i aktivnosti koje tom klasteru odgovaraju.

Izbor algoritma za analizu podataka

Za utvrđivanje karakterističnih grupa studenata koristi se postupak klasterovanja [49]. Klasterovanje je postupak kojim se sprovodi grupisanje objekata sličnih karakteristika [35]. Cilj klasterovanja je pronaći grupe koje se znatno razlikuju jedna od druge, dok su članovi unutar grupa vrlo slični jedni drugima [158]. Slučajevi unutar iste grupe imaju manje ili više slične osobine vrednosti atributa. Za razliku od klasifikacije, kod koje se segmentacija podataka vrši u klase koje su prethodno definisane, na početku klasterisanja ne zna se po kojim će atributima podaci biti svrstani u grupe klastera. Većina algoritama za klasifikaciju gradi model kroz određen broj iteracija i zaustavlja iteracije kada model konvergira tj. kada se granice ovih segmenata stabilizuju. Karakteristika algoritama za klastering je da rade samo sa numeričkim vrednostima [148]. Kad se u proces analize uvrste i nenumeričke varijable, prethodno treba izvršiti transformaciju nenumeričkih u numeričke vrednosti.

Analiza podataka prikupljenih u anketi

U ovoj fazi vrši se analiza podataka prikupljenih u anketi. Analiza se vrši kroz sledeće korake [147]:

- Preliminarna analiza podataka - u ovoj fazi vrši se okvirni pregled podataka, da bi se utvrdilo:
 - Da li ima nedostajućih vrednosti;
 - Da li ima nekonzistentnih podataka;
 - Da li je bilo grešaka u unosu podataka;
- Transformacija i korekcija podataka;
- Analiza opštih pitanja u anketi;
- Analiza pitanja koja se tiču aktivnog i refleksivnog stila učenja;
- Analiza pitanja koja se tiču vizuelnog i verbalnog stila učenja;
- Analiza pitanja koja se tiču senzornog i intuitivnog stila učenja;
- Analiza pitanja koja se tiču sekvencijalnog i globalnog stila učenja.

Analizirane podatke je potrebno, radi daljeg korišćenja, predstaviti tabelarno i/ili u vidu grafikona.

Analiza podataka prikupljenih u LMS

Ciljevi analize podataka prikupljenih u sistemu za upravljanje učenjem su:

- Utvrđivanje tipičnih ponašanja studenata u okviru sistema za upravljanje procesom učenja;
- Utvrđivanje načina i učestalosti korišćenja pojedinačnih resursa i aktivnosti u sistemu za upravljanje učenjem.

Na osnovu analize podataka iz baze podataka *LMS-a* uočeni su tipični obrasci ponašanja studenata u sistemu za upravljanje učenjem. Primer strukture log zapisa potrebnog za analizu prikazan je u tabeli 9.

U okviru analize podataka prikupljenih u sistemu za upravljanje procesom učenja, posmatraju se različite varijable:

- Vreme - ukazuje na vreme tokom kojeg je student bio ulogovan u sistem;
- Brzina - ukazuje na aktivnost u sistemu (tj. pregled stranice) u vremenskoj jedinici;
- Stil učenja - odnosi se na prethodno u tekstu opisane stilove učenja;
- Ocena – odnosi se na ocenu ostvarenu na svakoj od aktivnosti.

Tabela 9. *Struktura log zapisa*

Polje	Opis
Kurs	Naziv kursa u okviru koga se aktivnost dešava
Vreme	Tačno vreme izvršenja neke akcije na sistemu
Ime i prezime	Ime i prezime studenta koji je aktivnost izvršio
Akcija	Naziv izvršene aktivnosti
Tip akcije	Pristup, izmena, unos, brisanje
Opis	Opis izvršene aktivnosti
IP	Adresa računara sa koje je aktivnost izvršena

Svaka varijabla opisana je kroz tri nivoa: šta meri, koja su polja iz tabele 9 potrebna za utvrđivanje vrednosti varijable, kako se računa vrednost varijable.

Utvrđivanje stilova učenja

Stilovi učenja određeni su na osnovu ankete studenata. Anketa je kreirana korišćenjem i prilagođavanjem *Felder-Silverman* indeksa stilova učenja. Stilovi učenja kreiraju se korišćenjem sledeće procedure:

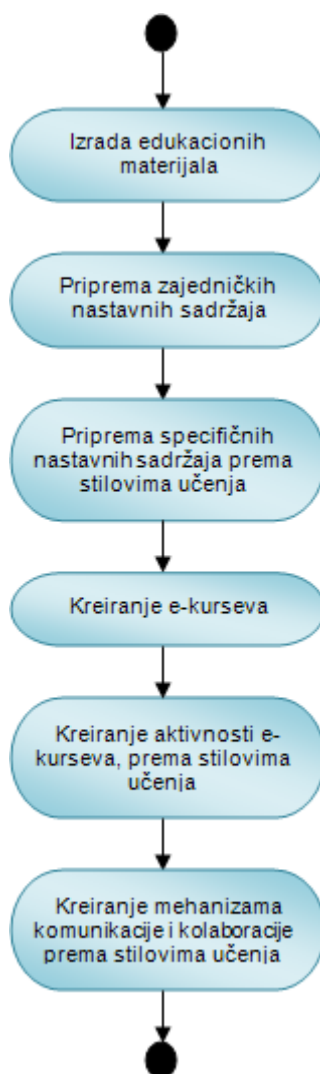
- Utvrditi koja pitanja u anketi odgovaraju kom stilu učenja. Moguće je da jedno pitanje može da se koristi za utvrđivanje više dimenzija stilova učenja;
- Za svako pitanje utvrditi kom stilu učenja odgovara;
- Za odgovore studenata dodeliti odgovarajući ponder za svaki od stilova učenja, u zavisnosti od tipa pitanja:
 - Ukoliko su pitanja tipa da/ne, ponder za svaki odgovor može iznositi 1 ili -1, za svaki stil učenja u okviru jedne dimenzije;
 - Ukoliko se na pitanja može odgovoriti višestepenom skalom, potrebno je izvršiti ponderisanje odgovora. Na primer, ukoliko se koristi petostepena skala, odgovorima treba dodeliti pondere iz skupa {-1, -0.5, 0, 0.5, 1};
- Sabrati ponderisane odgovore i ukoliko je potrebno skalirati zbir tako da se dobijene vrednosti mogu prikazati na skali od -11 do 11;
- U zavisnosti od dobijene vrednosti utvrditi pripadnost odgovarajućem stilu učenja, za svaku dimenziju stila učenja, na sledeći način:
 - Ukoliko student ima vrednost stila učenja između -11 i -9 ili između 9 i 11, onda student ima izrazito izraženu odgovarajuću dimenziju stila učenja i sa teškoćama će ostvariti rezultate u obrazovnim okruženjima koje nisu prilagođena njegovom stilu učenja;
 - Ukoliko student ima vrednost stila učenja između -9 i -7 ili između 7 i 9 onda ima izraženu odgovarajuću dimenziju stila učenja;
 - Ukoliko student ima vrednost stila učenja između -7 i -3 ili između 3 i 7 onda ima umerenu odgovarajuću dimenziju stila učenja;

- Ukoliko student ima vrednost stila učenja između -3 i 3 nema preferenci prema odgovarajućoj dimenziji stila učenja.

4.4.3 Razvoj adaptivnih e-kurseva

Proces razvoja adaptivnih e-kurseva realizuje se na osnovu rezultata analize podataka, a odvija se kroz sledeće faze (slika 40) [46]:

1. Izrada edukacionih materijala,
2. Priprema zajedničkih nastavnih sadržaja,
3. Priprema specifičnih nastavnih sadržaja, prema stilovima učenja,
4. Kreiranje e-kurseva,
5. Kreiranje aktivnosti e-kurseva prema stilovima učenja,
6. Kreiranje mehanizama komunikacije i kolaboracije prema stilovima učenja.

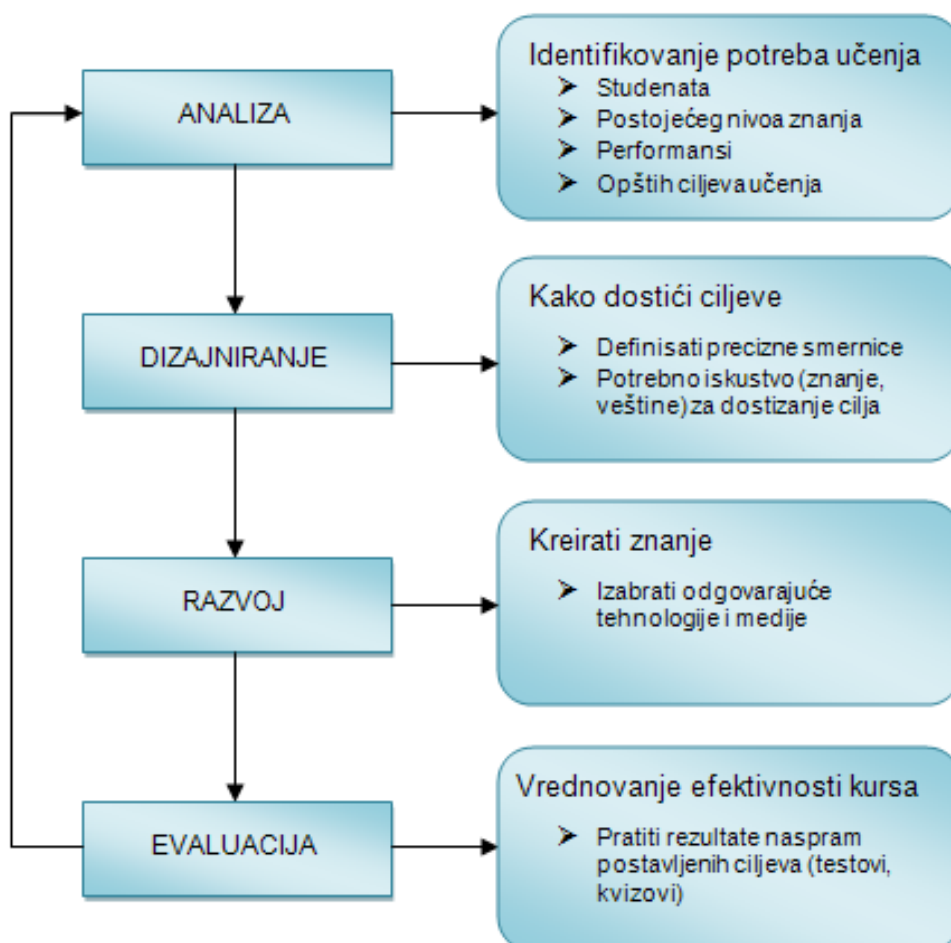


Slika 40. Dijagram aktivnosti razvoja adaptivnih kurseva

Izrada edukativnih materijala

Edukativni materijali su najvažniji element obrazovanja na daljinu. Kod klasičnog obrazovanja, oni predstavljaju samo podršku nastavnom procesu u kome je nastavnik u glavnoj ulozi. Kod obrazovanja na daljinu, edukacioni materijali predstavljaju glavni izvor novih znanja i veština. Oni su istovremeno i kontrolori toka nastavnog procesa, jer svakog polaznika vode kroz proces obuke i usmeravaju ga ka željenom cilju. Njihova uloga je veoma kompleksna, a uticaj na kvalitet i rezultat obrazovanja na daljinu je presudan [48]. Proces pripreme i razvoja e-materijala za potrebe obrazovanja na daljinu je ciklus od četiri faze: analiza, dizajniranje, razvoj i evaluacija (slika 41) [51].

Radi standardizacije izrade edukacionih materijala preporučuje se korišćenje odgovarajućih automatizovanih didaktičkih formi (templejta). Upotreba templejta obezbeđuje potreban nivo usklađenosti različitih pristupa u načinu izlaganja nastavne građe. U situaciji kada postoje kvalitetno projektovani templejti za izradu edukacionih materijala, nastavnici se mogu u potpunosti posvetiti kreiranju nastavnih sadržaja kursa i njihovom uklapanju u forme i definisanu strukturu. Edukativni materijali za adaptivne kurseve pripremaju se u skladu sa uočenim osobinama klastera i stilova učenja. Edukativni materijali prema stilovima učenja prikazani su u tabeli 10.



Slika 41. Proces pripreme i razvoja e-materijala

Tabela 10. *Nastavni materijali prema stilu učenja*

Dimenzija	Stil učenja	Tip i format nastavnih materijala
Obrada informacija	Aktivan	Nastavni materijali isprepletani sa aktivnostima za studente – pitanjima, zadacima, istraživačkim radovima, i sl.
	Refleksivan	Nastavni materijali bez intenzivnih aktivnosti za studente.
Percepcija informacija	Senzitivan	Nastavni materijali inkorporiraju veliki broj konkretnih primera i informacija
	Intuitivan	Nastavni materijali sadrže koncepte, sa manje konkretnih primera
Pamćenje informacija	Vizuelan	Nastavni materijali u formi slike, filma, i sl.
	Verbalan	Nastavni materijali u formi teksta
Razumevanje	Sekvencijalan	Nastavni materijali u formi knjige, uputstva i sl. koji se moraju čitati redom
	Globalan	Nastavni materijali u formi hipermedije, gde su koncepti „ulinkovani“ tako da student sam bira redosled

Priprema nastavnih sadržaja

U ovoj fazi vrši se priprema sadržaja koji su zajednički za studente iz svih učenih grupa. Prilikom pripreme materijala, treba uzeti u razmatranje osobenosti elektronskog predavanja i učenja [55]:

- Predavanja u dogovoreno vreme,
- Potpuno individualizovano učenje,
- Učenje u proizvoljnom terminu,
- Učenje na bilo kom mestu,
- Učenje uz odgovarajući uređaj.

Kada su u pitanju troškovi, tehnologija i potrebni resursi, može se zaključiti da su glavne karakteristike obrazovanja na daljinu, u odnosu na klasično obrazovanje, sledeće:

- Niži troškovi realizacije edukacije,
- Viši troškovi razvoja udžbenika,
- Brže učenje,
- Potrebna su nova znanja i veštine,
- Neophodan je razvijen odsek za podršku,
- Jeftiniji hardver i softver,
- Nema putovanja i odsustva sa radnih mesta,
- Mogućnost višestruke upotrebe znanja.

Konverzija tradicionalnog udžbenika u elektronski vrši se postepeno, proširujući u svakoj iteraciji nivo primene e-materijala i interakciju između učesnika u obrazovnom procesu [148]:

- Replikacija materijala bez interaktivnosti,
- Podrška audio i video zapisima,
- Interakcija tipa vrednovanje odgovora na postavljena pitanja,
- Interakcija kroz evaluaciju savladanog, limitiranje daljeg pristupa dok se ne savlada zadatak, donošenje odluka u simulaciji realne situacije,
- Potpuna interakcija i vođeno učenje kroz podršku rešavanju konkretnih zadataka – simulacije, scenarija, praktične vežbe, ocena rešenja i odluka.

Iako se u ovoj fazi ne vrši adaptacija nastavnih materijala na osnovu stilova učenja, potrebno je razmotriti da li postoji dominantna karakteristika za većinu studenata u populaciji. Ukoliko ovakva karakteristika postoji, potrebno je razmotriti je prilikom kreiranja zajedničkih nastavnih materijala.

Priprema specifičnih nastavnih sadržaja prema stilovima učenja

U okviru procesa pripreme nastavnih sadržaja prema stilovima učenja, potrebno je prilagoditi formu nastavnih materijala. Forma nastavnih materijala određena je dimenzijom stila učenja koja se tiče načina prezentacije i pamćenja informacija, pa je potrebno prilagoditi nastavne materijale vizuelnom i verbalnom stilu učenja.

Prilikom izrade nastavnih materijala specifičnih za stilove učenja, poželjno je primenjivati sledeće smernice [86]:

- Nastavni materijal treba da bude povezan i čini jedinstvenu celinu sa nastavnim materijalima sa prethodnih kurseva koje je student pohađao (globalni stil);
- Balansirati količinu konkretnih informacija (činjenica, podataka, eksperimentalnih rezultata) i apstraktnih koncepata (principi, teorije, modeli) ukoliko je u grupi postoje studenti senzitivnog i intuitivnog stila učenja;
- Balansirati materijale koji naglašavaju praktični pristup rešavanju problema i materijale koji naglašavaju fundamentalno razumevanje ukoliko u grupi postoje senzitivni i aktivni, ali i intuitivni i refleksivni studenti;
- Razdvojiti primere i ilustracije za senzitivni i intuitivni stil učenja. Za senzitivni stil koristiti konkretne primere iz realnog sveta sa dosta detalja; za intuitivni stil koristiti generalizacije;
- Pratiti naučni metod u prezentovanju teorijskih materijala. Prikazati konkretne primere koncepata koje teorija opisuje, zatim prikazati model. Prikazati kako teorija i model mogu da budu validirani. Predstaviti primere primene teorije (senzitivni stil) i mehanizme zaključivanja (intuitivni stil);
- Koristiti slike, šeme, grafove i skice za vreme verbalne prezentacije;
- Omogućiti aktivnim studentima da učestvuju u demonstracijama koncepata i eksperimentima;
- Dati studentima vremena da razmisle o ispredavanom gradivu (refleksivni stil);
- Koristiti *brainstorming*;
- Aktivnim učenicima pružiti mogućnost kolaborativnog učenja.

Priprema objekata učenja za adaptaciju e-kurseva

U okviru ove aktivnosti vrši se priprema objekata učenja potrebnih za kreiranje adaptiranih kurseva. Priprema objekata učenja vrši se u skladu sa:

- Preporukama pripreme nastavnih materijala za pojedinačne stilove učenja,
- Izabranom nastavnom strategijom,
- Izabranim pristupom za kreiranje objekata učenja,
- Ograničenjima okruženja u kome se kursevi implementiraju.

Ukoliko se, kao objekti učenja, izaberu resursi i aktivnosti u sistemu za upravljanje učenjem, potrebno je da nastavnik pripremi objekte učenja u skladu sa tabelom 11.

Tabela 11. 1 *Priprema objekata učenja*

Tip objekta učenja	Stil	Način pripreme objekta učenja
Prezentacija za predavanja	Aktivni	Prezentacija sadrži konkretne zadatke za studente
	Refleksivni	Prezentacija sadrži teme za razmišljanje
	Sekvencijalni	Materija se prezentuje korišćenjem <i>bottom-up</i> pristupa
	Globalni	Materija se prezentuje korišćenjem <i>top-down</i> pristupa
	Vizuelni	Prezentacija sadrži slike i video zapise, a manje tekst
	Verbalni	Prezentacija sadrži više teksta, integrisan zvuk
	Senzorni	Materija je izložena kroz konkretne primere i činjenice
	Intuitivni	Materija je prikazana kroz koncepte
Knjiga, skripta	Aktivni	Knjiga kombinovana sa zbirkom zadataka
	Refleksivni	Knjiga i zbirka su posebne celina
	Sekvencijalni	Prikaz opšte slike dat u poslednjem poglavlju knjige
	Globalni	Prikaz opšte slike dat u prvom poglavlju knjige
	Vizuelni	Knjiga sadrži mnogo slika, grafikona i ilustracija
	Verbalni	Knjiga sadrži samo neophodne slike, grafikone i ilustracije
	Senzorni	Materija je izložena kroz konkretne primere i činjenice
	Intuitivni	Materija je prikazana kroz koncepte
Domaći zadatak, radionica	Aktivni	Zadatak studenta je da nešto isproba ili napravi

	Refleksivni	Zadatak studenta je da razmisli i napiše svoje mišljenje
	Sekvencijalni	Zadatak se radi kroz niz definisanih koraka
	Globalni	Zadatak se rešava izradom konceptualnog rešenja
	Vizuelni	Prezentacija rešenja zadatka je multimedijalna
	Verbalni	Prezentacija rešenja zadatka je u formi teksta
	Senzorni	Zadatak studenta je da nešto isproba ili napravi
	Intuitivni	Zadatak se rešava izradom konceptualnog rešenja
Test	Aktivni	Pitanja tipa "Šta biste uradili...?"
	Refleksivni	Pitanja tipa "Šta mislite o...?"
	Sekvencijalni	Redosled pitanja na testu odgovara redosledu izučavanja materije
	Globalni	Manji broj pitanja na testu
	Vizuelni	Pitanja tipa "Šta je na slici?"
	Verbalni	Pitanja u tekstualnoj formi
	Senzorni	Odgovor na pitanje je konkretan podatak ili činjenica
	Intuitivni	Odgovor na pitanje nije eksplicitno naveden u nastavnim materijalima

Kreiranje e-kurseva

Kreiranje e-kursa vrši se prema sledećoj proceduri:

1. Definisanje opštih podataka o kursu (kategorija, naziv kursa, opis kursa i sl.);
2. Definisanje opštih parametara kursa (format, obim, tipovi izveštaja, i sl.);
3. Definisanje načina upisa studenata na e-kurs.

Prilikom kreiranja adaptivnog kursa, nastavnik treba da se odluči za jednu od sledećih strategija:

1. Kreiranje posebnog kursa za svaki od definisanih klastera. U ovom slučaju studentima će biti dostupni samo materijali i aktivnosti koji odgovaraju tom klasteru. Komunikacija i kolaboracija između studenata koji pripadaju različitim klasterima nije podržana ovim pristupom, a od nastavnika i administratora se očekuje da prate i administriraju više kurseva.
2. Kreiranje jednog kursa u okviru koga će se pristup materijalima i aktivnostima podešavati pomoću korisničkih rola i pravila pristupa. Primenom ovog pristupa svi studenti će učiti na istom kursu, moguća je komunikacija i kolaboracija između studenata, a nastavnici i administratori treba da prate manji broj kurseva. Nedostatak ovog pristupa je neophodnost preciznog definisanja sistema korisničkih uloga i rola, kao i podešavanje prava pristupa za svaki resurs pojedinačno.

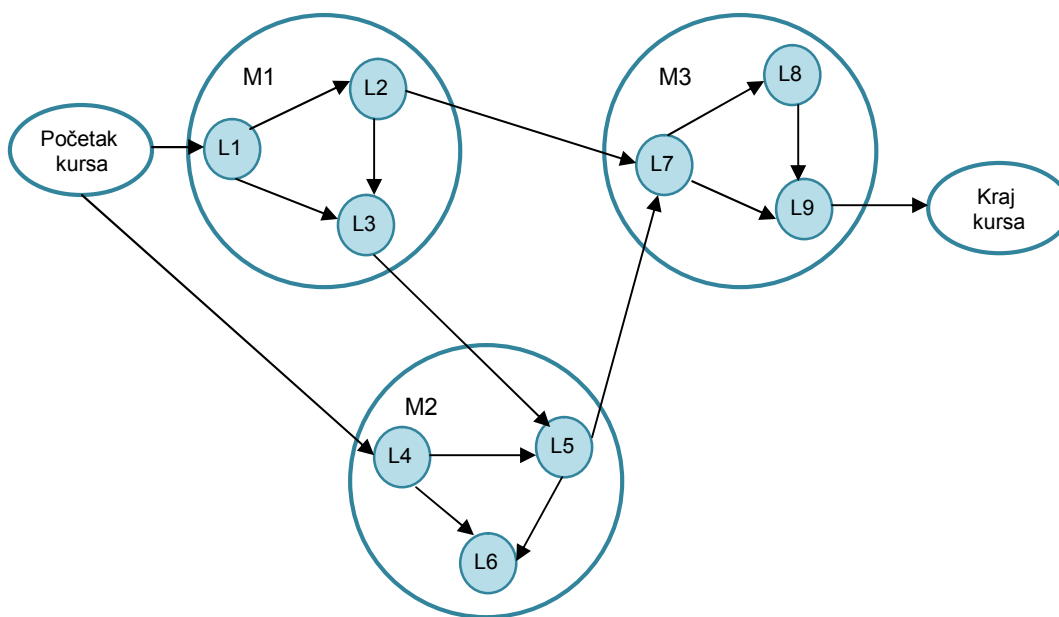
3. Kreiranje jednog kursa u okviru koga će se pristup materijalima i aktivnostima dodeljivati automatski, u skladu sa stilovima učenja i karakteristikama materijala i aktivnosti. Za ovaj vid kreiranja kursa neophodno je da sistem za upravljanje kursevima ima razvijene odgovarajuće softverske module.

Kreiranje aktivnosti e-kurseva prema stilovima učenja

U okviru kreiranog kursa vrši se kreiranje aktivnosti za svaku od dimenzija stilova učenja. Sa aspekta dimenzije razumevanja, potrebno je definisati i redosled realizacije pojedinih aktivnosti u toku kursa. Za klaster u kome dominira sekvencijalni stil učenja, potrebno je precizno utvrditi redosled prolaska studenta kroz materijale i aktivnosti na kursu. U klasterima gde dominira globalni stil učenja, redosled rada se može prepustiti samom studentu. Primeri strukture kursa za sekvencijalni i globalni stil učenja prikazani su na slikama 42 i 43.



Slika 42. Primer toka kursa za sekvencijalni stil učenja



Slika 43. Primer toka kursa za globalni stil učenja

Kreiranje mehanizama kolaboracije i komunikacije prema stilovima učenja

Tokom procesa obrazovanja na daljinu neophodno je ostvariti odgovarajuću komunikaciju i saradnju između učesnika obrazovnog procesa (studenata, nastavnika, saradnika, administratora, itd.), ali i saradnju sa odgovarajućim elementima okruženja (organizacije, ministarstva, itd.) [147]. Za dobru komunikaciju i kolaboraciju učesnika u procesu obrazovanja na daljinu neophodan je efikasan sistem za razmenu poruka. Načini komuniciranja učesnika u procesu elektronskog obrazovanja prikazani su na slici 44 [52].

Studenti su u obrazovnom procesu zainteresovani pre svega, za kolaboraciju sa nastavnicima kako bi što bolje savladali gradivo kursa i položili sve neophodne ispite. Saradnja između nastavnika i studenata može se realizovati sinhronom i asinhronom komunikacijom (elektronska pošta, audio i video konferencije, čet, forumi, i sl.). Saradnja u procesu obrazovanja na daljinu podrazumeva i međusobnu interakciju studenata, kroz koju oni realizuju zadate grupne aktivnosti i koriste sve prednosti učenja u grupi. Iako studenti mogu da budu geografski dislocirani, učenje u grupama i kroz međusobnu interakciju najčešće dovodi do boljih rezultata. Odnos stilova učenja i tipa i formata komunikacije prikazan je u tabeli 12, a osnovni servisi za komunikaciju i kolaboraciju prema vremenu interakcije prikazani su u tabeli 13.



Slika 44. Komunikacija u procesu e-obrazovanja

Tabela 12. Stilovi učenja i komunikacija

Dimenzija	Stil učenja	Tip i format komunikacije
Obrada informacija	Aktivan	Forum, diskusione grupe, čet
	Refleksivan	Blog
Percepcija informacija	Senzitivan	Način komunikacije je manje bitan
	Intuitivan	Način komunikacije je manje bitan
Pamćenje informacija	Vizuelan	Video konferencije, lični kontakt
	Verbalan	Elektronska pošta
Razumevanje	Sekvencijalan	Način komunikacije je manje bitan
	Globalan	Način komunikacije je manje bitan

Tabela 13. Servisi za komunikaciju i kolaboraciju prema vremenu interakcije

Servisi		Tip interakcije	
		Komunikacija	Kolaboracija
Vreme interakcije	Isto	• Telefonija • Instant poruke	• Veb konferencije • Deljene prezentacije
	Promenljivo	• Elektronska pošta • RSS • SMS	• Biblioteke dokumenata • Wiki • Diskusioni forumi • Blog

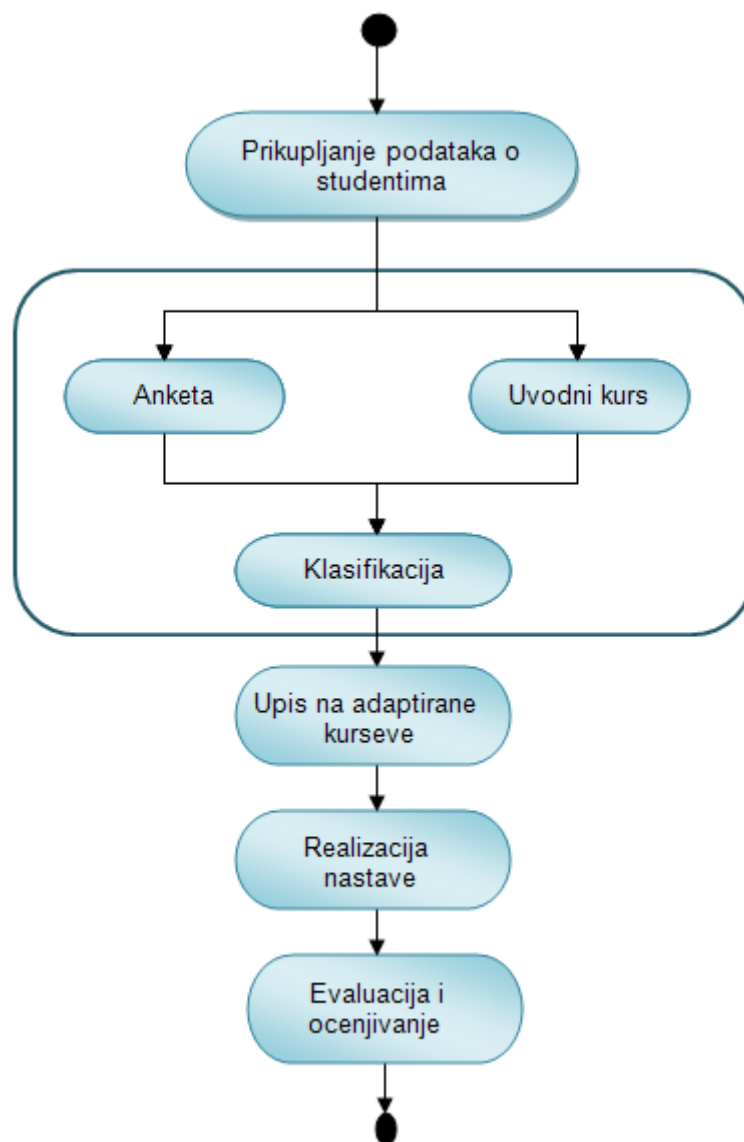
Neki od ovih servisa, kao što su forumi, instant poruke i *wiki*, ugrađeni su u sistem za upravljanje učenjem i mogu se integrisati u veb portal kroz integraciju sa *LMS*-om. Ostali komunikacioni i kolaboracioni servisi moraju se integrisati u veb portal nezavisno od *LMS* sistema. Servisi za komunikaciju i kolaboraciju treba da budu podržani nizom zajedničkih funkcija koje uključuju:

- Upravljanje kontaktima,
- Upravljanje metapodacima,
- Pretraga,
- Prijavljivanje i sindikacija.

4.4.4 Realizacija adaptivnih e-kurseva

Proces realizacije adaptivnih e-kurseva obuhvata sledeće aktivnosti (slika 45) [47]:

1. Prikupljanje podataka o studentima koji će pohađati adaptirani kurs,
2. Klasifikacija studenata u predefinisane klastere,
3. Upis na adaptirane kurseve,
4. Realizacija nastave,
5. Evaluacija i ocenjivanje.



Slika 45. Dijagram aktivnosti realizacije adaptivnih e-kurseva

Prikupljanje podataka o studentima

Podaci o studentima, potrebni za klasifikaciju u definisane klastera, prikupljaju se anketom i tokom uvodnog kursa.

Cilj ankete je utvrđivanje stila učenja studenata. Studenti će na osnovu utvrđenih stilova biti klasifikovani u neki od definisanih klastera. Anketa je kreirana tako da omogućava određivanje stila učenja za svakog od studenata. Može se koristiti ista ili modifikovana anketa koja se koristi za utvrđivanje klastera.

Drugi segment prikupljanja podataka potrebnih za klasifikaciju studenata je realizacija uvodnog kursa. Uvodni kurs realizuje se na početku semestra, traje jednu ili dve nedelje i tokom njegove realizacije prikupljaju se podaci o studentima na osnovu kojih se može izvršiti preciznija klasifikacija.

Klasifikacija

Klasifikacija studenata podrazumeva predviđanje vrednosti jednog atributa na osnovu vrednosti drugih atributa. Za ovaj model, potrebno je predvideti kom klasteru će student pripadati, u zavisnosti od stila učenja. Postoji više metoda klasifikacije koje se mogu primeniti [89]:

- Statistička klasifikacija, gde se pojedinačni elementi svrstavaju u grupe na osnovu kvantitativnih informacija o karakteristikama elemenata.
- Stablo odlučivanja je skup uslova organizovanih u hijerarhijsku strukturu. Stabla odlučivanja se lako mogu konvertovati u skup pravila za klasifikaciju.
- Tehnike fazi logike za klasifikaciju, gde se struktura zasnovana na pravilima i fazi particije utvrđuju za sve promenljive u modelu.
- Neuronske mreže.

Upis na adaptivne kurseve

Nakon klasifikacije studenata u odgovarajuće klastere vrši se upis studenata na adaptirani kurs. Ukoliko je adaptacija realizovana kroz različite role, potrebno je dodeliti odgovarajuća prava korisnicima. Moguće je izabrati jednu od sledećih mogućnosti:

1. Studenti mogu da pristupe svim materijalima i aktivnostima bez obzira na stil učenja;
2. Studenti mogu da pristupe svi materijalima, bez obzira na stil učenja, ali mogu pristupiti samo onim aktivnostima koje odgovaraju njihovoj roli, tj. njihovom stilu učenja;
3. Studenti mogu pristupiti samo materijalima i aktivnostima koje odgovaraju njihovoj roli, tj. njihovom stilu učenja.

Ukoliko je adaptacija realizovana tako što je za svaki klaster napravljen poseban kurs, studenti mogu da pristupaju samo resursima i aktivnostima na kursu za odgovarajući klaster, dakle samo materijalima i aktivnostima koji odgovaraju njihovom stilu učenja.

Realizacija nastave

Nastava na adaptiranim kursevima realizuje se primenom *blended learning* koncepta [82]. Realizacija nastave obuhvata sledeće aktivnosti:

- Predavanja i vežbe uz podršku sistema za obrazovanje na daljinu,
- Realizaciju zadatih aktivnosti za studente,
- Komunikaciju i kolaboraciju,
- Praćenje performansi adaptivnog kursa,
- Podešavanja adaptivnog kursa, ukoliko je potrebno, kroz:
 - Podešavanje parametara adaptivnog kursa,
 - Podešavanje objekata učenja,
 - Premeštanje studenata iz jednog u drugi klaster.

Evaluacija i ocenjivanje

U okviru ove aktivnosti vrši se evaluacija rada studenata i nastavnika na kursu, ocenjivanje rada studenata, kao i evaluacija prilagođenosti adaptiranog sistema za

elektronsko obrazovanje. Podaci o studentima prikupljeni tokom realizacije adaptivnih kurseva koriste se za unapređenje modela studenta i poboljšanje nastavnih materijala. Ocenjivanje znanja studenata vrši se primenom metoda za evaluaciju znanja studenata, pri čemu nastavnik bira jednu od sledeće dve strategije [89]:

1. Za sve studente koristi se isti instrument za evaluaciju znanja. Ovaj način ocenjivanja studenata je dobar u eksperimentalnom okruženju, kada je glavni cilj utvrđivanje u kojoj meri je primenjeni tip nastavne strategije doprineo efikasnosti ili efektivnosti procesa učenja.
2. Koristi se adaptivni instrument za ocenjivanje znanja studenata. Ukoliko su studenti učili u okruženju koje je prilagođeno njihovom stilu učenja, onda i način evaluacije znanja treba da bude prilagođen odgovarajućem stilu učenja. U suprotnom, studenti kojima odgovara način evaluacije znanja ostvariće bolje rezultate, iako je objektivno njihov nivo znanja manji. Preporučene tehnike evaluacije znanja studenata na osnovu stilova učenja prikazane su u tabeli 14.

Tabela 14. *Stilovi učenja i evaluacija znanja studenata*

Stil učenja	Evaluacija znanja
Aktivni	Koristiti mehanizme provere znanja zasnovane na rešavanju konkretnih problema, npr. projekat, eksperiment i sl.
Refleksivni	Koristiti mehanizme provere znanja zasnovane na rešavanju apstraktnih problema, npr. esej, test, i sl.
Sekvencijalni	Evaluacija znanja se vrši u više koraka, pri čemu sekvenca evaluacije prati sekvencu učenja, npr. kolokvijumi tokom semestra
Globalni	Evaluacija znanja se vrši na kraju kursa, npr. usmeni ispit
Vizuelni	Evaluacija znanja se zasniva na prepoznavanju ili crtanju vizuelnih objekata učenja, npr. skica, šema i sl.
Verbalni	Evaluacija znanja se zasniva na pitanjima i odgovorima u formi teksta
Senzorni	Mehanizam provere znanja obuhvata eksperiment, simulaciju, ili se vrši na lokaciji realne pojave
Intuitivni	Mehanizam provere znanja ne zahteva realni kontakt sa problemom

Evaluacija i ocenjivanje sprovode se primenom sledećih instrumenata:

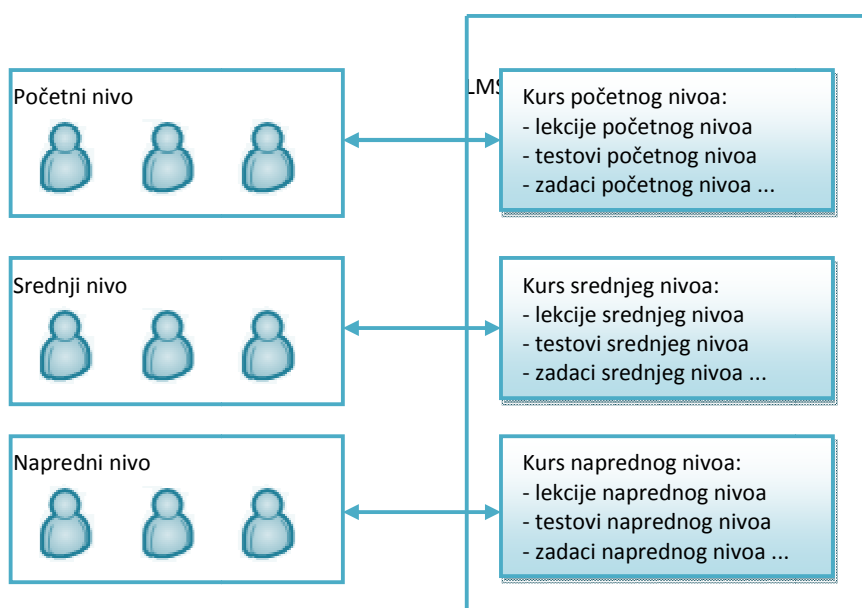
1. Anketiranje studenata, kako bi se utvrdili stavovi mišljenja o adaptiranom kursu;
2. Anketiranje nastavnika, kako bi se utvrdili stavovi o načinu rada studenata na kursu;
3. Evaluacija rada studenata kroz testiranje i ocenjivanje.

4.5 Metode adaptacije

4.5.1 Adaptacija zasnovana na predznanju

Adaptivni sistemi, na bazi predznanja studenata, najčešće studente klasifikuju u dve ili tri grupe i nude različite verzije nastavnog sadržaja za studente sa različitim nivoima znanja. Model podrazumeva utvrđivanje predznanja studenata iz predmetne oblasti, a zatim kreiranje onlajn kursa u kome će objekti učenja biti prilagođeni nivou predznanja grupe studenata. Adaptacija zasnovana na predznanju se može implementirati na dva načina:

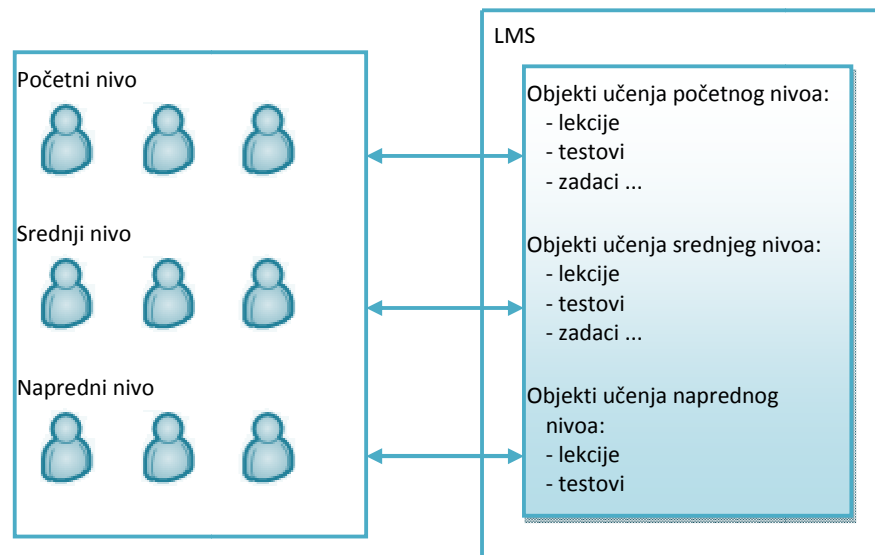
- *Implementacija primenom metodološkog postupka nastavnika.* Nastavnik deli studente u tri grupe na osnovu rezultata testa predznanja. Za svaku grupu kreira se po jedan kurs na LMS sistemu za elektronsko obrazovanje. Na slici 46 je prikazano da studenti mogu pristupati materijalima koji odgovaraju njihovom nivou predznanja i učiti u saradnji sa drugim studentima istog nivoa predznanja.



Slika 46. Adaptacija bazirana na predznanju primenom metodološkog postupka nastavnika

- *Implementacija primenom automatizovanih metoda u LMS-u.* Primenom statističkih metoda, a na osnovu rezultata test predznanja, LMS klasifikuje studente u tri grupe. Svi studenti pohađaju isti kurs u okviru LMS-a, i mogu da uče u saradnji sa studentima većeg predznanja. Sadržaj koji se prezentuje studentu sa utvrđenim nivoom predznanja, kontroliše se od strane LMS-a (slika 47).

Ovaj metod adaptacije zahteva od nastavnika pripremu posebnih materijala za svaki nivo predznanja, pa samim tim i model podrazumeva kreiranje tri grupe studenata.



Slika 47. Adaptacija bazirana na predznanju primenom automatizovanih metoda u LMS-u

Kreiranje većeg broja grupa studenata po nivoima predznanja nije ekonomična sa aspekta napora koje nastavnik treba da uloži za kreiranje nastavnih materijala.

4.5.2 Adaptacija zasnovana na stilovima učenja

Stilovi učenja su jedan od kriterijuma na osnovu kojih se može vršiti adaptacija onlajn kurseva. Jedan od modela stilova učenja je *Felder-Silverman* model stilova učenja. Da bi se *FSLSM* primenio u personalizaciji sistema elektronskog obrazovanja neophodno je uskladiti karakteristike ovog modela stilova učenja i softverskog rešenja za realizaciju sistema.

U ovom modelu razmotrena je mogućnost adaptacije sistema za upravljanje kursevima *Moodle*. Prema istraživanjima [89][90] *Moodle* je jedan od LMS-a sa najviše funkcionalnosti i servisa. *Moodle* je fleksibilan kada je u pitanju dodavanje novih komponenata i integracija sa drugim sistemima i tehnologijama, koji su neophodni za adaptaciju.

Osnovni koncept adaptacije na osnovu stilova učenja zasniva se na utvrđivanju stila učenja studenata na osnovu realizacije uvodnog kursa i ankete. Analizom podataka određuju se stilovi učenja studenata i vrši se klasifikacija u unapred izabrani broj klastera. Za svaki klaster formira se posebni kurs, pri čemu se u okviru svakog kursa koriste samo oni nastavni materijali i aktivnosti koji odgovaraju stilovima učenja specifičnim za taj klaster.

Karakteristike ovog načina adaptacije su [24][54]:

- Studentima su dostupne samo one aktivnosti i resursi koji su odgovarajući za klaster u koji su svrstani;
- Adaptacija je pogodna za većinu studenata u klasteru, ali ne za sve studente u klasteru;
- Adaptacija nastavnih materijala i aktivnosti na kursu se vrši na osnovu preporuka iz literature, a ne na osnovu karakteristika konkretne grupe studenata;

- Nastavnik treba da prati rad studenata na više kurseva paralelno, pri čemu se na svim kursevima izučava ista materija, samo primenom različitih nastavnih strategija;
- Studenti uče u komunikaciji i kolaboraciji samo sa studentima iz istog klastera;
- Ovaj način adaptacije može se realizovati primenom opisanog metodološkog postupka nastavnika, bez programiranja dodatnih modula za softver za učenje na daljinu.

Tabele 15 i 16 prikazuju relacije između različitih stilova učenja i aktivnosti u *Moodle* sistemu za upravljanje učenjem [13][14][24][54][159][160].

Tabela 15. Veze između stilova učenja i aktivnosti dostupnih u LMS Moodle

Aktivnosti	Aktivni	Refleksivni	Vizuelni	Verbalni	Sekvencijalni	Globalni	Senzi- tivni	Intui- tivni
Forum	Konkretni problemi	Teme za razmišljanje	Ne	Da	Da	Gobalne teme	Činjenice, primeri	Apstraktne teme
Čet	Da	Ne	Ne	Da	Često	Ne	Da	Ne
Rečnik	Mnoštvo termina	Koncepti	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne
Baza pojmova	Mnoštvo termina	Koncepti	Tekst sa ilustr.	Tekst	Da	Ne	Da	Ne
Radio-nica	Eksperiment	Neistražene teme	Da	Da	Da	Da	Praktični primeri	Neistražene teme
Istraživanje	Ne	Da	Da	Da	Ne	Da	Da	Da
Izbor	Da	Da	Da	Da	Da	Retko	Da	Ne
Lekcije	Primeri sa problemima	Sa temama za razmišljanje	Multimedijalne	Pisane	Da	Retko	Činjenice, algoritmi	Retko
Zadaci	Studija slučaja, projekti, istraživanje	Esej	Prezentacija rezultata u ppt formatu	Prezentacija rezultata u tekstualn	Zahtevati metodološki pristup	Bitniji su rezultati od metoda	Praktične teme	Neistražene teme
Aktivno-sti učenja kroz igru	Da	Ne	Da	Da	Da	Retko	Da	Ne
Časopis	Ne	Da	Ne	Da	Dnevno ili nedeljno	Retko	Praktični primeri	Apstraktne teme
Komunik.	Licem u lice	E-pošta	Kombinacija	Kombinacija	Kombinacija	Kombinacija	Kombinacija	Kombinacija

Kao što je već opisano, *FSLSM* obuhvata četiri dimenzije učenja i po dva stila učenja u okviru svake dimenzije. Prema ovom modelu stilovi učenja se utvrđuju korišćenjem standardnog upitnika (indeksa stilova učenja) koji obuhvata 44 pitanja, po 11 pitanja za svaku dimenziju učenja. Stil učenja studenta određuje se na osnovu broja odgovora na pitanja iz svake grupe [90].

Osnovni nedostatak ovog upitnika je što se na osnovu njega ne može ništa zaključiti o tome kako najbolje prilagoditi kurs stilovima učenja studenata. Zbog toga je izvršeno prilagođavanje *FSLSM* indeksa stilova učenja, tako da omogućava povezivanje stilova učenja i osnovnih karakteristika sistema za obrazovanje na daljinu.

Tabela 16. Veze između stilova učenja i materijala za učenje raspoloživih u Moodle LMS

Materijali za učenje	Aktivni	Refleksivni	Vizuelni	Verbalni	Sekven- cijalni	Globalni	Senzitivni	Intuitivni
Tekst		✓		✓	✓	✓		✓
Slika	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
Audio		✓		✓	✓		✓	
Multimedija		✓	✓	✓	✓		✓	✓
Video		✓	✓		✓		✓	
Animacija			✓		✓		✓	
Hipertekst		✓	✓					✓
FAQ	✓			✓	✓	✓	✓	
Vesti	✓			✓	✓		✓	

Za potrebe utvrđivanja stilova učenja kreirana je anketa koja, osim pitanja iz standardnog upitnika indeksa stilova učenja, sadrži i pitanja koja omogućavaju povezivanje odgovora na pojedina pitanja sa odgovorima koja se tiču *Moodle* sistema za upravljanje kursovima. Kreirana anketa se sastoji od sledećih grupa pitanja [49]:

- Prva grupa pitanja obuhvata opšta pitanja, kao što su lični i identifikacioni podaci (ime, broj indeksa) i podaci o prethodnom uspehu (prosečna ocena). Ovi podaci su potrebni radi kasnijeg povezivanja i utvrđivanja ponašanja studenta u sistemu za učenje na daljinu.
- Pitanja koja se tiču aktivnog i refleksivnog stila učenja. Pitanja iz indeksa stila učenja su dopunjena pitanjima koja se tiču aktivnosti u *Moodle*-u koje odgovaraju ovoj dimenziji učenja.
- Pitanja koja se tiču senzornog i intuitivnog stila učenja. Cilj prilagođavanja *FSLSM* u ovom delu ankete je da utvrdi koji tip angažovanja na onlajn kursu odgovara ovim stilovima učenja.
- Pitanja koja se tiču vizuelnog i verbalnog stila učenja. Pitanja iz indeksa stilova učenja proširena su pitanjima o konkretnim formatima isporuke sadržaja u *Moodle* sistemu.
- Pitanja koja se tiču sekvencijalnog i globalnog stila učenja proširena su pitanjima koja se tiču upravljanja tokom i dinamikom onlajn kursa.

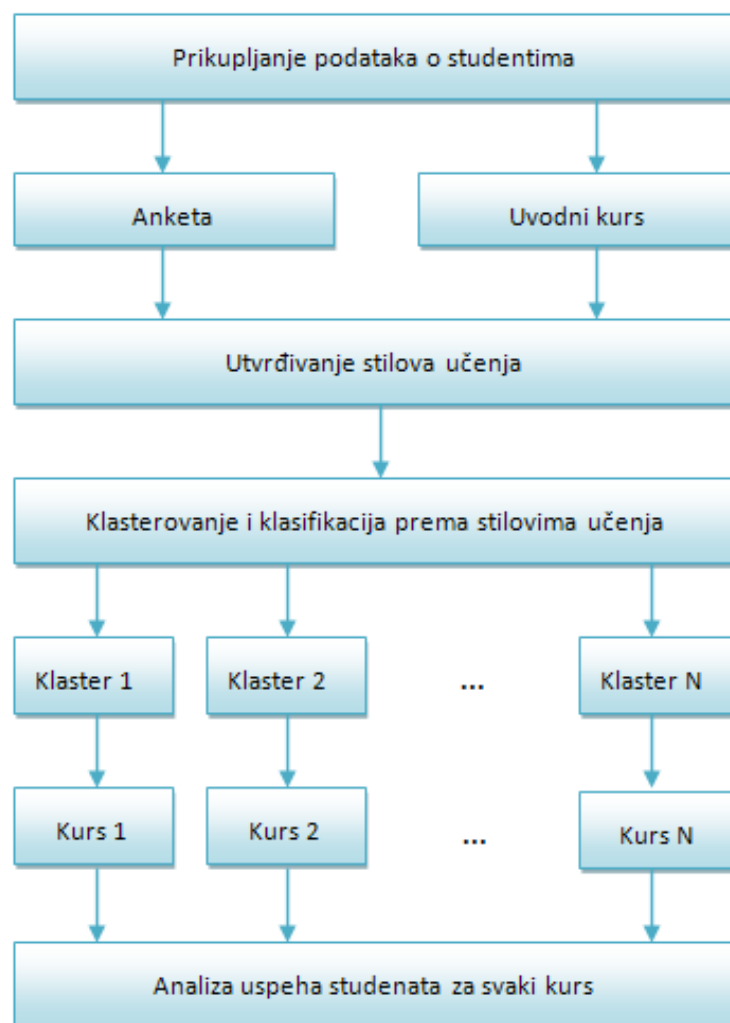
Na većinu pitanja ponuđeni su odgovori u petostepenoj *Likertovoj* skali, dok su u pitanjima koja se odnose na specifične aktivnosti u sistemu za upravljanje učenjem ponuđeni odgovori specifični za svako pitanje. U pojedinim pitanjima odgovori su otvorenog tipa. Validacija ankete izvršena je korišćenjem *Kronbahovog* alfa koeficijenta (tabela 17).

Tabela 17. *Validacija prilagođenog indeksa stilova učenja*

Dimenzija	Kronbahov alfa koeficijent
A-R	0.6000
S-I	0,5181
V-V	0,5556
S-G	0,5076

Stil učenja utvrđen prilagođenim upitnikom za utvrđivanje stilova učenja unapređuje se analizom podataka prikupljenih u sistemu za učenje na sledeći način:

- Za svakog studenta posmatra se koje je aktivnosti i resurse koristio, koliko često i koliko uspešno;
- Analizira se zavisnost vrednosti svake od dimenzija stilova učenja od ponašanja studenata na pojedinačni aktivnostima;
- Ukoliko stil učenja utvrđen na osnovu upitnika, ne odgovara ponašanju studenta u sistemu, vrši se korekcija stila učenja.

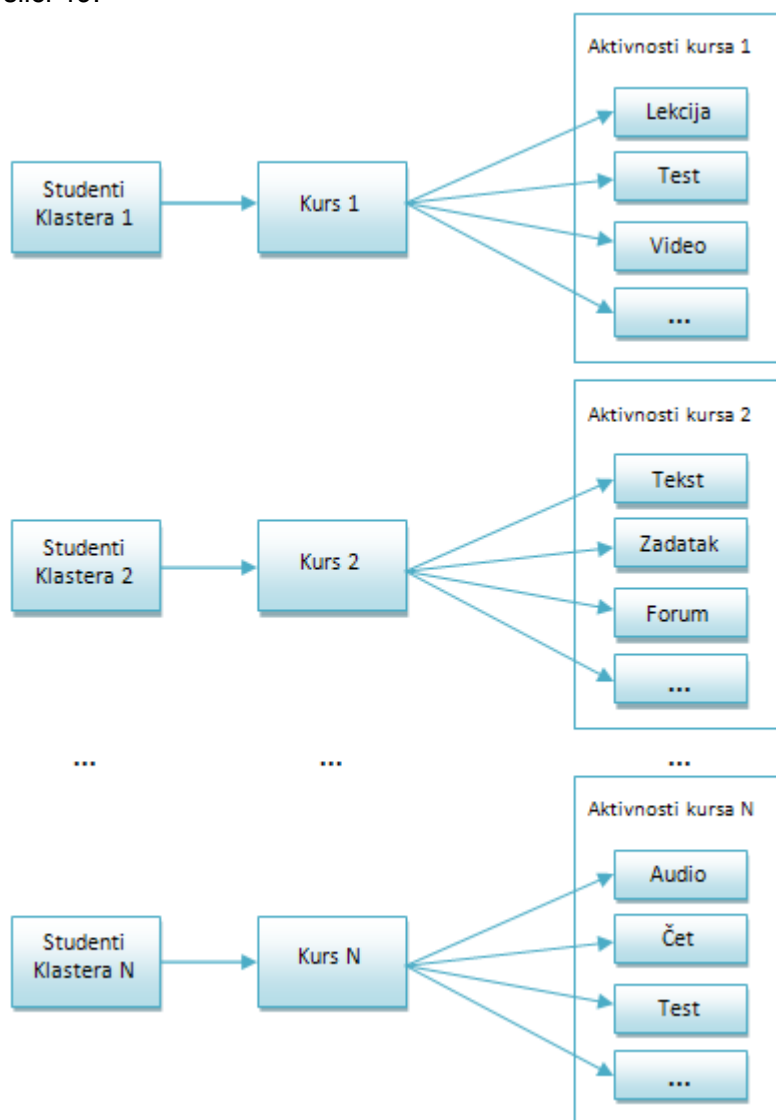


Slika 48. *Adaptacija na osnovu stila učenja studenata*

Karakteristike ovog načina adaptacije su:

- Studentima su dostupne samo one aktivnosti i resursi koji su odgovarajući za klaster u koji su svrstani;
- Adaptacija je pogodna za većinu studenata u klasteru, ali ne za sve studente u klasteru;
- Adaptacija nastavnih materijala i aktivnosti na kursu se vrši na osnovu preporuka iz literature, a ne na osnovu karakteristika konkretne grupe studenata;
- Nastavnik treba da prati rad studenata na više kurseva paralelno, pri čemu se na svim kursevima izučava ista materija, samo primenom različitih nastavnih strategija;
- Studenti uče u komunikaciji i kolaboraciji samo sa studentima iz istog klastera;
- Ovaj način adaptacije može se realizovati primenom opisanog metodološkog postupka nastavnika, bez programiranja dodatnih modula za softver za učenje na daljinu.

Koncept kreiranja onlajn kurseva i dodele aktivnosti pojedinim grupama studenata prikazan je na slici 49.



Slika 49. Kreiranje kurseva adaptiranih na osnovu stilova učenja

4.5.3 Adaptacija zasnovana na objektima učenja

Objekat učenja je element ili kolekcija elemenata koji imaju zajednički cilj učenja. Pomoću objekata učenja ostvaruje se novi konceptualni model procesa učenja, jer su objekti učenja male, celovite jedinice učenja koje se mogu koristiti u različitim kurikulumima. Kako bi mogli ponovo da se koriste u različitim kontekstima, objekti učenja moraju biti opisani odgovarajućim metapodacima. Osnovne karakteristike objekata učenja su:

- Pristup - objektima učenja se često realizuje u okviru distribuiranog obrazovnog okruženja, npr. *LMS*-a.
- Interoperabilnost - objekti učenja razvijeni na jednoj platformi treba da se koriste i na drugim platformama, pri čemu integritet objekta mora ostati očuvan. Interoperabilnost se ostvaruje primenom metapodataka i standarda.
- Adaptivnost - objekti učenja su prilagođeni osobi ili situaciji u kojoj se koriste.
- Mogućnost ponovnog korišćenja - objekti učenja dozvoljavaju korisnicima da ih koriste više puta, često u različitim kontekstima.
- Trajnost - objekti učenja treba da budu nezavisni od verzija softverskog okruženja u kome se koriste i da imaju upotrebnu vrednost tokom dužeg vremenskog perioda.
- Granularnost - objekat učenja može biti jedan resurs, modul ili ceo kurs. Ukoliko su objekti učenja manji, potrebno je više napora za njihovu sistematizaciju, opisivanje i pretraživanje.

Objekti učenja u *Moodle*-u klasifikovani su prema tabeli 18 [45].

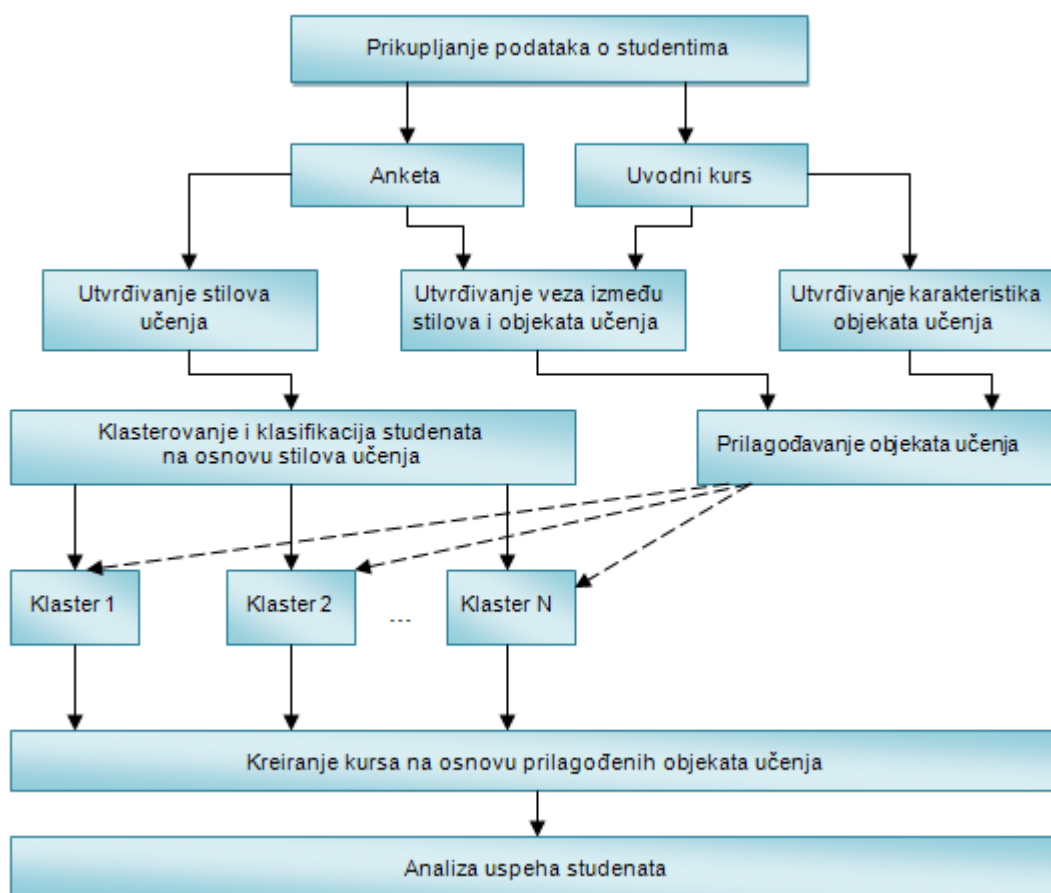
Tabela 18. *Objekti učenja u Moodle-u*

Objekti učenja u <i>Moodle</i> -u	
Aktivnosti	Podtipovi
Lekcija	Tekstualne lekcije
	Video lekcije
Test	-
Domaći zadatak	Onlajn esej
	Postavljanje fajla
	Oflajn zadataka
Radionica	-
Forum	Standardni forum
	Forum sa jednom diskusijom
	Nastavnički forum
Čet	-
Rečnik	-
Baza pojmova	-
Ukrštenica	-
Dnevnik	-
Izbor	-
SCORM	-
Resursi	Formati
Tekst	<i>doc, pdf</i>
Video materijal	<i>avi, swf, flv</i>
Audio materijal	<i>mp3</i>

U *Moodle* sistemu za upravljanje učenjem, ukoliko se pod objektom učenja smatra jedan resurs ili aktivnost, navedeni uslovi su zadovoljeni:

- *Moodle* je distribuirano obrazovno okruženje, kome nastavnici i studenti mogu pristupati sa različitih lokacija.
- *Moodle* podržava *SCORM* standard, pa se aktivnosti i resursi kreirani u drugim alatima mogu koristiti.
- Objekti učenja se lako mogu prebacivati iz jednog u drugi e-kurs.
- Granularnost objekata učenja definiše nastavnik.

Model adaptacije zasnovan na objektima učenja prikazan je na slici 50. U okviru modela, ključni element predstavlja utvrđivanje karakteristika pojedinih objekata učenja koje se mogu povezati sa nekom od dimenzija *Felder-Silverman* modela stilova učenja. Prikupljanje podataka vrši se kroz anketiranje studenata kako bi se utvrdili stilovi učenja, i kroz uvodni kurs, kako bi se pratilo korišćenje pojedinih objekata učenja. Zatim, vrši se uporedna analiza stilova učenja i ponašanja studenata na onlajn kursu, i utvrđivanje koji objekti učenja odgovaraju kom stilu učenja.



Slika 50. Adaptacija kursa na osnovu karakteristika objekata učenja

Sama adaptacija onlajn kursa vrši se definisanjem korisničkih rola koje odgovaraju svakom uočenom klasteru. Na kurs se postavljaju svi objekti učenja, po sledećim principima:

- Objekti učenja koji odgovaraju svim klasterima imaju globalna prava pristupa (svi studenti mogu pristupati i koristiti ove objekte na isti način);

- Objekti učenja koji su potrebni za efikasnu komunikaciju i kolaboraciju između studenata i nastavnika imaju globalna prava pristupa;
- Nad objektima učenja koji su specifični za odgovarajući stil učenja postavljaju se prava pristupa tako da samo studenti iz odgovarajućeg klastera mogu koristiti ovaj objekat. Pri tome, nastavnik može izabrati jednu od sledeće dve strategije:
 - Svi studenti mogu da pristupe svim objektima učenja, ali samo studenti iz odgovarajućeg klastera mogu da pristupe konkretnom sadržaju i aktivnosti. Na ovaj način, studenti imaju uvid u materijale i aktivnosti koje koriste studenti iz drugih klastera;
 - Studenti mogu sa pristupe samo onim objektima koji odgovaraju njihovom načinu učenja. Na ovaj način, studenti nemaju uvid u materijale i aktivnosti koje koriste studenti iz drugih klastera.

Osnovne karakteristike ovakvog načina adaptacije su:

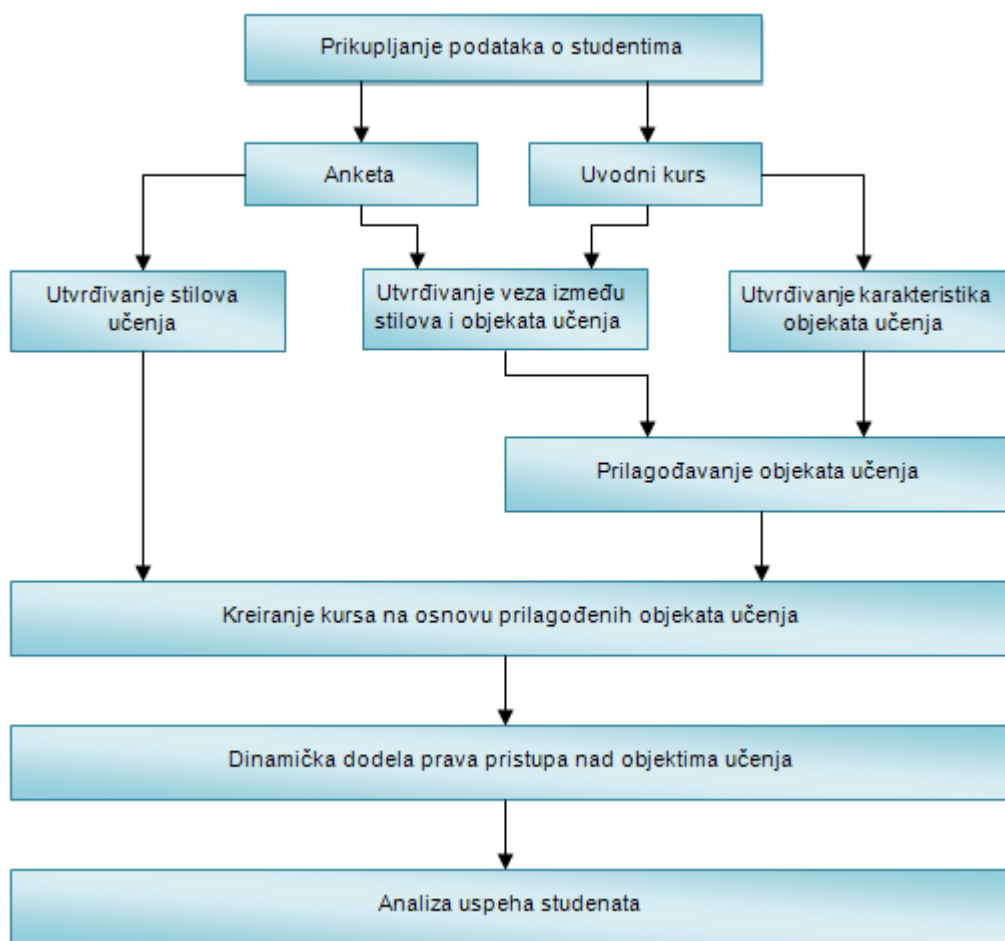
- Svi studenti uče u okviru jednog onlajn kursa,
- Adaptacija je pogodna za većinu studenata u klasteru, ali ne za sve studente u klasteru,
- Adaptacija nastavnih materijala i aktivnosti na kursu se vrši na osnovu karakteristika konkretne grupe studenata,
- Nastavnik prati rad više grupa studenata na istom kursu,
- Studenti uče u komunikaciji i kolaboraciji sa studentima iz svih klastera,
- Ovaj način adaptacije može se realizovati primenom opisanog metodološkog postupka nastavnika, bez programiranja dodatnih modula za softver za učenje na daljinu.

4.5.4 Adaptacija zasnovana na stilovima i objektima učenja

Adaptacija bazirana na stilovima učenja i objektima učenja obuhvata kombinaciju prethodna dva modela. Model obuhvata paralelno utvrđivanje stilova učenja studenata, karakteristika objekata učenja i veza između njih radi kreiranja onlajn kursa, gde su objekti učenja prilagođeni pojedinačnim stilovima učenja svakog studenta ponaosob (slika 51).

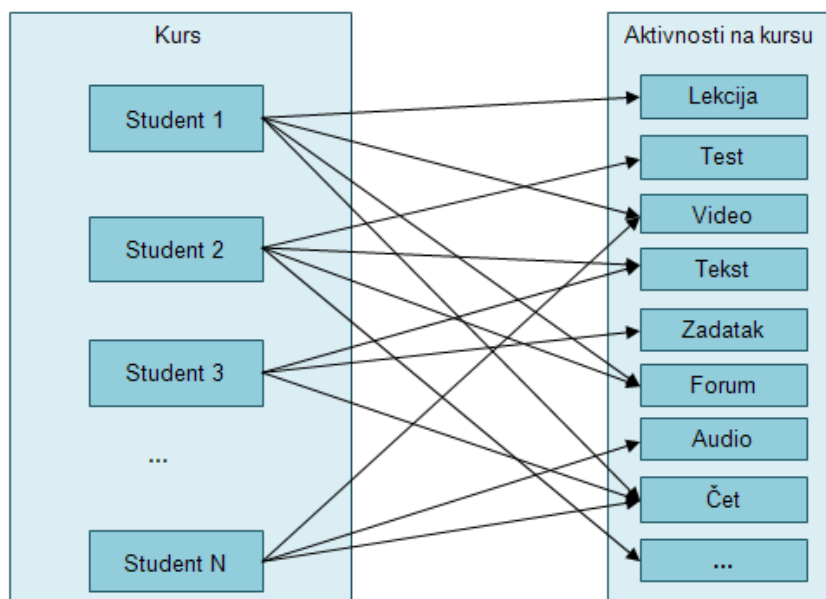
Ovaj model podrazumeva automatizovanu adaptaciju i dodelu prava pristupa nad pojedinim objektima učenja svakom studentu ponaosob. Studenti se ne svrstavaju u tipične klastere, već se za svakog pojedinačnog studenta iz skupa postojećih objekata učenja utvrđuju oni koji najviše odgovaraju njegovom stilu učenja. Osnovne karakteristike ovog načina adaptacije su:

- Potpuna adaptacija - sistem se prilagođava svakom studentu ponaosob;
- Nastavni materijali i aktivnosti su adaptirani na osnovu karakteristika studenata;
- Potreban je veći napor nastavnika za pripremu nastavnih materijala;
- Nastavnik prati rad studenata na jednom kursu;
- Učenje se može realizovati u komunikaciji i kolaboraciji sa drugim studentima nezavisno od stila učenja;
- Ovaj način adaptacije se ne može realizovati samo promenom metodološkog postupka nastavnika, već je potrebno razvijati nove module za softver sistema za upravljanje učenjem.



Slika 51. Adaptacija zasnovana na stilovima i objektima učenja

Koncept kreiranja onlajn kurseva i dodele aktivnosti pojedinim studentima prikazan je na slici 52.



Slika 52. Kreiranje kursa zasnovanog na adaptaciji stilova i objekata učenja

4.6 Prilagođavanje Felder-Silverman modela stilova učenja

Kao što je već opisano, *FSLSM* obuhvata četiri dimenzije učenja i po dva stila učenja u okviru svake dimenzije. Prema ovom modelu stilovi učenja se utvrđuju korišćenjem standardnog upitnika (indeksa stilova učenja) koji obuhvata 44 pitanja, po 11 pitanja za svaku dimenziju učenja. Stil učenja studenta se određuje na osnovu broja odgovora na pitanja iz svake grupe [60].

Osnovni nedostatak ovog upitnika je što se na osnovu njega ne može ništa zaključiti o tome kako najbolje prilagoditi kurs stilovima učenja studenata. Zbog toga je izvršeno prilagođavanje *FSLSM* indeksa stilova učenja tako da omogućava povezivanje stilova učenja i osnovnih karakteristika sistema za obrazovanje na daljinu.

Za potrebe utvrđivanja stilova učenja kreirana je anketa koja osim pitanja iz standardnog upitnika indeksa stilova učenja sadrži i pitanja koja omogućavaju povezivanje odgovora na pojedina pitanja sa odgovorima koja se tiču *Moodle* sistema za upravljanje kursovima. Kreirana anketa se sastoji od sledećih grupa pitanja [49]:

- Prva grupa pitanja obuhvata opšta pitanja, kao što su lični i identifikacioni podaci (ime, broj indeksa) i podaci o prethodnom uspehu (prosečna ocena). Ovi podaci su potrebni radi kasnijeg povezivanja i utvrđivanja ponašanja studenta u sistemu za učenje na daljinu.
- Pitanja koja se tiču aktivnog i refleksivnog stila učenja. Pitanja iz indeksa stila učenja su dopunjena pitanjima koja se tiču aktivnosti u *Moodle*-u koje odgovaraju ovoj dimenziji učenja.
- Pitanja koja se tiču senzornog i intuitivnog stila učenja. Cilj prilagođavanja *FSLSM* u ovom delu ankete je da utvrdi koji tip angažovanja na onlajn kursu odgovara ovim stilovima učenja.
- Pitanja koja se tiču vizuelnog i verbalnog stila učenja. Pitanja iz indeksa stilova učenja proširena su pitanjima o konkretnim formatima isporuke sadržaja u *Moodle* sistemu.
- Pitanja koja se tiču sekvencijalnog i globalnog stila učenja proširena su pitanjima koja se tiču upravljanja tokom i dinamikom onlajn kursa.

Na većinu pitanja ponuđeni su odgovori u petostepenoj *Likertovoj* skali, dok su u pitanjima koja se odnose na specifične aktivnosti u sistemu za upravljanje učenjem ponuđeni odgovori specifični za svako pitanje. U pojedinim pitanjima odgovori su otvorenog tipa.

Za kvantifikaciju stila učenja studenata zadržana je skala sa opsegom od -11 do +11. Za svaki od odgovora studentima je dodeljen odgovarajući "broj poena" prema tabeli 19.

Tabela 19. Prilagođeno kvantifikovanje stilova učenja

Stil	U potpunosti se slažem	Delimično se slažem	Ne mogu da se odlučim	Delimično se na slažem	U potpunosti se ne slažem	Stil
Aktivni	-11	-5,5	0	5,5	11	Refleksivni
Senzorni						Intuitivni
Vizuelni						Verbalni
Sekvencijalni						Globalni

Sabiranjem poena koje je student dobio na odgovorima iz pojedine grupe pitanja, dobija se kvantitativna vrednost njegovog stila učenja.

Stil učenja utvrđen na ovaj način unapređuje se analizom podataka prikupljenih u sistemu za učenje na sledeći način:

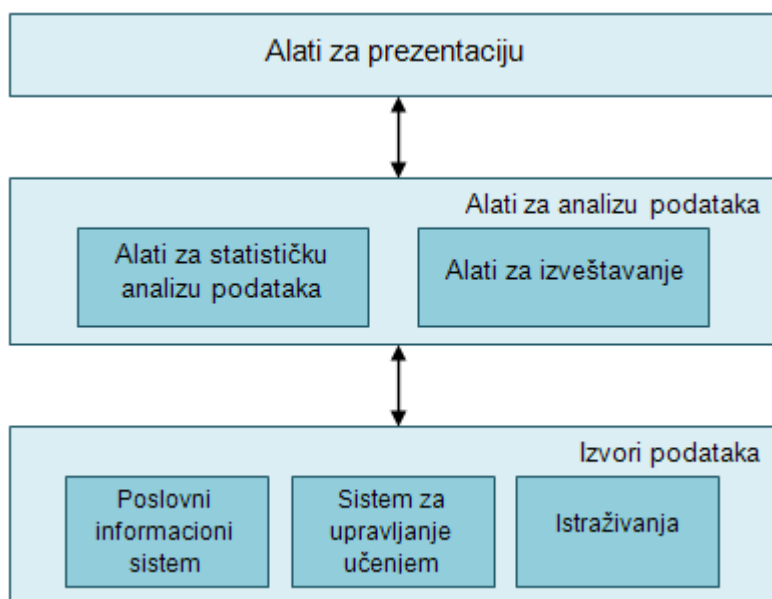
- Za svakog studenta posmatra se koje je aktivnosti i resurse koristio, koliko često i koliko uspešno;
- Analizira se zavisnost vrednosti svake od dimenzija stilova učenja od ponašanja studenata na pojedinačni aktivnostima;
- Ukoliko stil učenja utvrđen na osnovu upitnika ne odgovara ponašanju studenta u sistemu vrši se korekcija stila učenja.

4.7 Softverski sistem za realizaciju predloženog adaptivnog modela

Elementi softverskog sistema za realizaciju razvijenog modela su [158]:

1. Izvori podataka. Izvori podataka su razne baze podataka u kojima se mogu naći podaci potrebni za kreiranje modela studenta. Osnovni izvori podataka su poslovni informacioni sistem obrazovne ustanove, zatim sistem za upravljanje procesom učenja i istraživanja sprovedena radi utvrđivanja stilova učenja studenata.
2. Alati za analizu podataka. Ovaj segment obuhvata alate za statističku analizu podataka i alate za izveštavanje. Ovi alati mogu biti integrisani u okviru jednog softverskog alata ili mogu biti nezavisni softverski alati.
3. Alati za prezentaciju. Ovaj segment obuhvata alate za kreiranje izveštaja i vizuelizaciju rezultata analize.

Struktura softverskog sistema potrebnog za realizaciju opisanog modela prikazana je na slici 53.



Slika 53. Model softverske arhitekture sistema

Za realizaciju istraživanja potrebno je koristiti odgovarajući softver kao podršku. Ovi softverski alati mogu biti specijalizovani ili opšti. Specijalizovani softver se razvija samo za potrebe konkretnog istraživanja i ne može se koristiti za druge svrhe. Opšti softver se može koristiti za određene tipove istraživanja i nezavisan je od načina na koji se istraživanje realizuje.

LMS sistem za upravljanje učenjem je softverska aplikacija za administriranje, dokumentovanje, praćenje i izveštavanje o događajima koji se realizuju putem Interneta kao što su programi elektronskog učenja, razne onlajn obuke ili neki drugi vid onlajn događaja. *LMS* rešenje mora da ispuni sledeće zahteve: centralizovana i automatizovana administracija, podrška za brzu isporuku sadržaja, skalabilna platforma orijentisana ka Internetu, mora omogućiti personalizovan sadržaj i ponovno korišćenje znanja. Virtuelna okruženja za učenje koja koriste univerziteti i fakulteti omogućavaju profesorima da bolje organizuju kurseve i da imaju intenzivniju razmenu informacija sa studentima za kraće vreme. Karakteristike *LMS-a* su [73]:

- Upravljanje korisnicima,
- Upravljanje kursevima,
- Upravljanje izveštajima,
- Kalendar kursa,
- *Learning path* – interaktivni kursevi vode studenta ka spoznaji informacija i alata pomoću kojih je moguće personalizovano transformisati informaciju u znanje bez obzira na kognitivnu strukturu studenta,
- Razmene poruka i obaveštenja između studenata,
- Prikaz rezultata,
- Ocenjivanje kursa,
- Orijentisana ka Internetu ili mešovita isporuka sadržaja kursa.

Poslovni informacioni sistemi predstavljaju računarski sistem koji je sposoban da manipuliše velikim brojem podataka, a primenjuje se u obrazovnoj instituciji. Poslovni informacioni sistemi su tehnološke platforme koje omogućavaju integraciju i koordinaciju obrazovnih procesa. Osnovne karakteristike poslovnog informacionog sistema su:

- Performanse,
- Skalabilnost,
- Pouzdanost,
- Interoperabilnost.

Praćenjem i merenjem procesa dobija se veliki broj podataka čijim se prostim posmatranjem ne mogu izvesti relevantni zaključci. Pomoću alata za statističku analizu podataka može se iz tih podataka dobiti kratka, objektivna informacija na osnovu koje se dalje mogu doneti odluke i preuzeti potrebne aktivnosti za unapređenje procesa. Alati za statističku analizu podataka treba da imaju podršku za deskriptivnu statistiku, linearnu regresiju, faktor analizu, klaster analizu, testiranje statističkih hipoteza, itd.

Alati za izveštavanje predstavljaju integrisan softverski paket sa modulima koji su potrebni za normalno odvijanje poslovnih procesa obrazovne institucije. Ovi programski paketi minimizuju ili potpuno eliminišu potrebu za čuvanje podataka u različitim programima.

Neke od osnovnih opcija koje svi alati za izveštavanje podržavaju su:

- Mogućnost prilagođavanja i menjanja gotovih izveštaja prema potrebama i u skladu sa zahtevima korisnika;
- Imaju bazu gotovih izveštaja koji se najčešće koriste;
- Obezbeđuju format pogodan za rad i u drugim alatima za izveštavanje.

Alati za prezentaciju predstavljaju računarski softver čija je funkcija prikaz informacija i to najčešće u formi slajdova. Osnovne funkcionalnosti ovih programskih paketa su:

- Editor teksta
- Metod za unos grafičkih elemenata i manipulaciju nad njima
- Sistem za prikaz sadržaja

Softver za prezentacije se može podeliti u softver za poslovne prezentacije i alate za multimedijalnu prezentaciju. Softver za poslovnu prezentaciju karakteriše jednostavnost i brzinu upotrebe, dok alati za multimedijalne prezentacije omogućavaju kreiranje složenijih prezentacija koje uključuju audio i video elemente.

4.8 Servisi adaptivnog elektronskog obrazovanja

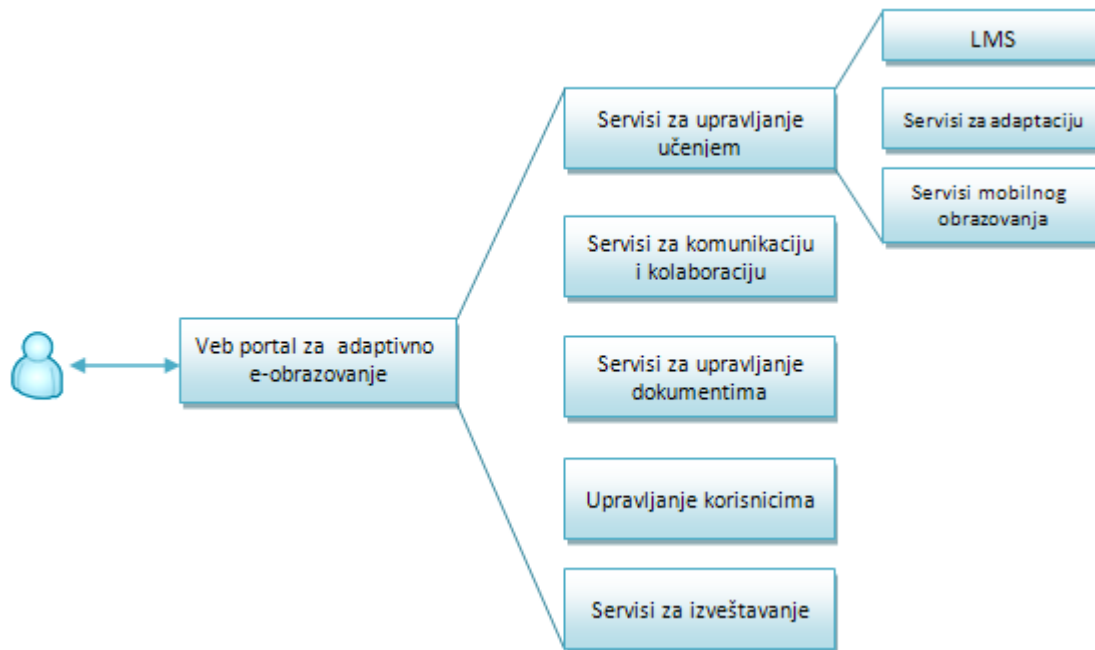
Centralizovanu lokaciju za servise i resure adaptivnog elektronskog obrazovanja predstavlja veb portal. U okviru obrazovne ustanove može se kreirati globalni veb portal za sve korisnike, kao i veb portali za pojedinačne katedre ili laboratorije.

Servisi koje Veb portal za adaptivno elektronsko obrazovanje obezbeđuje su (slika 54):

- Upravljanje učenjem - poseban modul portala koji omogućava integraciju sa sistemom za upravljanje učenjem. Obrazovni sadržaji su prilagođeni korišćenjem razvijenih servisa za adaptaciju i mogu se isporučivati na više tipova korisničkih uređaja (desktop, laptop, mobilni uređaji, i dr.)
- Komunikacija i kolaboracija - modul koji obuhvata niz integrisanih servisa za komunikaciju i kolaboraciju između učesnika u obrazovnom procesu. Servisi su integrisani i preko zajedničke baze kontakt podataka o studentima, nastavnicima i službama obrazovne institucije.
- Upravljanje dokumentima - modul sa bibliotekama dokumenata optimizovanim za upravljanje glavnim elementima adaptivnog elektronskog obrazovanja (izveštaji, dashboard, itd.). *Dashboard* predstavlja šablon veb stranice koji omogućava sklapanje i prikazivanje informacija iz različitih izvora podataka kao što su izveštaji, grafikoni, kao i iz drugih standardnih modula (lista kontakata, obaveštenja itd).
- Upravljanje korisničkim naložima. Administratori portala imaju mogućnost kreiranja i održavanja korisničkih uloga, korisnika, kao i dodele prava nad pojedinačnim resursima ili aplikacijama portala. Kao baza podataka o korisnicima koristi se *LDAP*.
- Pristup relevantnim informacijama realizuje se kreiranjem personalizovanih i dinamičkih izveštaja. Omogućena je integracija izvora podataka, pretraga po raznim kriterijumima, postavljanje ad hoc upita, kao i vizuelizacija rezultata.

Veb portal za adaptivno elektronsko obrazovanje sadrži posebne biblioteke dokumenata za skladištenje izveštaja, lista i veza ka eksternim resursima. Takođe, omogućuje pristup šablonima i veb modulima čijom kombinacijom se mogu kreirati složene veb stranice. U okviru portala postoji funkcija pretraživanja i studenti mogu vršiti pretragu informacija na portalu po svim modulima. Na svakom od modula moguća je prijava i na nivou samog

izveštaja, tako da studenti automatski, putem elektronske pošte, SMS-a ili drugog komunikacionog kanala, primaju obaveštenja.



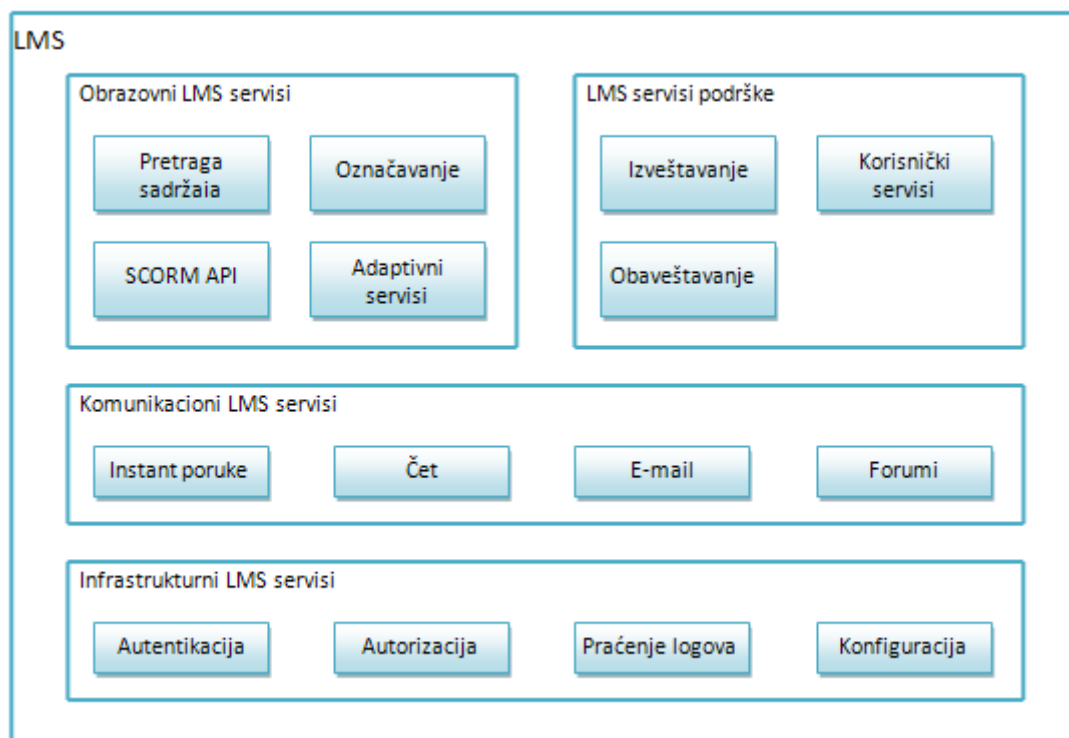
Slika 54. Osnovni servisi portala za adaptivno elektronsko obrazovanje

4.8.1 LMS servisi za upravljanje učenjem

Upravljanje kursevima, upravljanje studentskim nalogima, komunikacioni alati, itd., su samo neki od servisa koje *LMS* sistemi pružaju korisnicima. Integracijom ovih sistema u veb portal, neophodno je integrisati pojedine servise sistema za upravljanje učenjem u module veb portala ili druge aplikacije dostupne preko portala. *LMS* treba da omogući osnovne servise koji se odnose na sledeće:

- Upravljanje korisničkim nalogima. Korisnički nalozi kreirani u *LMS*-u treba da budu sinhronizovani sa korisničkim nalogima na celom sistemu.
- Upravljanje kursevima. Ovi servisi omogućavaju kreiranje, administraciju, adaptaciju i nadgledanje kurseva koji se odvijaju u *LMS*.
- Kreiranje nastavnih materijala. Nastavnicima je omogućeno da korišćenjem eksternih alata i aplikacija integrisanih u portal kreiraju nastavne materijale i aktivnosti koje će studentima biti dostupne kroz *LMS*. Nastavni materijali i aktivnosti treba da budu standardizovani.
- Postavljanje nastavnih materijala na portal može se realizovati kroz postavljanje linkova ka materijalima u *LMS*-u. Linkovi treba da budu personalizovani i da odgovaraju korisničkoj ulozi i potrebama korisnika.
- Pretraga nastavnih materijala. U okviru opcije za pretragu portala potrebno je integrisati i opcije za pretragu nastavnih materijala dostupnih u *LMS*-u. Za realizaciju ove funkcionalnosti potrebno je napraviti bazu metapodataka o materijalima i aktivnostima na kursu.
- Ocenjivanje. Nastavnici mogu da podešavaju način ocenjivanja i ocenjuju studente. Izveštaji o ocenama dostupni su u različitim modulima i aplikacijama portala, a ne samo u *LMS*-u.

LMS servisi se mogu razvrstati po slojevima prikazanim na slici 55. Komunikacioni servisi omogućavaju povezivanje sa drugim aplikacijama za komunikaciju i kolaboraciju u okviru veb portala. Takođe, infrastrukturni servisi omogućavaju zajednički interfejs ka drugim aplikacijama i servisima u okviru veb portala.



Slika 55. Slojevi LMS servisa

5. Implementacija predloženog modela

5.1 Projektni zadatak

Iz do sada navedenog, može se zaključiti da primena koncepata adaptivnosti može značajno doprineti kvalitativnom poboljšanju obrazovnog procesa na različite načine. Ova disertacija ima za cilj izgradnju adaptivnog modela elektronskog obrazovanja primenom određenih adaptivnih metoda i tehnika i ispitivanje mogućnosti realizacije adaptivnog kursa na bazi razvijenog adaptivnog modela, uz istovremeno postizanje ekonomičnosti ovog procesa. Upravljanje elektronskim kursevima treba realizovati preko *LMS Moodle-a*, koji je dizajniran da pomogne predavačima da kreiraju kvalitetne on-line kurseve i da usmeravaju rezultate svojih studenata. Rešenje mora biti fleksibilno i proširivo za ugradnju savremenih standarda iz oblasti elektronskog obrazovanja kao i primene Internet tehnologija.

Primenom modela opisanog u prethodnom poglavlju, potrebno je realizovati adaptaciju kursa. Kao pilot projekat za adaptaciju kurseva koristiće se kurs *Programiranje za Internet*, koji slušaju studenti druge godine Visoke tehnološke škole strukovnih studija u Šapcu, na smeru Informacione tehnologije. Eksperimentalno istraživanje je obavljeno sa kontrolnom (70 studenata) i eksperimentalnom grupom (50) studenata. Cilj studenata obe grupe bio je da, putem e-učenja, usvoje nastavne sadržaje i steknu potrebno znanje iz predmeta "Programiranje za Internet" i u okviru njega nauče da programiraju u JAVI.

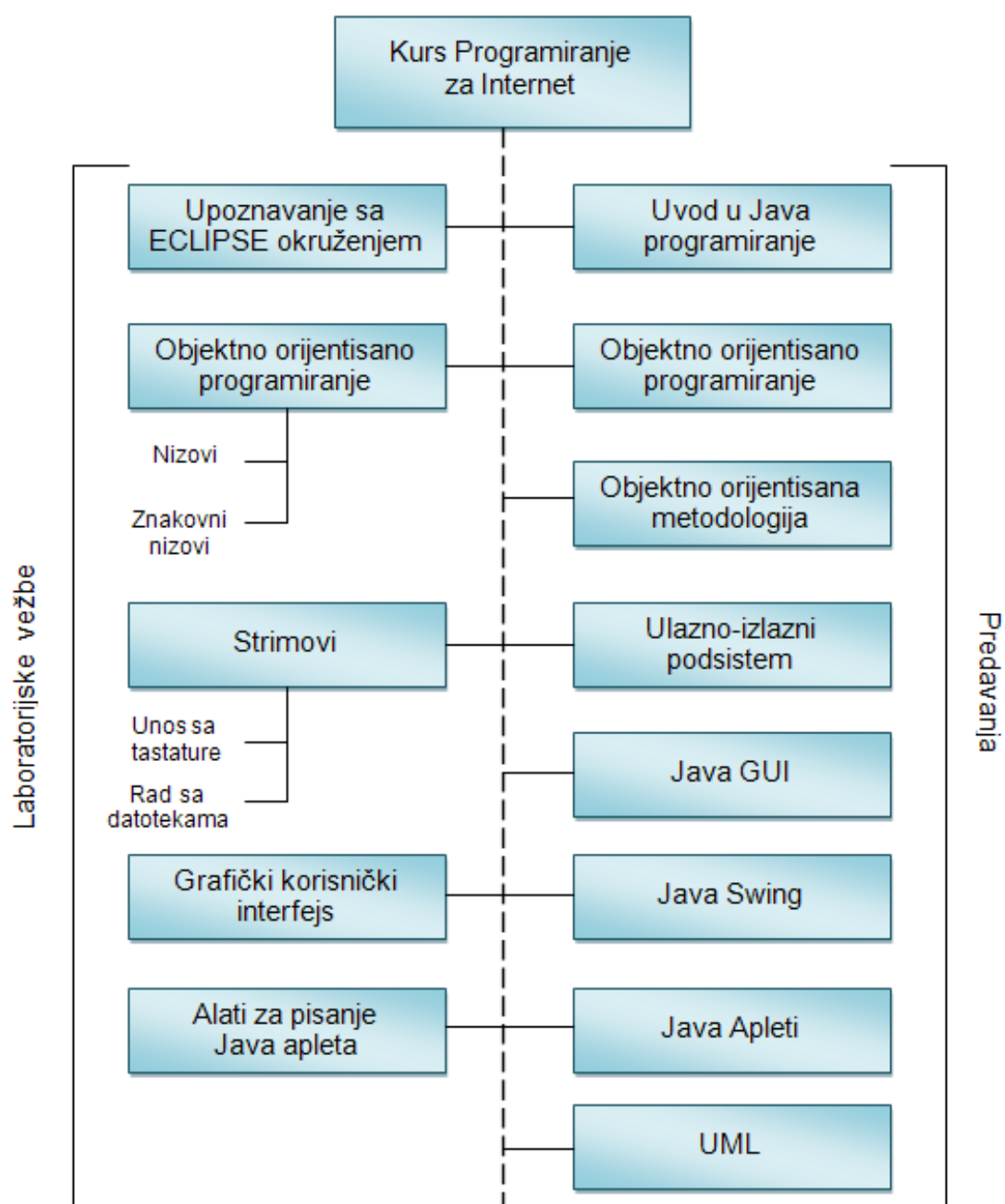
Kako studenti tokom drugog semestra slušaju predmet Osnovi programiranja, koji ima za cilj sticanje osnovnih znanja o algoritmima, strukturama podataka, fazama programiranja i programskim jezicima, a tokom trećeg semestra predmet Programski jezici, koji ima za cilj osposobljavanje studenata za samostalno programiranje, nije vršen preliminarni test kako bi se proverilo njihovo znanje iz oblasti osnova programiranja.

Zbog ostvarivanja ekonomičnosti procesa, studente eksperimentalne grupe treba klasifikovati u tri klastera, pri čemu su svakom klasteru prilagođeni i prezentovani različiti nastavni sadržaji, kao i zadaci i testovi provere znanja.

Predloženo rešenje treba da ispuni sledeće osnovne zahteve:

- Primenom odgovarajućeg metodološkog postupka nastavnika realizovati adaptaciju;
- Adaptacija treba da se bazira na grupnoj personalizaciji;
- U okviru *Moodle* sistema za učenje treba realizovati adaptaciju.

Na slici 56 prikazana je struktura neadaptivnog kursa iz predmeta *Programiranje za Internet* u programskom jeziku *Java*.



Slika 56. Struktura neadaptivnog kursa Programiranje za Internet

5.2 Definisanje skupa aktivnosti razvoja adaptivnog e-obrazovanja

Kao pogodna metoda adaptacije, a na osnovu projektnog zahteva, izabrana je metoda bazirana na stilovima učenja. Gantogram razvoja adaptivnog sistema e-obrazovanja za kurs koji traje jedan semestar prikazan je u tabeli 20.

Tabela 20. Gantogram razvoja adaptivnog sistema e-obrazovanja

Nedelje																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Prikupljanje podataka																			
Analiza podataka																			
	Razvoj adaptivnih e-kurseva																		
					Realizacija adaptivnih e-kurseva														
																			Evaluacija i ocenjivanje

U daljem tekstu opisan je predloženi način pristupa problemu i zasniva se na modelu opisanom u prethodnom poglavlju.

5.2.1 Prikupljanje podataka

Podaci o studentima potrebni za kreiranje adaptivnog kursa su sakupljeni iz dva izvora: anketa i uvodni kurs.

Studenti su anketirani na početku eksperimenta, pre realizacije uvodnog kursa. Usled brojnih ograničenja koja se javljaju tokom procesa personalizacije kurseva, ne samo u vezi sa kursevima, nego i na nivou celokupnog sistema elektronskog obrazovanja, anketa je kreirana kao proširenje *FSLSM*. Pitanja su formulisana tako da reprezentuju četiri dimenzije stilova učenja. Anketa se sastojala iz 30 pitanja od kojih su pojedina bila vezana za opšte informacije (srednja ocena, godina studija), dok su se ostala pitanja bavila motivacijom za učenje, načinom komunikacije, prezentacije gradiva, upravljanjem vremenom, kao i timskim radom.

Uvodni kurs je kreiran u *Moodle LMS* i obuhvatio je različite aspekte programiranja. Kurs nije bio adaptiran i studentima su na raspolaganju bili različiti tipovi materijala i aktivnosti. Na kraju, studenti su bili u obavezi da polažu test, kreiran tako da proceni stečena znanja iz materijala za učenje. Rezultati testova i drugih aktivnosti na uvodnom kursu su iskorišćeni u određivanju stilova učenja studenata.

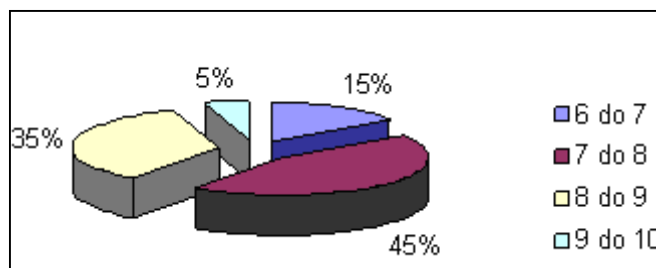
Svi podaci sakupljeni u opisanim fazama su integrisani u jednu tabelu, tako da pitanja iz ankete i sa testa na uvodnom kursu, predstavljaju po jednu kolonu. Redovi tabele su popunjeni nizovima odgovora studenata. Ovakva tabela je pogodna za dalju analizu i razvoj modela za klasifikaciju studenata. Nakon integracije, podaci su transformisani i redukovani. Broj opcija za odgovore je transformisan u tri, a nedostajuće vrednosti su zamenjene prosečnim vrednostima. Na početku su postavljena određena pitanja, koja usmeravaju dalju analizu [172]:

- Koji broj klastera je najadekvatniji?
- Koje su osnovne karakteristike unutar klastera i razlike između njih?
- Koja ulazna promenljiva, odnosno stil učenja ima dominantan uticaj u grupisanju studenata?
- Da li je kreirani model za klasifikaciju pogodan za dalju analizu?
- Kakvi sadržaji bi trebalo da budu prezentovani?
- Koji način komunikacije je najpogodniji prema određenim klasterima?

Prvi deo analize prikupljenih podataka obuhvatio je analizu podataka prikupljenih anketiranjem studenata i povezivanje rezultata sa stilovima učenja studenata. U okviru ankete, grupa opštih pitanja obuhvatila je pitanja koja se tiču:

- Prethodnog obrazovanja,
- Prosečne ocene u dosadašnjem toku studiranja,
- Smera studiranja,
- Godine studija.

Prosečne ocene studenata u uzorku tokom dosadašnjeg studiranja prikazane su na slici 57. Može se uočiti da najveći broj studenata ostvaruje prosečne rezultate – ukupno 80% studenata ima prosečnu ocenu između 7 i 9. Manji broj studenata postiže loše rezultate (15%, prosečna ocena ispod 7), a mali je i broj studenata koji postižu nadprosečne rezultate (5%, prosečna ocena preko 9).



Slika 57. Prosečna ocena tokom dosadašnjih studija

Pitanja koja se tiču aktivnog i refleksivnog stila učenja

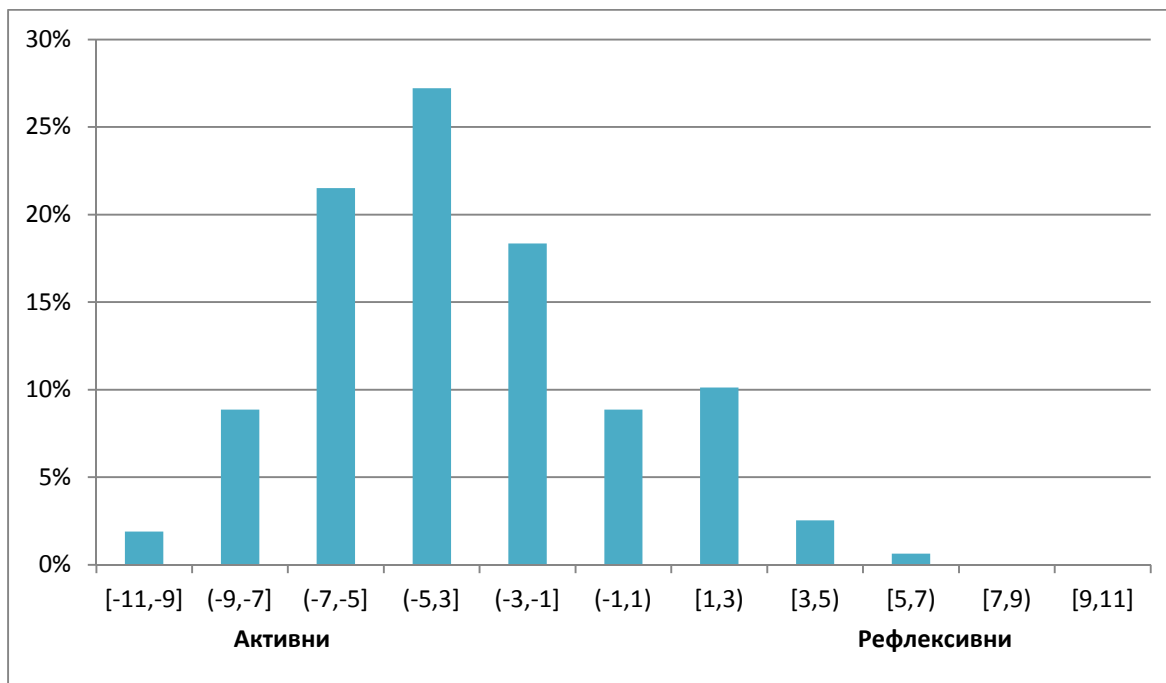
Ovaj deo ankete je obuhvatio 16 pitanja koja se tiču aktivnog i refleksivnog stila učenja. Pitanja iz ankete i raspodela odgovora prikazani su u tabeli 21.

Tabela 21. *Pitanja koja se tiču aktivnog i refleksivnog stila učenja*

Pitanje	U potpunosti se slažem	Delimično se slažem	Ne mogu da se odlučim	Delimično se ne slažem	U potpunosti se ne slažem
Češće me doživljavaju kao društvenu osobu	51.62%	28.94%	7.34%	11.76%	0.34%
Češće me doživljavaju kao povučenu osobu.	1.92%	13.10%	28.75%	13.46%	42.77%
Bolje usvajam znanje kroz praktičan rad.	67.95%	27.39%	1.91%	3.18%	0.00%
Bolje usvajam znanje razmišljajući o gradivu koje učim	45.51%	21.66%	10.19%	15.92%	5.10%
Tokom studiranja upoznao/la sam veliki broj studenata	57.05%	28.03%	5.73%	8.28%	1.27%
Tokom studiranja upoznao/la sam mali broj studenata	3.85%	7.01%	21.66%	7.01%	60.51%
Kada radim nešto prvi put, radije bih odmah isprobao/la	28.85%	39.49%	11.46%	15.29%	3.82%
Kada radim nešto prvi put, radije bih promislio/la pre upotrebe.	12.82%	24.20%	29.30%	20.38%	12.74%
Radije učim u grupi	21.79%	23.57%	17.20%	17.83%	19.75%
Radije učim samostalno	30.77%	21.02%	18.47%	15.29%	14.01%
Više volim kada profesor zada temu seminarskog /projektnog rada	16.67%	22.93%	15.29%	31.21%	14.01%
Više volim kada sam/a predložim temu seminarskog/ projektnog rada	20.51%	24.20%	16.56%	29.30%	9.55%
Više volim da sam definišem rokove za ispunjavanje predispitnih obaveza	42.95%	28.03%	10.19%	15.29%	3.82%
Više volim da profesor definiše rokove pojedinih predispitnih obaveza	9.62%	12.74%	26.75%	25.48%	21.02%
	Domaći zadatak	Test	Lekcija	Forum	Kombinovano
Aktivnost/i koja vas najviše motiviše za učenje	15.38%	36.32%	2.54%	5.10%	40.76%
Aktivnost/i koja vam najviše pomaže prilikom učenja	19.77%	19.11%	8.93%	8.38%	43.94%

Na osnovu odgovora studenata, može se uočiti da većina studenata sebe smatra aktivnim učenicima, ali da se u nekim situacijama češće ponaša refleksivno.

Primenom indeksa stilova učenja, raspodela studenata aktivnog i refleksivnog stila učenja, prikazana je na slici 58.



Slika 58. Raspodela studenata aktivnog i refleksivnog stila učenja

Na osnovu prvih analiza može se zaključiti da najveći broj studenata pripada umereno aktivnom ili neutralnom stilu učenja, a da mali broj studenata pripada izrazito aktivnom ili izrazito refleksivnom stilu učenja.

Pitanja koja se tiču senzornog i intuitivnog stila učenja

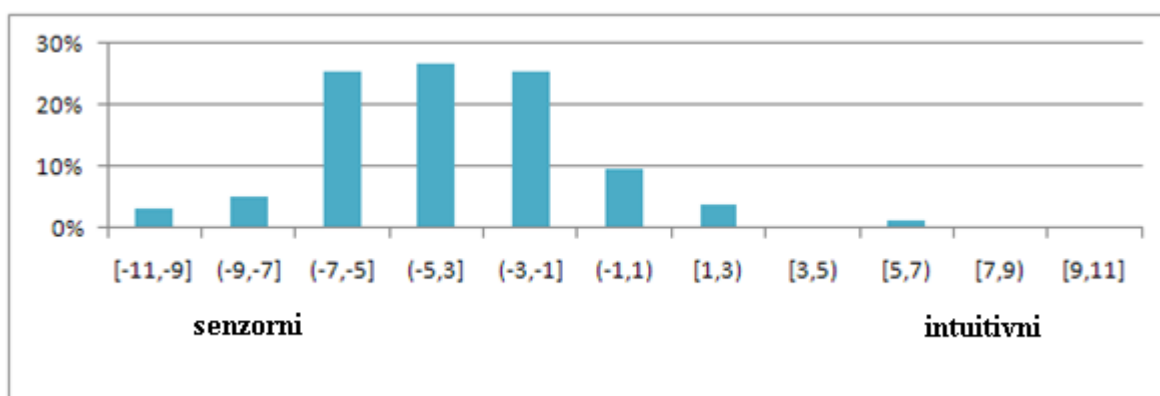
Ovaj deo ankete je obuhvatio pitanja koja se tiču senzornog i intuitivnog stila učenja. Pitanja i raspodela odgovora prikazani su u tabeli 22.

Tabela 22. Pitanja koja se tiču senzornog i intuitivnog stila učenja

Pitanje	U potpunosti se slažem	Delimično se slažem	Ne mogu da se odlučim	Delimično se ne slažem	U potpunosti se ne slažem
Kao predavač, nastavu bih bazirao/la na prezentovanju činjenica i situacija iz života.	49.36%	35.26%	3.85%	10.90%	0.64%
Kao predavač, nastavu bih bazirao/la na prezentovanju ideja i teorija.	7.41%	26.56%	29.13%	22.44%	12.82%
Lakše usvajam znanja ako je predavanje zasnovano na konkretnom materijalu (podacima i činjenicama).	64.10%	26.92%	0.64%	7.05%	0.64%

Lakše usvajam znanja ako je predavanje zasnovano na abstraktnom materijalu (teorijama i konceptima).	3.21%	12.54%	39.74%	12.18%	33.33%
Više mi se sviđa koncept koji se bazira na činjenicama.	50.64%	36.54%	3.85%	7.05%	0.64%
Više mi se sviđa koncept koji se bazira na teoriji.	3.21%	10.26%	40.38%	13.46%	32.05%
Lakše usvajam podatke.	23.08%	25.64%	23.08%	19.87%	7.69%
Lakše usvajam koncepte.	28.85%	32.69%	9.26%	17.95%	11.26%
Sebe smatram realističnim/om.	48.44%	31.05%	5.77%	13.46%	1.28%
Sebe smatram inovativnim/om.	23.72%	42.95%	14.10%	16.67%	2.56%
Više volim da radim seminarski rad nego projekat.	11.54%	18.59%	21.15%	30.13%	18.59%
Više volim da radim praktičan rad/projekat nego seminarski rad.	39.74%	19.87%	7.69%	22.44%	8.97%

Slika 59 prikazuje raspodelu studenata u odnosu na dimenziju senzornog i intuitivnog stila učenja. Uočava se da mali broj studenata pripada umereno intuitivnom stilu učenja, dok većina studenata pripada umereno ili izrazito senzornom stilu.



Slika 59. Raspodela studenata senzornog i intuitivnog stila učenja

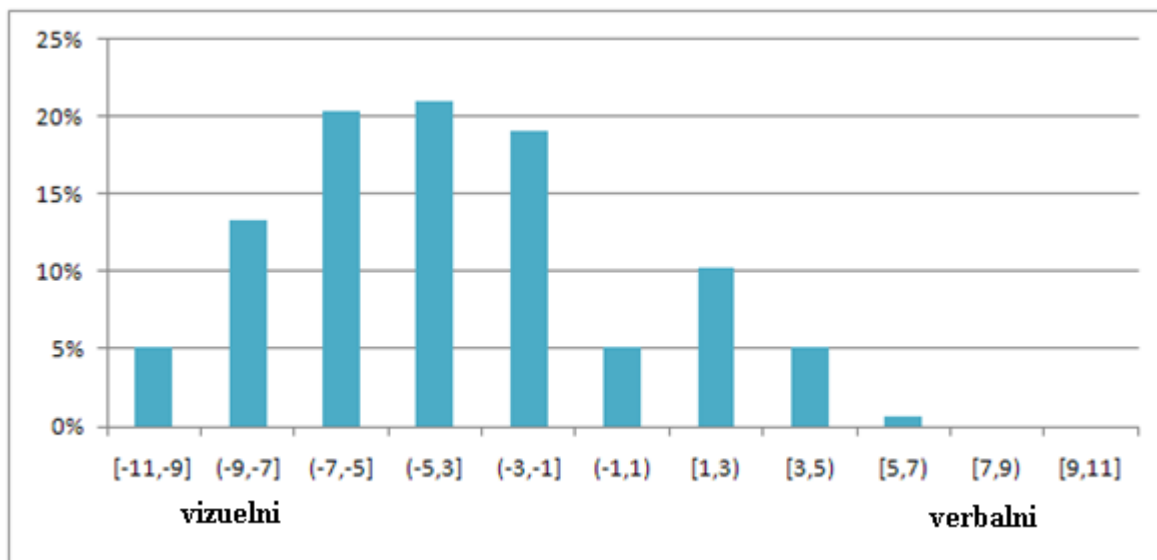
Pitanja koja se tiču vizuelnog i verbalnog stila učenja

Ovaj deo ankete je obuhvatio 13 pitanja koja se tiču vizuelnog i verbalnog stila učenja. Pitanja iz ankete i raspodela odgovora prikazani su u tabeli 23.

Tabela 23. *Pitanja koja se tiču vizuelnog i verbalnog stila učenja*

Pitanje	U potpunosti se slažem	Delimično se slažem	Ne mogu da se odlučim	Delimično se ne slažem	U potpunosti se ne slažem
Kada proučavam podatke, više mi odgovaraju tabele i grafikoni	32.89%	38.16%	9.87%	14.47%	4.61%
Kada proučavam podatke, više mi odgovara kratak tekstualni prikaz.	9.87%	25.66%	30.26%	20.39%	13.82%
U knjizi sa mnogo slika i tabela pomno proučavam slike i tabele.	21.05%	40.79%	14.47%	17.11%	6.58%
U knjizi sa mnogo slika i tabela fokusiram se na tekst.	9.21%	22.37%	31.58%	21.71%	15.13%
Lakše usvajam nove informacije preko slika, dijagrama, grafika ili tabela.	42.11%	37.50%	5.26%	11.84%	3.29%
Lakše usvajam nove informacije preko teksta ili usmenog izlaganja.	9.87%	24.34%	29.61%	24.34%	11.84%
Najbolje pamtim ono što vidim.	62.50%	26.32%	2.63%	7.89%	0.66%
Najbolje pamtim ono što čujem.	11.84%	35.53%	21.71%	23.03%	7.89%
Kada razmišljam šta sam radio juče, pre ću se setiti slike.	60.53%	23.68%	3.95%	11.18%	1.32%
Kada razmišljam šta sam radio juče, pre ću se setiti reči.	5.26%	21.71%	28.29%	23.68%	20.39%

Slika 60 prikazuje raspodelu studenata u odnosu na dimenziju vizuelnog i verbalnog stila učenja. Većina studenata iz uzorka pokazuje osobine umerenog ili izrazito vizuelnog stila učenja, dok se manji broj studenata može svrstati u grupu umereno verbalnog stila učenja.



Slika 60. Raspodela studenata vizuelnog i verbalnog stila učenja

Pitanja koja se tiču sekvencijalnog i globalnog stila učenja

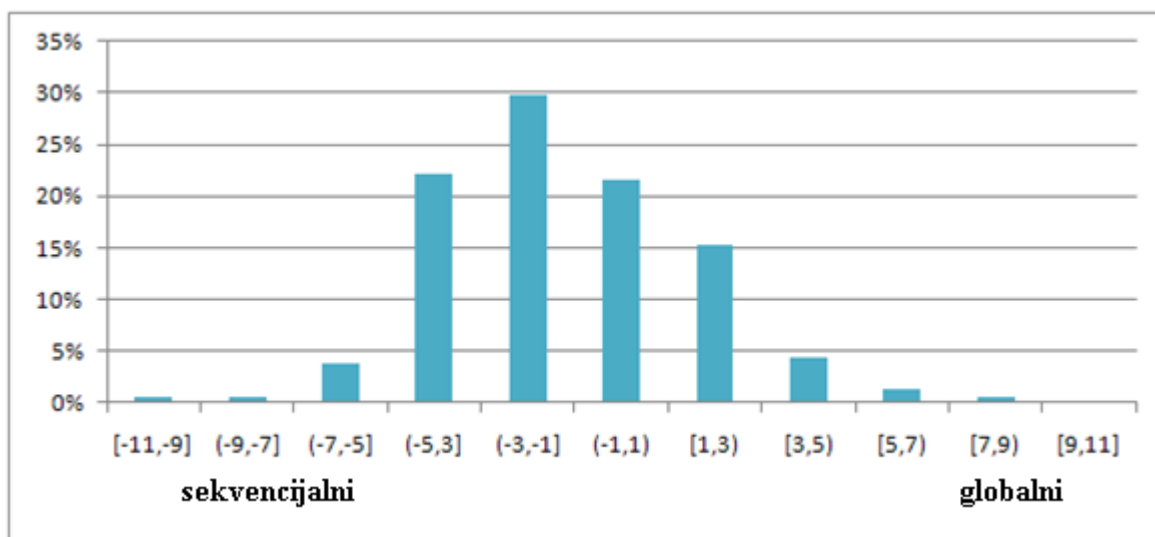
Ovaj deo ankete je obuhvatio 14 pitanja koja se tiču sekvencijalnog i globalnog stila učenja. Pitanja iz ankete i raspodela odgovora prikazani su u tabeli 24.

Tabela 24. Pitanja koja se tiču sekvencijalnog i globalnog stila učenja

Pitanje	U potpunosti se slažem	Delimično se slažem	Ne mogu da se odlučim	Delimično se ne slažem	U potpunosti se ne slažem
Kada usvajam nova znanja iz određene oblasti, radije se fokusiram na oblast izučavanja, pokušavajući da naučim što više mogu.	22.52%	42.38%	11.92%	21.85%	1.32%
Kada usvajam nova znanja iz određene oblasti, radije pokušavam da povežem oblast sa srodnim temama.	34.44%	42.38%	9.93%	11.92%	1.99%
Više volim da predavač postepeno i na jasan način prezentuje materijal.	65.56%	22.52%	4.64%	7.28%	0.66%
Više volim da predavač predstavi celinu teme i poveže je sa drugim temama.	33.77%	33.77%	11.26%	17.88%	4.64%
Kada jednom razumem sve delove, razumem i celinu.	43.71%	36.42%	7.95%	12.58%	0.00%
Kada jednom razumem celinu, razumem kako se delovi uklapaju.	39.07%	31.13%	9.93%	17.22%	3.31%
Kada rešavam problem u grupi, radije razmišljam o fazama procesa rešavanja problema	15.23%	38.41%	13.91%	31.13%	2.65%

Kada rešavam problem u grupi, radije razmišljam o mogućim posledicama ili primenama rešenja u širem okviru.	20.53%	29.14%	16.56%	31.13%	3.97%
Lakše razumem detalje, dok mi opšta slika može ostati delimično nejasna.	9.93%	22.52%	27.81%	28.48%	10.60%
Lakše razumem celu sliku, dok mi detalji mogu ostati delimično nejasni.	26.49%	31.13%	14.57%	23.84%	3.97%
Više volim kada profesor prezentuje veliki broj tema sa nižim nivoom detaljnosti.	11.26%	20.53%	27.15%	22.52%	18.54%
Više volim kada profesor prezentuje manji broj tema sa višim nivoom detaljnosti.	29.80%	23.84%	17.22%	23.18%	5.30%
Više mi odgovara da seminarski rad radim sam, nego u timu.	15.23%	18.54%	17.88%	12.58%	35.10%
Više mi odgovara polaganje ispita po delovima nego u celosti.	77.48%	12.58%	1.99%	7.28%	1.32%

Na osnovu preliminarne analize, zaključuje se da kada je u pitanju ova dimenzija stilova učenja, većina studenata spada u neutralni, umereno sekvencijalni ili umereno globalni stil. Broj studenata sa izraženim globalnim ili sekvencijalnim stilom je mali (slika 61).



Slika 61. Raspodela studenata sekvencijalnog i globalnog stila učenja

5.2.2 Analiza podataka sa uvodnog kursa

Tokom uvodnog kursa praćen je rad studenata i analizirani su rezultati i aktivnosti studenata tokom uvodnog kursa. Opšta analiza prikazana je u tabeli 25.

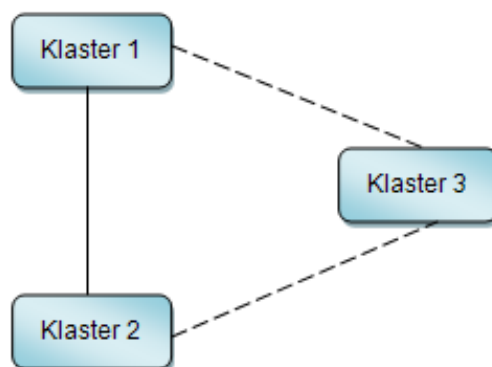
Tabela 25. Aktivnosti studenata na uvodnom kursu

Aktivnosti	Broj akcija	Prosečan broj akcija po studentu
Broj predatih domaćih zadataka	377	3,02
Broj pristupa domaćim zadacima	6779	42,84
Pregled bloga	387	2,45
Prijava za dodatne aktivnosti	544	3,44
Pregled ocena	500	3,16
Broj postavljenih diskusija na forumu	39	0,25
Broj postavljenih odgovora na forumu	14	1
Broj pretraga foruma	42	0,3
Broj pristupa forumu	6361	40,26
Rešavanje testa	206	1,3
Pregled rezultata testa	1214	7,68
Pregled resursa	10455	66,17
Pregled dodatnih aktivnosti	647	4,09
Pregled podataka o korisnicima	4503	28,50

Na osnovu preliminarne analize, utvrđuje se da studenti prosečno najviše koriste resurse (knjige, skripte, prezentacije, itd.), zatim domaće zadatke i forum. Takođe, studenti često pretražuju podatke o drugim studentima.

Klasifikacija studenata u odgovarajuće klasterne

Kako bi se klasteri tačnije definisali, razmotreni su podaci prikupljeni tokom uvodnog kursa. Analizirana je zavisnost pojedinih dimenzija stilova učenja i ponašanje studenata na uvodnom kursu. Zatim je izvršeno klasterovanje korišćenjem kombinacije podataka prikupljenih u anketi i na uvodnom kursu. Polazeći od pretpostavke da će stepen implementirane adaptivnosti biti veći ako se definišu tri kategorije studenata, odlučeno je da se adaptivni kurs sprovede unutar tri klastera. U slučaju podele studenata u tri klastera, rezultati su konzistentniji, logičniji i boljeg kvaliteta. Unutar klastera 1 svrstan je najveći broj studenata, dok je između klastera 2 i 3 uočena jača povezanost.



Slika 62. Dijagram klastera

- U klaster 1 će biti svrstani studenti sa sledećim osobinama:
 - Umereno ili izraženo sekvencijalni stil,
 - Umereno aktivni stil,
 - Izraženi vizuelni stil,
 - Izraženi senzitivni stil.
- U klaster 2 će biti svrstani studenti sa sledećim osobinama:
 - Umereno globalni stil,
 - Umereno ili izraženo aktivni stil,
 - Umereno ili izraženo vizuelni stil,
 - Umereno senzitivni stil.
- U klaster 3 će biti svrstani studenti sa sledećim osobinama:
 - Umereno ili izraženo sekvencijalni stil,
 - Umereno refleksivni stil,
 - Umereno verbalni stil,
 - Umereno intuitivni stil.

5.2.3 Razvoj adaptivnih e-kurseva

Na osnovu navedenih analiza, izvršena je uporedna analiza klastera i planiranje onlajn kurseva za svaki klaster, prikazana u tabeli 26. Većina studenata je klasifikovana u klaster 2, koji predstavlja kombinaciju vizuelnog, senzitivnog, aktivnog i globalnog stila učenja [49].

Tabela 26. *Adaptacija kurseva*

	Klaster 1	Klaster 2	Klaster 3
Tip prezentacije	Multimedijalni materijali	Kombinovano	Tekstualni materijali
Aktivnost na kursu	– Zadaci podrazumevaju projekte, studije slučaja – Zadatke jasno i detaljno definišu nastavnici – Rokovi su striktno definisani – Aktivnosti u <i>Moodle LMS</i> obuhvataju lekcije, radionice, zadatke	– Svi tipovi aktivnosti – Rokovi nisu striktno definisani – Aktivnosti u <i>Moodle LMS</i> obuhvataju viki, rečnike, lekcije	– Zadatke jasno i detaljno definišu nastavnici – Najveći deo zadatka se odnosi na pisanje eseja
Ocenjivanje i samoocenjivanje	Test sa multimedijalnim pitanjima	Test i usmeno odgovaranje	Usmeno odgovaranje
Komunikacija sa nastavnicima	Licem-u-lice, video konferencija	Forum, čet, licem-u-lice	Forum, čet, licem-u-lice

Primer forme za kreiranje kursa prikazan je na slici 63.

Slika 63. Primer forme za kreiranje kursa

Pre nego što se pristupi portalu, mora se kreirati nalog za svakog predavača i studenta, a uslov je da se ovo radi putem e-mail-a. Poruka se šalje sa *Moodle*-a, nakon što se popuni registracioni obrazac za novi izveštaj, koji ima pristup sa glavnog *Login* ekrana. Portal poseduje sigurnosni mehanizam koji uređuje prava nad portalom preko korisničkog imena

i lozinke. Svaki učesnik kursa dobija od administratora predefinisano korisničko ime (ono može biti npr. kombinacija imena i prvog slova prezimena) i lozinku koja će biti tajna, a prosleđena putem elektronske pošte². Slika 64 prikazuje interfejs za kreiranje korisničkog naloga za svakog studenta.

Slika 64. Kreiranje korisničkog naloga

Drugi obrasci koji se tiču autentičnosti korisnika, sadržani su u Moodle-u (npr. radni izveštaji, spoljna baza podataka, *IMAP*, *POP3*, *LDAP*, kao i pristup *news* forumima sa *SSL* kodiranjem, itd.).

Kada se jednom napravi korisnički nalog, *Moodle* administrator može promeniti izveštaj na osnovu login dozvole. Svakom korisniku je dovoljan *jedan* nalog za pristup celom sajtu. Svaki nalog može imati drugačija prava pristupa. Slede vrste korisničkih izveštaja koje korisnik *Moodle*-a može dobiti:

- Administrator (može raditi bilo šta i ići bilo gde unutar *Moodle*-a);
- Nastavnik sa dozvolom urednika (može obogatiti kurs aktivnostima i omogućiti povratnu informaciju za učenika – npr. ocene, komentare zadataka, itd.);
- Nastavnik bez uredničke dozvole (može obezbediti samo povratnu informaciju-npr. ocene, komentare zadataka);
- Studentski (osnovni - može uticati samo na sadržaj kursa);
- Kreator kursa (može kreirati nove kurseve, predavati unutar njih i odabrati učitelje).

Studenti mogu pristupiti *Moodle* kursu koristeći bilo koji pretraživač, uključujući *InternetExplorer*, *Mozilla Firefox* i *Safari*.

Nalog *administratora* upravlja kreiranjem kurseva i definiše *predavača* dodelom korisnika pojedinim kursevima. Jedini nalog koji ima dozvolu kreiranja kurseva i držanja nastave u njima je nalog kreatora kursa. Moguće je predavaču ukinuti prava izmene kursa (za privremene predavače).

² Using Moodle –course, <http://moodle.org/course>

Slika 65. Obrazac za registraciju

Studentima se preporučuje kreiranje sopstvenog “profila”, koji sadrži i fotografiju i unos osnovnih podataka. Sakrivanje e-mail adrese je dozvoljeno. Ispis studenata može izvršiti predavač po želji, a u slučaju neaktivnosti, sistem ispisuje studenta automatski, nakon isteklog zadatog vremenskog perioda.

Predloženi model *Moodle* kursa uključuje aktivnosti za učenje koje su studentima predstavljene u specifičnom formatu. Od više formata kursa koje *Moodle* omogućuje (Tema, Nedeljni, Društveni), u ovom radu je izabran format Tema. Ovaj format je predviđen za učenje sopstvenim tempom. Administrator sistema postavlja kategorije kurseva na web sajt koje predstavljaju smerove, koje studenti Visoke tehnološke škole biraju pri upisu na studije. Neke od postojećih kategorija prikazuje slika 65. Klikom na odgovarajuću kategoriju, student prelazi na “home page” odgovarajućeg kursa iz liste predmeta koji pripadaju toj kategoriji (slika 66).

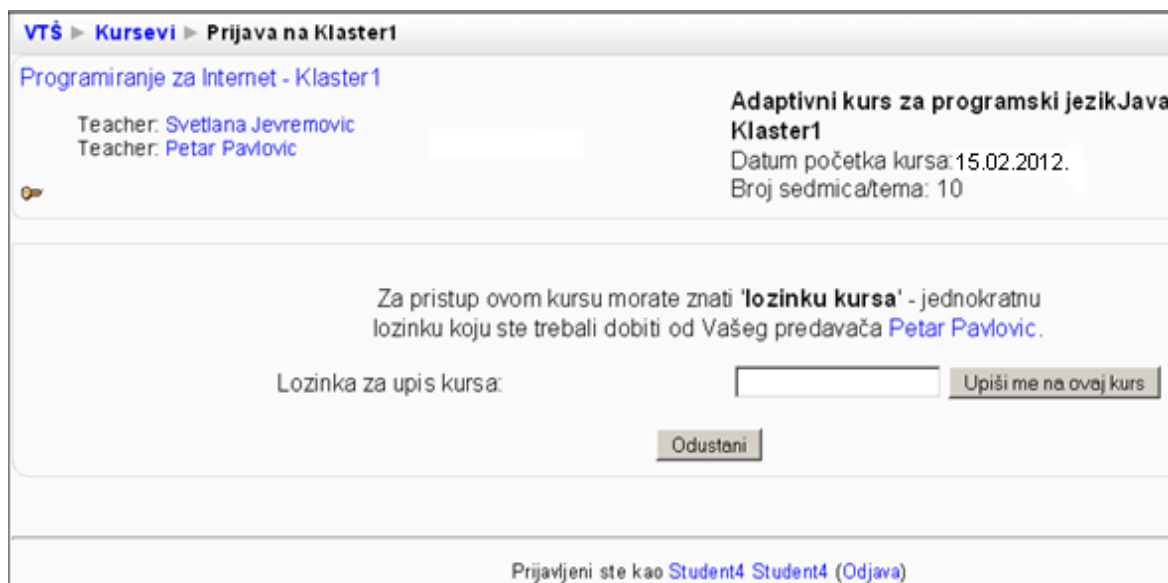
Slika 66. Kategorije kurseva

Unutar kategorije “Informacione tehnologije” diferenciraju se tri kursa za predmet Programiranje za Internet, jer su definisana tri klastera studenata: *klaster 1*, *klaster 2* i *klaster 3*.



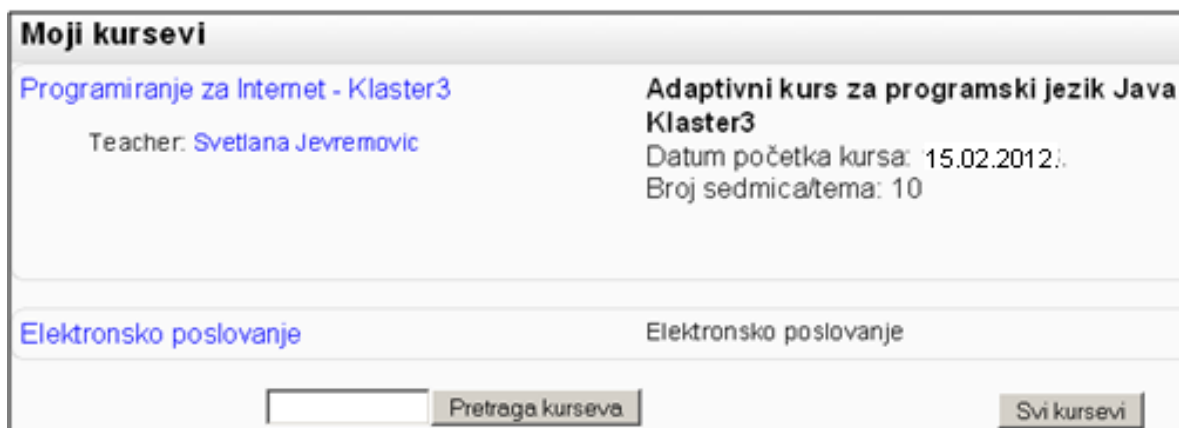
Slika 67. Izbor kursa

Na svaki predmet, iz kategorije “Informacione tehnologije”, nastavnik može postaviti ključ (šifru) i time zaštititi kurs od neželjenih pristupa. Šifra se dostavlja svakom studentu elektronskom poštom. Na primer, ako je student svrstan u klaster 3, on ne može pristupiti kursu za klaster 1. Slika 68 prikazuje okruženje za studenta klastera 1 kada on bude uneo odgovarajuću šifru. Sada će mu biti vidljivi svi kursevi koje pohađa i njihovi detaljniji opisi.



Slika 68. Pristup kursu

Već na samom početku, nakon logovanja na *LMS Moodle*, studentima se, zavisno od klastera kom pripadaju, prezentuje različit korisnički interfejs. Slika 68 pokazuje da student, pre pregleda sadržaja kursa, može dobiti opšte informacije o kursu, kao što su: datum početka kursa, ime i prezime predmetnog nastavnika i asistenta, i dr. Student bira kurs zavisno od klastera kom pripada, a na osnovu rezultata sprovedene ankete.



Slika 69. Prikaz osnovnih informacija o kursu



Slika 70. Pregled svih kurseva određene kategorije

Prikaz sadržaja unutar "prozora" (slike 68, 69 i 70) omogućen je unosom tih sadržaja od strane predmetnog nastavnika (kreatora kursa), a unutar radnog okruženja za podešavanje kursa.

Prezentacija nastavnih sadržaja

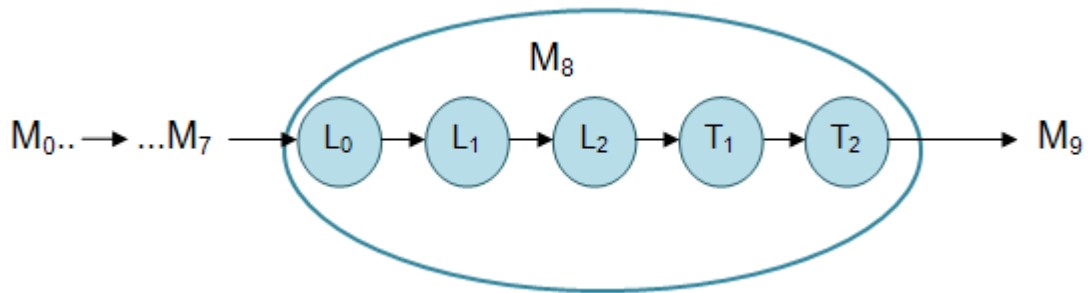
Glavni koraci pripreme i prezentovanja nastavnih sadržaja adaptivnog kursa u eksperimentalnom delu ovog rada bili su:

- Kreiranje grafa konceptata sa navigacijom i prioritetima,
- Kreiranje hipermedijskih lekcija,
- Definisane i postavljanje pitanja,

- Dizajniranje testova,
- Kreiranje modula.

Predmet istog sadržaja se predstavlja na tri različita nivoa rastuće složenosti (za svaki klaster isti sadržaj drugačije prezentovan). Predmet čini više modula povezanih preduslovnom relacijom. Student može preći na sledeći modul pod uslovom da je naučio prethodne module.

Klaster 1



1. moduli M_k ; 2. lekcije L_i ; 3. testovi T_j ;

Slika 71. Graf modula za klaster 1

Graf modula (primer modul M_8) tipičan za klaster 1 ukazuje na sledeće (slika 71):

- Unutar modula su grupisane lekcije sa odgovarajućim prioritetom;
- Student sledi linearni put u savlađivanju lekcija;
- Modul uključuje preliminarni test (T_1) i završni test (T_2) provere znanja;
- Navigacija, tj. prelazak na sledeći modul uslovljena je rezultatima završnog testa;
- Klikom na sadržaj, studentu se predstavljaju naslovi lekcija grupisani unutar određenog modula (slika 72);
- Konkretni primeri su dati posle svake lekcije, jer olakšavaju razumevanje nastavnog sadržaja i podstiču učenje (slika 72);
- Lekcije su povezane preduslovnom relacijom koja definiše koje lekcije ili celine moraju biti naučene pre nego što se pređe na učenje sledeće lekcije;
- Za studenta je značajan što veći broj primera;
- Svaki primer sadrži komentare unutar vitičastih zagrada sa kratkim objašnjenjima za svaki red programskog koda, koji su za studente početnike od značaja za razumevanje programa;
- Po pitanju definisanih rokova, student nema nikakvih ograničenja.

Na početku je, za klaster 1, dat opšti pregled sadržaja, koji prikazuje sva poglavlja i lekcije po poglavljima, i to za svaku sedmicu kursa. Studentima se prezentuje sadržaj kursa na osnovu njihove pripadnosti određenom klasteru.

Klaster 1 omogućava pre svega, kratak uvod u temu koja se izučava što odgovara studentima bez predznanja. Nastavnik prezentuje uvod preko *Moodle* resursa *Natpis*. Svaka nedelja kursa može imati opis svog sadržaja.

Sedmični pregled dešavanja



PROGRAMIRANJE ZA INTERNET

-  [Forum novosti](#)

2. December - 8. December

- **Klasa Applet**

U ovom poglavlju upoznaćemo se s klasom **Applet**, koja služi za pisanje apleta.

Sadržaj

-  [Šta su Apleti?](#)
-  [Pisanje Apleta - Framework](#)
-  [Primeri - Apleti](#)
-  [Primer A1](#)
-  [Primer A2](#)
-  [Preliminarni test](#)
-  [Završni test](#)

Prelaz na...

Prijavljeni ste kao [student1 stud1](#) ([Odjava](#))

Slika 72. Sedmični pregled sadržaja

2. December - 8. December

- **Klasa Applet**

U ovom poglavlju upoznaćemo se s klasom **Applet**, koja služi za pisanje apleta.

-  [Sadržaj](#)

Prelaz na...

Prijavljeni ste kao [student1 stud1](#) ([Odjava](#))

Slika 73. Kratak opis modula za određenu sedmicu

VTŠ ▶ Klaster1 ▶ Resursi ▶ Sadržaj
8. Apleti
8.1 Šta su Apleti
8.1.1 Primer jednostavnog Apleta
8.2 Pisanje Apleta - Framework
8.3 Primeri - Apleti
8.3.1 Primer A1
8.3.2 Primer A2
8.4 Preliminarni test
8.5 Završni test
Poslednja izmena: Tuesday, 14. February 2012., 09:36
Prijavljeni ste kao student1 stud1

Slika 74. Sedmični prikaz sadržaja modula

Programiranje za Internet - Klaster1
VTŠ ▶ Klaster1 ▶ Resursi ▶ Pisanje Apleta - Framework
Pisanje Apleta - Framework
<pre> import java.awt.*; import java.awt.event.*; import java.applet.Applet; public class Name extends Applet implement ActionListener { private type aField = new type("foo"); public void init() { /* kod za inicijalizaciju apleta */ } public void start() { /* kod koji se izvrsava kada se strana otvori */ } public void stop() { /* kod koji se izvrsava kada se strana napusti */ } public void paint(Graphics g) { /* kod za crtanje */ } public void actionPerformed(ActionEvent ae) { /* kod za reagovanje na dogadjaje */ } }</pre>

Slika 75. Strana sa lekcijom

VTŠ ► Klaster1 ► Resursi		
Sedmica	Ime	Rezime
8	Sadržaj	8. <u>Apleti</u>
	Šta su Apleti?	
	Pisanje Apleta - Framework	
	Primer A1	
	Primer A2	
Prijavljeni ste kao student1 stud1 (Odjava)		
Klaster1		

Slika 76. Moodle resursi za klaster 1

Tabela 27. Kurs za klaster 1

Nastava - objekti učenja	Ocenjivanje	Komunikacija
Prezentacije	Testovi	Lična komunikacija
Video materijali	Radionice - ocena nastavnika	Video konferencija
Onlajn video lekcije	Radionice - ocena studenata	
Studije slučaja		
Radionice		

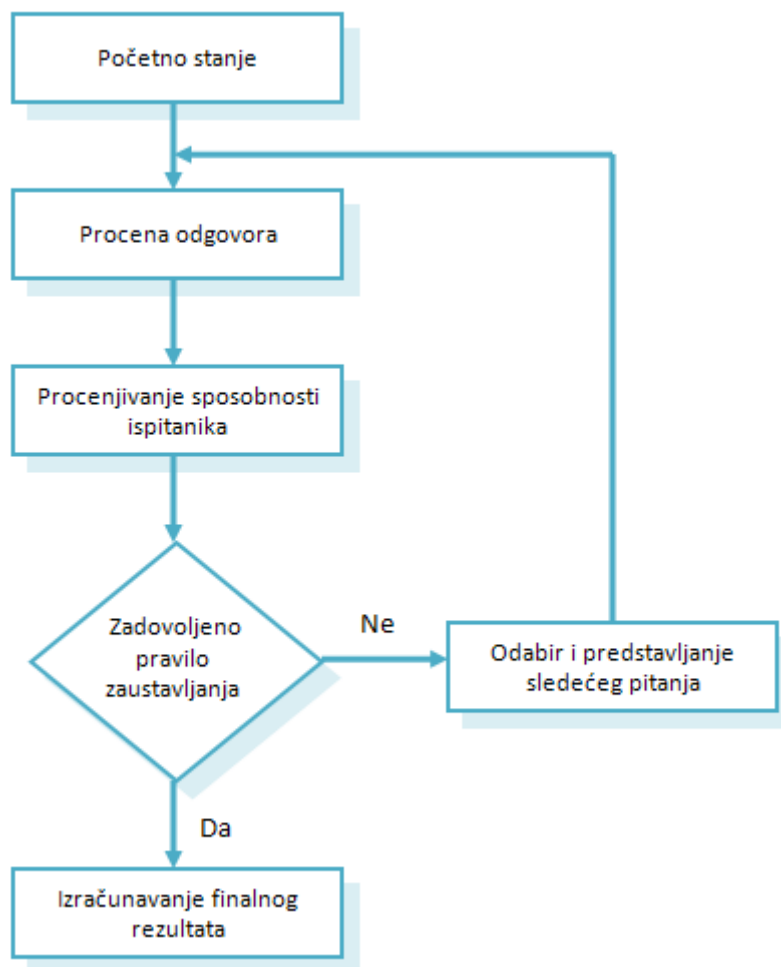
Adaptivni režim testiranja

Tri su glavne svrhe procene znanja:

- omogućavanje prelaska na sledeći modul,
- razvrstavanje studenata po uspešnosti,
- poboljšanje njihovog učenja.

Adaptivni režim testiranja pruža mogućnost izrade testova prema sposobnostima studenata. Pitanja se zadaju iz baze pitanja zavisno od pojedinačnih sposobnosti studenata tokom testa, ili drugim rečima, zavisno od toga kako je svaki student odgovorio na prethodno postavljena pitanja.

Ako student tačno odgovori na zadato pitanje, sledeće pitanje se bira iz skupa pitanja koja su za jedan nivo teža od prethodno postavljenog pitanja. U suprotnom, ako student netačno odgovori, sledeće pitanje se bira iz skupa pitanja koja su za jedan nivo lakše težine od pitanja na koje student nije tačno odgovorio. Na ovaj način, lakša pitanja će se zadavati studentima sa slabijim znanjem, dok će set težih pitanja biti postavljen studentima koji su bolje pripremljeni za test. Krajnji rezultat na testu zavisice od nivoa težine pitanja na koja je student tačno odgovorio, te stoga studenti mogu imati isti procenat tačno datih odgovora, ali oni koji su odgovorili tačno na teža pitanja imaće bolji rezultat. Na slici 77 prikazan je algoritam računarskog adaptivnog testa [82].



Slika 77. Algoritam računarskog adaptivnog testa

Sledi nekoliko značajnih prednosti računarskih adaptivnih testova u odnosu na tradicionalne linearne testove:

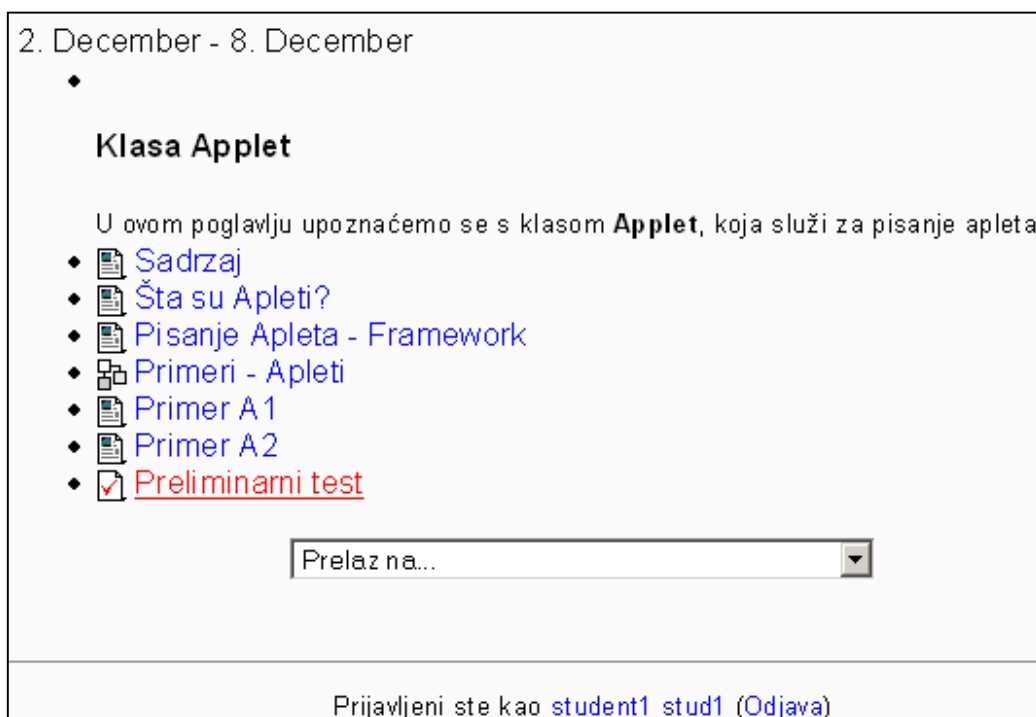
- Individualizacija testova,
- Test kraće traje,
- Promovisanje pozitivnog odnosa prema testiranju,
- Rezultati testa su odmah poznati,
- Određivanje nivoa znanja sa većom preciznošću,
- Povećanje sigurnosti testiranja.

Pošto se adaptivni test formira prema nivou znanja studenata, to svakako omogućava nastavnicima da bolje procene sposobnost svakog pojedinca. Računar omogućava pravljenje individualnih izveštaja, ne samo u smislu postignutog broja poena nego i slabih i jakih strana svakog pojedinačnog studenta. Istraživanja koja su rađena o uticaju kognitivnih stilova učenja na rezultat postignut na računarskom adaptivnom testu [10] [77] pokazuju da računarski adaptivni testovi pružaju jednake mogućnosti svim studentima bez obzira na kognitivni stil učenja koji im odgovara, da iskažu svoje znanje na način koji je manje stresan za njih.

Nastavnički interfejs za postavku testa prikazan je na slici 78.

Adaptivna stavka je stavka koja menja svoj izgled (sadržaj), bodovanje (obrada odgovora) ili i jedno i drugo kao reakciju na svaki odgovor kandidata. Na primer, adaptivna stavka može započeti zahtevom kandidatu da popuni tačnim odgovorom polje sa tekstom, ali na dobijen nezadovoljavajući odgovor može umesto tog tekstualnog polja prikazati izbor među ponuđenim odgovorima, te nagrađivati sve manjom ocenom svaki sledeći korak u navođenom otkrivanju tačnog odgovora. Adaptivnost omogućava autoru da kreira stavke za korišćenje u unapred osmišljenim situacijama, što pomaže da se studenti usmeravaju kroz postavljeni zadatak, a istovremeno se obezbeđuje i rezultat koji uzima u obzir njihovu putanju učenja.

U adaptivnom režimu testiranja prikazuje se dodatno dugme *Predajte* za svako pitanje. Ako student pritisne ovo dugme, odgovor se tada predaje na bodovanje i zarađena ocena se prikazuje studentu. Ako je pitanje adaptivno, ono se tada prikazuje u novom izdanju, prema prethodnom odgovoru studenta, i u mnogo slučajeva tražiće od studenta novi pokušaj rešavanja. Kod najprostijih adaptivnih pitanja to novo izdanje može se od prethodnog razlikovati jedino u komentaru na odgovor studenta i tražiti od studenta da pokuša ponovo; u složenijoj varijanti može se menjati i tekst pitanja, pa čak i elementi interakcije. Studenti klastera 1 polažu ispit iz delova.

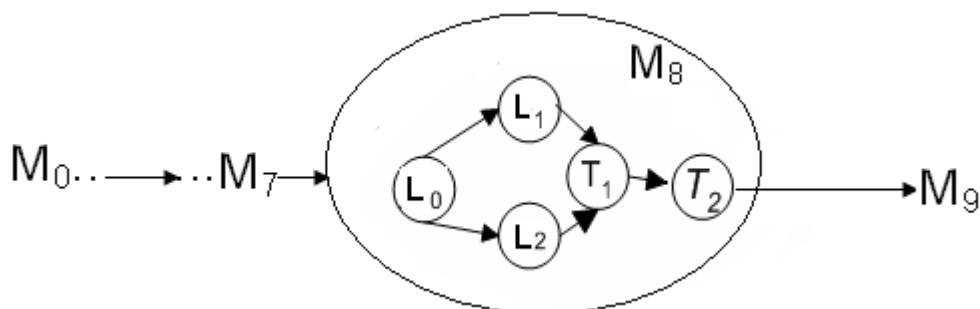


Slika 80. Interfejs za izbor preliminarnog testa

Programiranje za Internet - Klaster1		
VTŠ ► Klaster1 ► Testovi		
Sedmica	Ime	Test se zatvara
8	Preliminarni test	
	Završni test	

Slika 81. Testovi za klaster1

Klaster2



1. moduli M_k ; 2. lekcije L_i ; 3. testovi T_j ;

Slika 82. Graf modula za klaster 2

Graf modula (slika 82) tipičan za klaster 2 (primer za modul M_8) ukazuje na sledeće:

- Lekcije su grupisane unutar modula sa odgovarajućim prioritetom.
- Student srednjeg nivoa znanja može proizvoljno pristupati lekcijama unutar modula, dok proizvoljno kretanje između modula nije dozvoljeno.
- Modul uključuje preliminarni test i završni test provere znanja.
- Prelazak na sledeći modul moguć je nakon položenog završnog testa iz prethodnog modula.
- Klaster 2 obuhvata proširenje tematske jedinice "Pisanje Apleta – Framework" sa dodatnim informacijama o alatima za pisanje apleta (slika 83). Studentu se sugerišu sajtovi na kojima može više saznati o alatima za pisanje apleta (slika 84).

Tabela 28. Opis kursa za klaster 2

Nastava - objekti učenja	Ocenjivanje	Komunikacija
Prezentacije	Eseji	E-pošta
Video materijali	Radionice - ocena nastavnika	Forum
Onlajn video lekcije	Radionice - ocena studenata	Čet
Domaći zadaci	Istraživanje	
Radionice		

Programiranje za Internet - Klaster2			Prelaz na...
VTŠ ▶ Klaster2 ▶ Resursi			
Sedmica	Ime	Rezime	
8	Pisanje Apleta - Framework		
	Alati za pisanje Java Apleta		
	Alati za pisanje Java Apleta	Dodatne informacije	

Slika 83. Sedmični prikaz resursa za klaster 2

Programiranje za Internet - Klaster2

VTŠ ▶ **Klaster2** ▶ **Resursi** ▶ **Alati za pisanje Java Apleta**

<http://mathcs.shu.edu/Resources/Java/API/-Editor->Programmer's File Editor>

<http://www.lancs.ac.uk/people/cpaap/pfe/-Compiler->SUN's Java compiler>

<http://www.javasoft.com/-IDE->BlueJ version 1.1>

<http://bluej.monash.edu/-IDE->Microsoft Visual J++ 6.0>

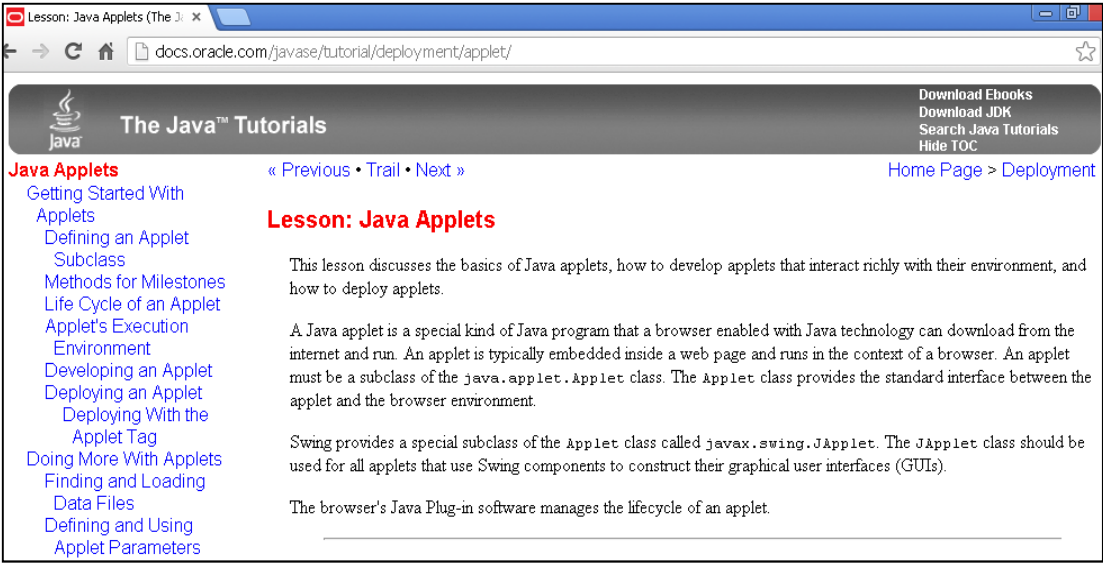
Slika 84. Dodatne informacije za Framework

- Studentima srednjeg nivoa znanja sugerišu se korisni linkovi na Internetu. Samo jednim klikom na preporučeni link automatski se otvara web lokacija čije sadržaje preporučuje nastavnik (slika 85).
- Student više voli praktičan rad umesto teorijskog.

2. December - 8. December

- ♦  [Pisanje Apleta - Framework](#)
- ♦  [Alati za pisanje Java Apleta](#)
- ♦  [Alati za pisanje Java Apleta](#)
- ♦  [Preporučeni link](#)
- ♦  [Izvorni kod Aplet-primer](#)
- ♦  [Izvorni kod Aplet-primer](#)

Slika 85. Preporučeni linkovi za klaster2



Lesson: Java Applets (The 3...)

docs.oracle.com/javase/tutorial/deployment/applet/

The Java™ Tutorials

Download Ebooks
Download JDK
Search Java Tutorials
Hide TOC

« Previous • Trail • Next »

Home Page > Deployment

Java Applets

- Getting Started With Applets
- Defining an Applet Subclass
- Methods for Milestones
- Life Cycle of an Applet
- Applet's Execution Environment
- Developing an Applet
- Deploying an Applet
- Deploying With the Applet Tag
- Doing More With Applets
- Finding and Loading Data Files
- Defining and Using Applet Parameters

Lesson: Java Applets

This lesson discusses the basics of Java applets, how to develop applets that interact richly with their environment, and how to deploy applets.

A Java applet is a special kind of Java program that a browser enabled with Java technology can download from the internet and run. An applet is typically embedded inside a web page and runs in the context of a browser. An applet must be a subclass of the `java.applet.Applet` class. The `Applet` class provides the standard interface between the applet and the browser environment.

Swing provides a special subclass of the `Applet` class called `javax.swing.JApplet`. The `JApplet` class should be used for all applets that use Swing components to construct their graphical user interfaces (GUIs).

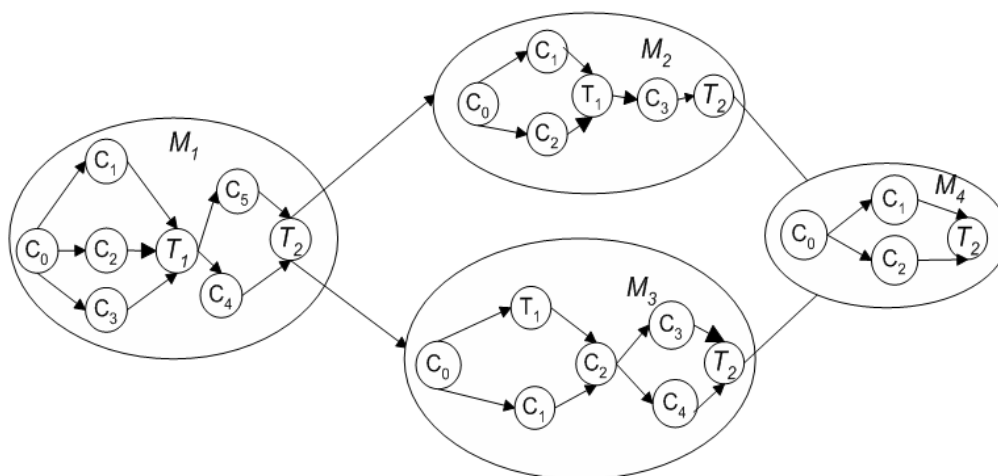
The browser's Java Plug-in software manages the lifecycle of an applet.

Slika 86. Preporučena web lokacija za studente klastera2

Klaster 3

Osnovne karakteristike kursa za treću grupu studenata su:

- Resursi u tekstualnom formatu
- Lekcije sa tekstualnim materijalima
- Domaći zadaci esejskog tipa
- Testovi za proveru znanja
- Forum kao način komunikacije i kolaboracije



1. moduli M_k ; 2. lekcije C_i ; 3. testovi T_j ;

Slika 87. Graf modula za klaster 3

Graf modula (slika 87), primer za modul M_8 , ukazuje na to da studentima iz klastera 3 (studenti sa većim nivoom predznanja) nije ograničeno kretanje između modula.

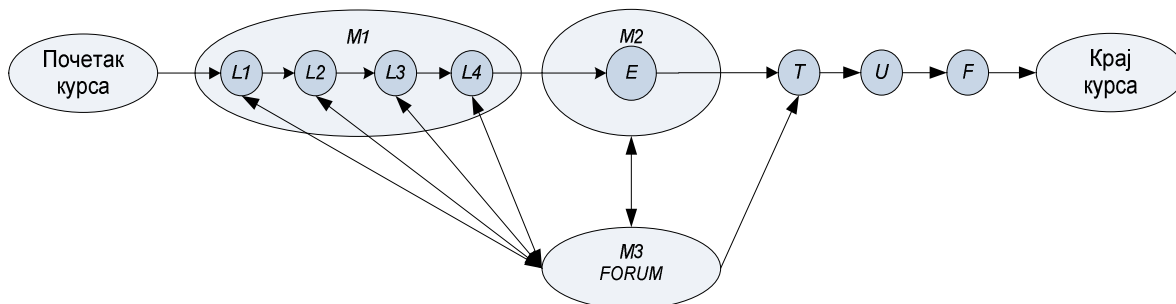
Tabela 29. Opis kursa za klaster 3

Nastava - objekti učenja	Ocenjivanje	Komunikacija
Tekstualni fajlovi	Eseji	E-pošta
Tekstualne onlajn lekcije	Test	Forum
Domaći zadaci	Usmeni ispit	Čet

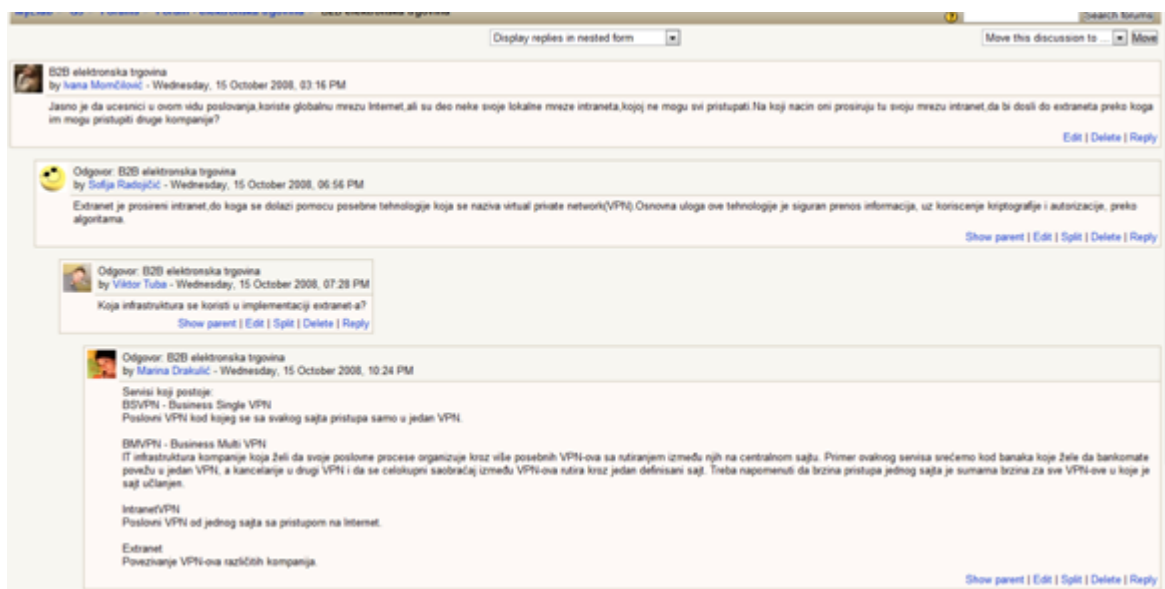
Na slici 88 prikazan je tok učenja za studente iz klastera 3. Studentima je preporučeno tok rada na prvom i drugom modulu:

- Prvi modul obuhvatio je četiri lekcije iz oblasti elektronskog poslovanja ($L1$, $L2$, $L3$, $L4$);
- Drugi modul obuhvatio je esejski domaći zadatak (E);
- Treći modul je obuhvatio obavezan forum kao način komunikacije i kolaboracije.

Po završetku kursa, evaluacija rada studenata izvršena je kroz projekte i istraživanja (*I*) i prikupljanje povratnih informacija od studenata (*F*)



Slika 88. Graf modula toka učenja za klaster3



Slika 89. Forum

5.3 Analiza ostvarenih rezultata

Radi evaluacije razvijenog modela adaptivnog elektronskog obrazovanja izveden je eksperiment. Eksperiment je izveden na ukupnom uzorku od 120 studenta druge godine Visoke tehnološke škole strukovnih studija u Šapcu, smjera Informacione tehnologije, koji su bili na slučajan način podjeljeni u eksperimentalnu (50 studenata) i u kontrolnu grupu (70 studenata). Istraživanje je izvedeno praćenjem paralelnih grupa kojima je predavao isti predmetni nastavnik, čime je obezbeđen preduslov o izjednačenosti eksperimentalne i kontrolne grupe [24]. Oblast znanja iz koje su studenti testirani je područje objektno orijentisanog programiranja u programskom jeziku JAVA. Studenti su dobrovoljno pristali da učestvuju u eksperimentu. Od studenata je zatraženo da na postavljena pitanja i zadatke odgovaraju korektno.

Studenti eksperimentalne grupe su bili izabrani na slučajan način. Unutar eksperimentalne grupe studenti su klasifikovani u klastere, na osnovu rezultata analize podataka prikupljenih tokom uvodnog kursa i anketiranja. Kontrolna grupa pohađala je neadaptirani elektronski kurs.

Radi realizacije i merenja ciljeva istraživanja, u eksperiment su bila uključena tri instrumenta: pre-test, post-test, upitnik za ispitivanje stavova studenata prema realizovanom adaptivnom kursu. Istraživanje je realizovano u skladu sa modelom opisanim u poglavlju 4.

Nastava u okviru predmeta *Programiranje za Internet* realizuje se primenom koncepta blended learning. Tokom predavanja i vežbi koje se održavaju u učionicama i laboratorijama, tradicionalne obrazovne metode kombinuju se sa aktivnostima i resursima dostupnim preko sistema za elektronsko učenje *Moodle*. Deo aktivnosti, kao što su domaći zadaci, testovi i sl. studenti realizuju od kuće. Studenti eksperimentalne grupe pohađali su kurseve adaptirane na osnovu njihovog stila učenja. Studenti kontrolne grupe su pohađali neadaptirani kurs.

Sve nastavne jedinice na kursu realizovane su na sledeći način: svi studenti, eksperimentalne i kontrolne grupe, imali su blok predavanja izvedenih na tradicionalni način, na kojima je obrađivana ista materija. Zatim, svi studenti, eksperimentalne i kontrolne grupe, imali su laboratorijske vežbe realizovane korišćenjem sistema za elektronsko učenje. Studenti eksperimentalne grupe su na laboratorijskim vežbama pristupali aktivnostima i materijalima adaptiranog kursa, dok su studenti kontrolne grupe imali pristup materijalima sa neadaptiranog kursa. Nakon toga, svi studenti su imali zadate aktivnosti za rad od kuće. Svi studenti kontrolne grupe imali su zadate iste aktivnosti, dok su studenti eksperimentalne grupe imali zadate aktivnosti u skladu sa klasterom u koji su svrstani. Teme obrađivane u nastavi tokom eksperimenta su: Grafički korisnički interfejs, AWT i SWING komponente i *Ap/eti*. Na kraju, studenti eksperimentalne i kontrolne grupe radili su finalni test na računaru.

Evaluacija eksperimenta izvršena je interno, uz pomoć nastavnika. Na kraju eksperimenta, realizovani su post-test i anketa. Cilj post testa bio je da se utvrdi da li ima značajnih razlika u naučenom gradivu između eksperimentalne i kontrolne grupe. Svi studenti koji su pripadali eksperimentalnoj grupi popunili su upitnik. Podaci iz tog upitnika služe da ocene neke njihove individualne stavove i ocene prema izvedenoj nastavnoj metodologiji.

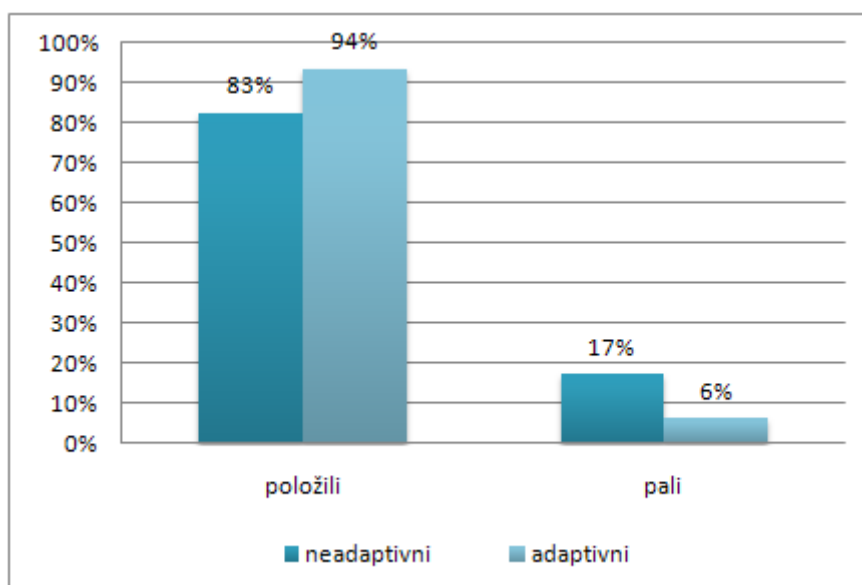
Primenjen je metod grupne adaptacije. Studenti su razvrstani u tri grupe, na osnovu stilova učenja. Karakteristike grupa i broj studenata u grupama prikazani su u tabeli 30 [24].

Tabela 30. Grupe studenata i stilovi učenja

Grupa	Karakteristike	Identifikovani stil učenja	Procenat od ukupnog broja studenata
Grupa 1	Multimedijalni materijali Sekvencijalno prolaženje kroz aktivnosti na kursu Timski rad	Vizuelan	22%
		Sekvencijalan	
		Aktivan	
Grupa 2	Studenti biraju teme Praktičan rad Nema striktno definisanih termina	Intuitivan	59%
		Aktivan	
		Globalan	
Grupa 3	Pisani materijali Sekvencijalno prolaženje kroz aktivnosti na kursu Timski rad	Verbalan	19%
		Sekvencijalan	
		Aktivan	

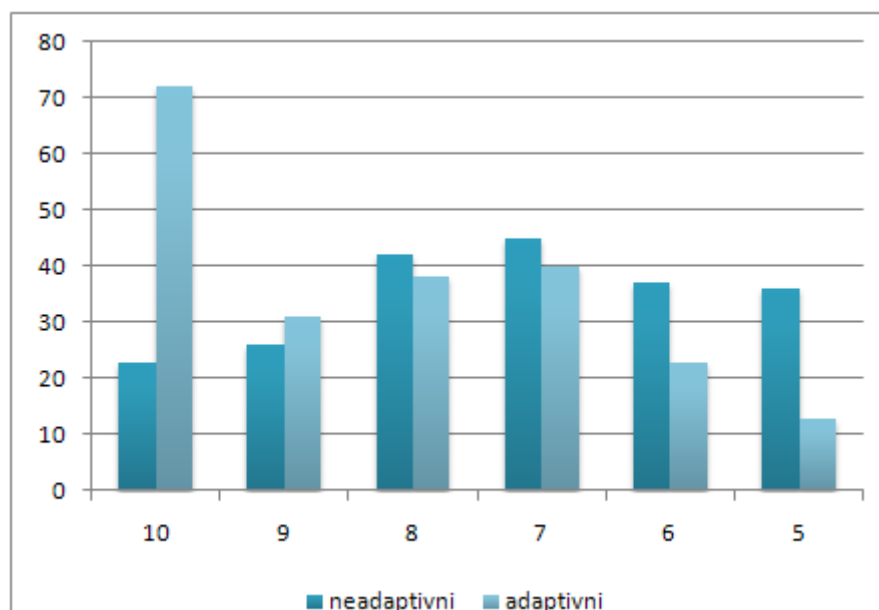
5.3.1 Analiza rezultata testa znanja

Slika 90 prikazuje procenat studenata koji su položili adaptivni, tj. neadaptivni kurs. Procenat studenata koji su položili je za 11% veći u slučaju realizacije adaptivnog elektronskog kursa.



Slika 90. Uporedna analiza prolaznosti studenata na adaptivnom i neadaptivnom kursu

Na slici 91 prikazana je uporedna analiza ocena studenata na neadaptivnom i adaptivnom kursu. Uočava se da je na adaptivnom kursu više studenata ostvarilo visoku ocenu. U slučaju neadaptiranih kurseva, ocene studenata su distribuirane približno normalnoj raspodeli, dok je u slučaju adaptiranih kurseva velik broj studenata dobio najvišu ocenu 10.



Slika 91. Poređenje ocena u adaptivnim i neadaptivnim kursovima

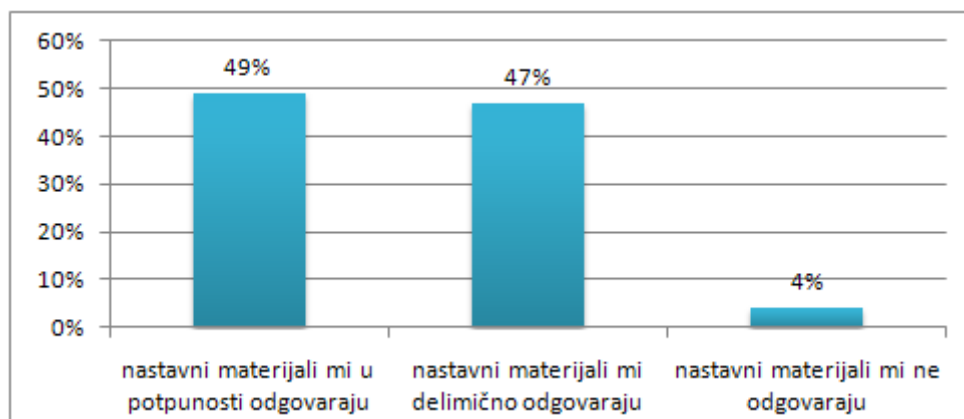
5.3.2 Analiza rezultata ispitivanja stavova studenata dobijenih anketiranjem

Prema zadatim dodatnim ciljevima istraživanja, urađeno je anketiranje studenata eksperimentalne grupe. Anketiranjem su ispitani stavovi studenata prema realizovanoj nastavi korišćenjem adaptivnog sistema za e-učenje kao podrške. Anketa se sastojala od tri pitanja:

- Da li su nastavni materijali pripremljeni na odgovarajući način i da li odgovaraju stilovima učenja studenata?
- Da li su aktivnosti realizovane na sistemu za učenje na daljinu Moodle u skladu sa stilovima učenja studenata?
- Da li je opšti utisak o kursu pozitivan?

Kvalitet navedenih elemenata adaptiranih kurseva studenti su ocenjivali na trostepenoj skali.

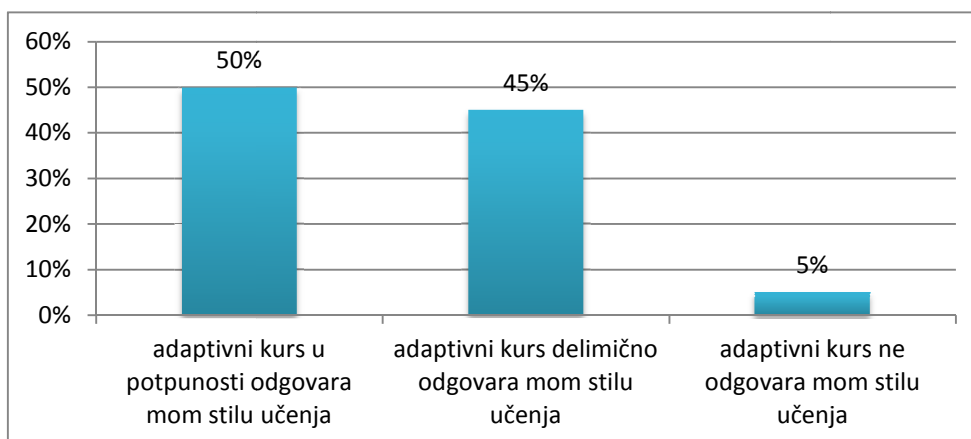
Kako je tip prezentacije nastavnih materijala jedan od najznačajnijih faktora koji su uticali na klasifikaciju studenata u neki od klastera, pitali smo studente koji su pohađali adaptirane kurseve da li su zadovoljni prezentacijom nastavnih materijala i da li smatraju da prezentacija nastavnih materijala u okviru kursa koji su pohađali odgovara njihovom stilu učenja. Svega 4% studenata odgovorilo je da nastavni materijali ne odgovaraju njihovom stilu učenja. Ukupno 49% studenata smatra da im nastavni materijali u potpunosti odgovaraju, dok 47% studenata tvrdi da im nastavni materijali delimično odgovaraju (slika 92).



Slika 92. *Prilagođenost nastavnih materijala realizovanog adaptivnog kursa*

Na pitanje da li smatraju da aktivnosti koje su realizovali tokom adaptiranog kursa odgovaraju njihovom stilu učenja, 53% studenata odgovorilo je da im aktivnosti u potpunosti odgovaraju, 42% je odgovorilo da im aktivnosti delimično odgovaraju, a 5% je odgovorilo da im aktivnosti uopšte ne odgovaraju.

Na pitanje da li adaptirani kurs odgovara njihovom stilu učenja, 50% studenata se izjasnilo da adaptirani kurs u potpunosti odgovara njihovom stilu učenja, 45% je odgovorilo da adaptirani kurs delimično odgovara njihovom stilu učenja, dok je 5% studenata odgovorilo da adaptirani kurs uopšte ne odgovara njihovom stilu učenja (slika 93).



Slika 93. *Prilagođenost adaptivnog kursa u celini*

Istraživanje je pokazalo da se adaptiranjem elektronskih kurseva postižu bolji rezultati obrazovnog procesa. Adaptacija elektronskih kurseva se zasniva se na prilagođavanju načina prezentacije sadržaja, komunikacije, organizacije aktivnosti u skladu sa očekivanjima, zahtevima i osobinama studenata. Analize adaptivnosti sistema za e-učenje pokazale su da su kognitivne karakteristike studenta, kao što je stil učenja, najznačajnije za uspešnu adaptaciju. Prikazan je metod za adaptaciju kurseva u okviru sistema za elektronsko učenje zasnovan na prilagođavanju Felder-Silverman modela stilova učenja. Kao najvažniji faktor u određivanju stilova učenja i pripadnosti studenta određenom klasteru izdvaja se način prezentacije materijala. Kursevi elektronskog učenja su adaptirani na osnovu utvrđenih relacija između Felder-Silverman modela i karakteristika sistema za upravljanje učenjem Moodle LMS. Dokazano je da usklađenost nastavnih

resursa i aktivnosti sa stilovima učenja studenta ima značajan uticaj na konačan rezultat procesa učenja.

Evaluacija i analiza postignutih rezultata studenata pokazale su da su studenti ostvarili bolji rezultat kada su pohađali adaptirane kurseve.

Studenti na adaptiranim kursevima su postizali višu prosečnu ocenu. Analiza zadovoljstva studenata eksperimentalne grupe pokazala je da studenti imaju pozitivan stav prema materijalima, aktivnostima i sadržaju adaptiranih kurseva koje su pohađali.

Razvojem i realizacijom modela adaptivnog elektronskog obrazovanja studentima, nastavnicima i administratoru sistema omogućen je brz i lak pristup sadržajima adaptivnog kursa, čime je povećana efikasnost i kvalitet obrazovnog procesa.

Nastavnicima je omogućeno da uspešno obavljaju aktivnosti potrebne za realizaciju obrazovanja na daljinu i to:

- Priprema sadržaja kurseva korišćenjem Interneta (digitalne biblioteke, online časopisi itd.) i intraneta (*SharePoint* portal, *CMS*, itd.)
- Kreiranje adaptivnih kurseva (*Moodle*)
- Kreiranje i postavljanje nastavnih sadržaja za različite klastere (*Moodle*)
- Praćenje rada i konsultacije sa studentima (*Moodle*)
- Ocenjivanje studenata

Studentima je omogućeno:

- Pristup adaptivnim kursevima (*Moodle*)
- Pristup nastavnim sadržajima prilagođenim njihovom predznanju
- Pristup različitim resursima na Internetu (digitalne biblioteke, online časopisi itd.) i intranetu neophodnim za učenje, istraživanje i realizaciju projekata, rešavanje zadataka i izradu seminarski radova.
- Komunikacija sa nastavnicima i drugim studentima (različiti sinhroni i asinhroni oblici komunikacije)
- Polaganje ispita u terminima prilagođenim njima

Jedna od najvažnijih prednosti upotrebe inovirane metode za kreiranje adaptiranih kurseva prilagođavanjem Felder-Silverman modela stilova učenja je to što se njenom primenom mogu kreirati adaptirani kursevi bez programiranja dodatnih softverskih rešenja. Ovakvo kreiranje adaptiranih kurseva ne traži dodatna znanja nastavnika. Uz jednostavne modifikacije moguće je primeniti predloženi metod i na druga softverska rešenja za upravljanje elektronskim učenjem.

6. Naučni i stručni doprinosi

Najvažniji rezultat istraživanja u okviru ove doktorske disertacije je razvoj i implementacija modela adaptivnog elektronskog obrazovanja u oblasti informacionih tehnologija, prilagođenog za primenu u uslovima visokoškolskog obrazovanja u Srbiji. Orginalnost se ogleda u definisanju metodološkog postupka adaptivnog elektronskog obrazovanja u kojem se bez ulaganja u dodatni softver, korišćenjem open-source LMS Moodle, prethodnim pripremama i korišćenjem statističke analize može realizovati adaptivni obrazovni proces na nivou grupa studenata kojim se mogu postići rezultati od 80-85% maksimalnog efekta potpuno personalizovanog i adaptiranog obrazovanja za svakog studenta pojedinačno. Predložena metodologija je proverena na primeru pripreme i realizacije daljinskog obrazovanja za programiranje u programskom jeziku JAVA. Predložena metodologija je dovoljno opšta da se može koristiti i u drugim oblastima obrazovanja.

Ključni naučni doprinosi ove disertacije su:

- Sistematizacije i detaljan prikaz primene adaptivnih metoda elektronskog obrazovanja, sa posebnim osvrtom na obrazovanje u oblasti informacionih tehnologija.
- Definisanje i primena metode za određivanje tipičnih klastera studenata. Određivanje tipičnih klastera studenata na osnovu njihovog prethodnog obrazovanja, sklonosti i veština omogućavaju prilagođavanje obrazovnog procesa studentu. U radu je posebna pažnja posvećena metodama za dinamičko praćenje performansi obrazovnog procesa za svakog studenta i dinamičkom premeštanju studenata u odgovarajući klaster.
- Razvoj metoda i izgradnja adaptivnog modela elektronskog obrazovanja koji može da doprinese višem nivou kvaliteta obrazovnog proizvoda, a da bude prilagođen uslovima obrazovanja u Srbiji, kao i da se može jednostavno implementirati na postojećim open-source sistemima za on-line učenje, kao što je Moodle. Pri razvoju metoda posebna pažnja posvećena je obrazovanju u oblasti informacionih tehnologija, posebno, adaptivnom elektronskom učenju programskog jezika JAVA.

Stručni doprinos ove disertacije predstavlja:

- Realizacija personalizovanog sistema za elektronsko učenje zasnovan na LMS Moodle. U personalizovanom sistemu za elektronsko učenje novi studenti se na osnovu njihovih podataka i preferenci automatski svrstavaju i dinamički preusmeravaju u odgovarajući klaster. Za svaki klaster je realizovan odgovarajući kurs prilagođen potrebama studenata. Ovakav koncept omogućava ekonomično prilagođavanje sadržaja preferencama i mogućnostima studenta.
- Detaljan prikaz primene adaptivnih metoda elektronskog obrazovanja i analiza rezultata istraživanja na konkretnom primeru adaptivnog elektronskog kursa za programiranje u programskom jeziku JAVA na Visokoj tehnološkoj školi strukovnih studija u Šapcu.

Rezultati istraživanja realizovani u okviru ove doktorske disertacije objavljeni su u ukupno 7 radova u naučnim časopisima i saopšteni na naučnim skupovima, i to u dva rada u naučnim časopisima međunarodnog značaja sa impakt faktorom na SCI-e listi, tri rada u časopisima nacionalnog značaja i dva rada u zborniku naučnog skupa nacionalnog značaja:

Radovi u časopisu međunarodnog značaja sa impakt faktorom na SCI-e listi - M23

1. **S. Jevremovic**, V. Vujin, Z. Bogdanovic, D. Djokic, D. Barac, "Designing adaptive e-learning courses through cloud computing", Metalurgia International, Vol XVII, No.10-2012, pp. 213-221. ISSN 1582–2214. Impakt faktor za 2010=0.154.
2. D. Đokic, A. Labus, **S. Jevremovic**, A. Stokic, A. Milic, "Portal for the Management of Digitaly Signed Electronic Documents", Metalurgia International, No. 9-2012, pp. 120-128. ISSN 1582–2214. Impakt faktor za 2010=0.154.

Rad u časopisu nacionalnog značaja - M50

3. Jevremovic, S., "An approach to creating an adaptive on-line course", Transactions on Internet Research, Volume 8, Number 1, 2012, IPSI BgD in New York, Frankfurt, Tokyo, and Belgrade, ISSN 1820-4503, Online verzija objavljenog rada: <http://internetjournals.net/journals/tar/2011July/p2.doc>
4. Jevremović, S., "Implementacija adaptivnih metoda u e-obrazovanju", Info M, vol. 8, no. 31, pp. 34-38. 2009, ISSN 1451-4397.
<http://scindeks.ceon.rs/article.aspx?artid=1451-43970931034J>
5. Jevremovic, S., "Implementation of the adaptive system in electronic learning", Management, vol 53, 2010, ISSN 1820-0222.
http://www.management.fon.rs/index.php?option=com_content&view=article&id=47%3Aimplementacija-adaptivnog-sistema-za-elektronsko-uenje&catid=10%3Amanagement-53&lang=en

Rad u zborniku naučnog skupa nacionalnog značaja - M60

6. Dragoljub Pilipović, Marija Pilipović, Svetlana Jevremović, "Semantički wiki kao pomoć pri učenju", INFOTEH-JAHORINA Vol. 7, Ref. F-16, p. 745-749, Mart 2008.
www.infoteh.rs.ba/zbornik/2008/radovi/F/F-16.doc
7. Svetlana Jevremovic, "Metodološki okvir za razvoj personalizovanog sistema elektronskog učenja", 17. Telekomunikacioni forum TELFOR 2009 Srbija, Beograd, novembar 24.-26., 2009. http://2009.telfor.rs/files/radovi/10_39.pdf

7. Buduća istraživanja

Elektronsko obrazovanje će u budućnosti biti sastavni deo svakog obrazovnog sistema. Efikasnost, efektivnost i konkurentnost obrazovnih institucija zavisice od mogućnosti da se prilagode zahtevima studenata i da sprovedu akcije koje će unaprediti performanse učenja.

Adaptivni model elektronskog obrazovanja razvijen u okviru ove disertacije, može se uspešno primeniti u visokoškolskim ustanovama za realizaciju nastavnog procesa. Implementirane metode i tehnike za adaptaciju doprinose poboljšanju rezultata učenja i opštem zadovoljstvu studenata i nastavnika. Rezultati disertacije otvaraju mogućnost daljeg istraživanja u oblasti razvoja adaptivnih sistema integracijom standardnih rešenja za upravljanje učenjem i dodatnih modela koji obezbeđuju adaptivnost. Dalji rad u ovoj oblasti je moguć, najpre u oblasti nadogradnje i proširenja predloženih adaptivnih metoda.

U ovom istraživanju, u modelu studenta, korišćeni su parametri: predznanje studenata iz oblasti objektno orjentisanog programiranja, stilovi učenja i ad hoc definisani kriterijumi. Da bi se obezbedila potpuna adaptacija, neophodno je utvrditi i ostale osobine studenata: očekivanja, motivaciju, veštine, znanja, brzinu učenja, društvene karakteristike i ostalo. Krajnji cilj adaptacije bio bi razvoj modela koji uzima u obzir sve navedene faktore. Osim skalarnog modela, koji je u ovoj disertaciji primenjen za utvrđivanje karakteristika studenata, u budućim istraživanjima, trebalo bi primeniti kompleksnije modele koji mogu uzeti u obzir kompleksnije mere karakteristika studenata.

U predloženom adaptivnom modelu prikazan je koncept razvoja statičkog modela studenata, što znači da se podaci o studentima sakupljaju tokom vremena i kasnije primenjuju u otkrivanju stilova učenja. Rezultati ove disertacije mogu poslužiti kao dobra osnova za razvoj dinamičkog modela studenata u kojem bi se informacije o ponašanju i aktivnostima studenata u sistemu obrađivale i primenjivale u realnom vremenu. U vezi sa tim, trebalo bi integrisati sve relevantne podatke, tako da se primenom tehnika poslovne inteligencije dostignu još kvalitetnije analize i zaključci. U predloženom rešenju, proces kreiranja adaptiranih sadržaja (kurseva, lekcija, tekstualnih materijala, hipermedija resursa) zahteva znanje nastavnika iz oblasti informacione tehnologije. S tim u vezi, mogućnost unapređenja se ogleda u razvoju efikasnih softverskih alata za jednostavno kreiranje i upravljanje adaptiranim resursima. Istovremeno, potrebno je obezbediti da sve aktivnosti i resuri koji su razvijeni u okviru adaptivnih kurseva budu u skladu sa definisanim standardima elektronskog obrazovanja.

Budućim istraživanjima trebalo bi obezbediti automatsku i ekonomičnu adaptaciju kurseva elektronskog obrazovanja u sistemima za upravljanje procesom učenja.

Tendencija daljeg razvoja sistema za upravljanje učenjem je u konvergenciji aktuelnih sistema tako da se udruže prednosti različitih tipova (adaptivnih i neadaptivnih sistema) u novi kvalitet.

8. Zaključak

Osnovna ideja istraživanja je bila da se ispituju efekti adaptacije kurseva elektronskog obrazovanja prilagođavanjem modela stilova učenja koji su razvili Felder i Silvermanova. Rezultati dobijeni u ovom istraživanju pokazuju da se adaptiranjem elektronskih kurseva, primenom razvijenog modela, postižu bolji rezultati i veće zadovoljstvo studenata.

Prvi deo istraživanja imao je za cilj da se utvrde razlike u postignutim rezultatima studenata eksperimentalne i kontrolne grupe na testu znanja. Uočava se da je srednja ocena studenata koji su pohađali adaptirani kurs značajno viša od ocene studenata sa neadaptiranog kursa. Podaci o prosečnoj oceni ostvarenoj na testu znanja potvrđuju pozitivne efekte adaptacije elektronskog kursa. Na kursevima adaptiranim primenom modela opisanog u ovom radu, veći broj studenata je ostvario visoku ocenu, što je u skladu sa rezultatima brojnih istraživanja u oblasti adaptivnog e-obrazovanja (Brusilovsky, 2001; Graf, 2005). Rezultati post hoc analize pokazali su razlike u rezultatima kontrolne grupe u odnosu na svaku od tri eksperimentalne grupe. Sa druge strane, postignuti rezultati studenata tri eksperimentalne grupe (klastera) sa adaptiranih kurseva nisu statistički značajni. Može se zaključiti da su kreirani kursevi prilagođeni svakoj od eksperimentalnih grupa i da pozitivno utiču na performanse studenata.

Drugi deo istraživanja je realizovan u cilju utvrđivanja nivoa zadovoljstva studenata realizovanim kursevima. Nivo zadovoljstva razmatran je u skladu sa tri varijable: nastavni materijali, aktivnosti na elektronskom kursu i opši utisak studenata. Utvrđeno je da su studenti eksperimentalne grupe (sva tri klastera) iskazali pozitivan stav prema svim razmatranim varijablama. Sa druge strane, značajno veći broj studenata kontrolne grupe izjasnio se da im elektronski kurs koji su pohađali ne odgovara. Svi navedeni rezultati ukazuju da usklađenost nastavnih resursa i aktivnosti elektronskog kursa sa stilovima učenja studenta ima značajan uticaj na konačan rezultat procesa učenja.

U radu je prikazan jedan pristup za adaptaciju kurseva u okviru sistema za elektronsko učenje. Adaptacija elektronskih kurseva se zasniva na prilagođavanju različitih parametara: načina prezentovanja sadržaja, komunikacije, organizacije aktivnosti u skladu sa očekivanjima, zahtevima i osobinama studenata. Osnovni kriterijum na osnovu kojeg je realizovana adaptacija u ovom istraživanju su stilovi učenja studenata. Savremena istraživanja u oblasti elektronskog obrazovanja su usmerena ka prilagođavanju sistema elektronskog obrazovanja karakteristikama studenata. Rešenja se uglavnom zasnivaju na razvoju adaptivnih sistema elektronskog učenja (Brusilovsky, 2004). Ovakvi pristupi zahtevaju razvoj novih softverskih rešenja za elektronsko učenje, teško se implementiraju i integrišu u redovni nastavni proces i u literaturi nema podataka o njihovoj masovnoj eksploataciji u sistemima visokog obrazovanja. Pristup primenjen u ovom radu podrazumeva adaptaciju u okviru postojećeg sistema za upravljanje elektronskim učenjem, a ne razvoj novog sistema. Jedna od najvažnijih prednosti upotrebe inovirane metode za kreiranje adaptiranih kurseva prilagođavanjem je što se njenom primenom mogu kreirati adaptirani kursevi bez programiranja dodatnih softverskih rešenja. Za primenu modela, nastavnik ne mora da poseduje napredna znanja iz oblasti informacionih sistema i softverskog inženjerstva. Ovakvo rešenje omogućava kreiranje adaptivnog okruženja za elektronsko obrazovanje kroz primenu metodološkog pristupa nastavnika. Iako je model prilagođen za primenu u Moodle sistemu za elektronsko obrazovanje, uz jednostavne modifikacije moguće je primeniti ga i na druga rešenja za upravljanje elektronskim obrazovanjem. Takođe, autor smatra da se model može primeniti za realizaciju adaptivnih kurseva iz bilo koje nastavne oblasti.

Dalje, u radu je opisan prilagođeni upitnik za utvrđivanje stilova učenja zasnovan na modelu stilova učenja Feldera i Silvermanove, koji je podesan za primenu u sistemima za

elektronsko obrazovanje u visokoškolskim ustanovama. Jedan od ključnih doprinosa ovog rada je prilagođavanje upitnika za utvrđivanje stilova učenja, gde je sadržaj u 16 pitanja izmenjen tako da omogućava povezivanje stilova učenja studenata sa aktivnostima i resursima dostupnim u tipičnom sistemu za elektronsko obrazovanje, kao što je *Moodle*. Standardni ILS upitnik je prvobitno kreiran za utvrđivanje stilova učenja studenata u tradicionalnim sistemima obrazovanja. Uspešno je primenjen u većem broju sistema elektronskog učenja (Graf, 2005; Alfonseca et al., 2006), ali do sada nije bilo pokušaja da se ovaj upitnik prilagodi specifičnim karakteristikama i aktivnostima u okviru sistema elektronskog obrazovanja. Prilagođavanjem upitnika se dobija kvalitetniji instrument za utvrđivanje stilova učenja u okruženju za elektronsko obrazovanje. Istovremeno, omogućava se direktna povezanost pitanja iz upitnika sa aktivnostima i resursima u sistemu elektronskog obrazovanja, što kasnije olakšava adaptaciju i nastavnicima daje smernice kako da pojedinačne aktivnosti e-učenja prilagode stilovima učenja. Ipak, u daljem radu potrebno je izvršiti poboljšanje pouzdanosti upitnika, jer su koeficijenti, iako prema nekim kriterijumima prihvatljivi, i dalje prilično niski.

Adaptacija u ovom istraživanju se zasniva na grupnoj personalizaciji. Istraživanja su pokazala da se najbolji rezultati postižu personalizacijom na nivou pojedinca (Brusilovsky, 2004), međutim, takav način nije pogodan za sisteme elektronskog obrazovanja sa velikim brojem korisnika i nije ekonomičan sa aspekta nastavnika. Primenom rešenja predloženog u ovom radu, postiže se ekonomičnost, efikasnost i jednostavnost postupka adaptacije u sistemima za elektronsko obrazovanje koji se koriste u visokoškolskim ustanovama. U realizovanom eksperimentu, odlukom nastavnika adaptacija je izvršena za tri grupe studenata. Međutim, u svakoj narednoj realizaciji opisanog modela, nastavnik ima mogućnost da definiše broj klastera za realizaciju adaptacije i na taj način prilagodi model.

Personalizacija kurseva u ovom istraživanju je realizovana na osnovu stilova učenja kao jedinog kriterijuma. Buduća istraživanja su usmerena ka razmatranju dodatnih karakteristika studenata, kao što su predznanje o oblasti učenja, očekivanja studenata i sl. Potrebno je obezbediti mehanizam za praćenje rada studenata i promenu klastera u koji je student svrstan ukoliko se primeti da rezultati nisu zadovoljavajući. Rezultati ovog istraživanja mogu poslužiti kao osnova za razvoj modela adaptacije kurseva elektronskog učenja u kojem bi se informacije o ponašanju i aktivnostima studenata u sistemu obrađivale i primenjivale u realnom vremenu.

Jedan od najvažnijih efekata upotrebe inovirane metode za kreiranje adaptivnih kurseva predložene u ovoj disertaciji je što se njenom primenom mogu kreirati adaptivni kursevi bez programiranja dodatnih softverskih rešenja. Ovakvo kreiranje adaptivnih kurseva ne traži dodatna znanja nastavnika. Takođe, pogodno je i za implementaciju na sistemima za učenje na daljinu visokoškolskih ustanova, gde izmene programskog koda sistema za učenje na daljinu nisu dozvoljene politikom ustanove.

Primenom rezultata istraživanja obrazovne ustanove mogu poboljšati performanse obrazovnog procesa, planirati i realizovati nastavne aktivnosti na efikasniji i kvalitetniji način, motivisati studente da postižu bolje rezultate i omogućiti bolju saradnju i komunikaciju učesnika u obrazovanju.

Međutim, osnovnu barijeru u razvoju adaptivnog elektronskog učenja predstavljaju složenost, visoki troškovi i dugačak vremenski period koji su potrebni za razvoj ovakvog sistema.

Literatura

- [1] Anderson T., Elloumi F., *Theory and Practice of Online Learning*, Athabasca University, 2004.
- [2] Bogdanović Z., *Poslovna inteligencija u adaptivnom elektronskom obrazovanju*, Doktorska disertacija, Beograd: FON, 2011.
- [3] Hoic-Bozic, N., Mornar, V., Boticki, I., "A Blended Learning Approach to Course Design and Implementation", IEEE Trans. Educ., vol. 52, pp.19-30, Feb. 2009.
- [4] Blackboard (2004), <http://www.blackboard.com>
- [5] Rice, William. (2006), *Moodle e-learning course development*, Packt publishing – referentna i sveobuhvatna knjiga o Moodle, dostupno na: http://www.owli.org/portal/file.php/1/Moodle_Sample_e-book.pdf [17.4.2011]
- [6] Moodle (2009), *Moodle manuals*, veb strana sa preporučenim priručnicima za Moodle na različitim jezicima, dostupno na: http://docs.moodle.org/en/Moodle_manuals
- [7] Brandl, K., *Are you Ready to "Moodle"?* Language Learning/Technology, Washington, 2005, 9(2), pp:16- 23.
- [8] Boyatzis R. E., Kolb D. A. *From learning styles to learning skills: The executive skills profile*, Journal of Managerial Psychology 10, pp. 3-17. 1995.
- [9] Savičić J., *Internet tehnologije i alati*, Monografija u štampi, Izdavač Pedagoški fakultet Sombor, 2011.
- [10] Conner M., *What's Your Learning Style?*, 2008.
- [11] Cvetinović M., Radivojević Z., *Implementacija rešenja integracije softverskih sistema*, TELFOR 2005, Beograd, 22.-24.novembar 2005.
- [12] Dagger D., Wade V., Conlan O., *Personalisation for All: Making Adaptive Course Composition Easy*, Educational Technology & Society, 8 (3), 9-25. ISSN 1436-4522, 2005.
- [13] Despotović M., Bogdanović Z., Radenković B., *Integrating e-education components using web portal, Electronic services in private and public sector - opportunities and obstacles*, Novo mesto, Slovenia, 2006
- [14] Despotović M., Bogdanović Z., Radenković b., *Web portal for e-education, E-governance and e-business at the service of customer*, Faculty of Social Sciences, Ljubljana, 2007, editors: Uroš Pinterič, Uroš Svete
- [15] Despotović M., Bogdanović Z., Savić A., *Integracija komponenti sistema u okviru portala za poslediplomsko obrazovanje na daljinu*, Symorg 2006, Zlatibor, 07-10. jun 2006.
- [16] Despotović M., Bogdanović Z., Savić A., Radenković B., *Obrazovni i tehnički aspekti projekta sistema za e-obrazovanje*, Zbornik radova, E-trgovina, 2006.
- [17] Despotović M., Radenković B., *Integracija sistema za upravljanje procesom učenja i poslovnog informacionog sistema*, Postel 2005, Beograd, 13-14. decembar 2005.
- [18] Despotović M., *Razvoj metoda poslediplomskog obrzovanja na daljinu zasnovanog na Internet tehnologijama*, doktorska disertacija, FON 2006.

- [19] Despotović, M, Savić, A., Bogdanović, Z., *Content management in E-Education*, Journal For Management Theory And Practice, No. 42/2006, pp. 55-62, ISSN 0354-8635, Belgrade, 2006.
- [20] Despotović M., Savić A., *Integrating technology to support e-education*, Transactions on Internet Research, Volume 2, No. 2, ISSN 1820 – 4511, Belgrade, 2006.
- [21] Despotović M., Savić A., Radenković B., *Jedan pristup integraciji aplikacija i servisa u softverskom sistemu za e-obrazovanje*, Info M 15-16, Beograd, 2005.
- [22] Discenza R., Howard C., Schenk K., *The Design and management of effective distance learning programs*, Idea Group Inc, 2002.
- [23] Esposito F., Licchelli O., Semeraro G., *Discovering Student Models in e-learning Systems*, Journal of Universal Computer Science, vol. 10, no. 1, pp. 47-57, 2004.
- [24] Despotović, M, Bogdanović, Z., Barać, D., *Methodology for creating adaptive online courses using business intelligence*, Transactions on Advanced Research, 5(2), pp. 27-35, ISSN: 1820-4511, IPSI Bgd Internet Research Society New York, Frankfurt, Tokyo, Belgrade, 2009.
- [25] Fayyad U., Piatetsky-Shapiro G., Smyth P., *From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases*
- [26] Felder R., Soloman B., *Learning Styles And Strategies*, <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSdir/styles.htm>
- [27] Giannoni D.L., & Tesone, D.V. (2003), *What academic administrators should know to attract senior level faculty members to online learning environments*, Online Journal of Distance Learning Administration, 6(1), 2003.
- [28] Giridharan A., *Adaptive e-Learning environment for students with divergent knowledge levels*, ELELTECH, India 2005
- [29] Grupa autora, *Data Modeling Techniques for Data Warehousing*, e-book, IBM Redbooks, 2001.
- [30] Guzmán, E., Conejo, R., García-Hervás, E., *An Authoring Environment for Adaptive Testing*, Educational Technology & Society, 8 (3), 66-76., 2005.
- [31] Heberling M. (2002), *Maintaining academic integrity in on-line education*, Online Journal of Distance Learning Administration, 5(2).
- [32] Hend D., Mannila H., Smyth P., *Principles of Data Mining*, e-book, 2001.
- [33] <http://www.analog.cx>
- [34] Moodle, <http://www.moodle.org/> , datum poslednje posete 15.04.2012.
- [35] IBM Corporation, *Patterns: Service-Oriented Architecture and Web Services*, IBM RedBooks (2004), <ftp://www.redbooks.ibm.com/redbooks/SG246303/>
- [36] Keegan D., *Foundations of distance education*, London: Routledge, 1990.
- [37] Koper, R. & Tattersall, C. (Eds.), *Learning design: A handbook on modelling and delivering networked education and training*, New York: Springer. IMS Global Learning Consortium: IMSQTI/RES V1.1, 2000.
- [38] *Learning Styles*, http://www.funderstanding.com/learning_styles.cfm
- [39] Ljubetić V., *Upravljanje znanjem primenom alata poslovne inteligencije*, magistarski rad, Zagreb, 2004.

-
- [40] Moore M. G, William G., *Handbook of distance education*, Lawrence Erlbaum Associates, 2003.
 - [41] Moore M. G. (1989), *Three types of interaction*, The American Journal of Distance Education, 3(2), 1-6.
 - [42] Moore M. G., Kearsley G. (2000), *Distance education: A systems view*, Belmont, CA. Wadsworth
 - [43] Nussbaumer A., Gütl C., Hockemeyer C., *A Generic Solution Approach for Integrating Adaptivity into Web-based E-Learning Platforms*, Conference IMCL2007 April 18 -20, 2007 Amman, Jordan
 - [44] Paul S., MacLennan J., Tang Z., Oveson S. Data Mining Tutorial, Microsoft Corporation, June 2005.
 - [45] Parkhurst, R., Moskal, B.M., Lucena, J., Downey, G.L., Bigley, T. & Elber, S., *Engineering Cultures: Comparing Student Learning in Online and Classroom Based Implementations*, International Journal of Engineering Education, Vol. 24, No 5, pp. 955-964, 2008.
 - [46] Piotrowski D., *E-Learning*, Internetworking 2002, Cisco Systems, Inc., Beograd, 2002.
 - [47] Radenković B., *Internet tehnologije*, CD – specijalističke studije, FON, Beograd, 2004.
 - [48] Radenković B., Despotović M., Bogdanović Z. & Barać D., *Creating Adaptive Environment for e-Learning Courses*, Journal of Information and Organizational Sciences, Vol. 33, No.1, pp.179-189, 2008.
 - [49] Radenković B., Despotović M., Bogdanović Z., *Web portal za poslediplomsko e-obrazovanje*, Symopis 2006
 - [50] Radenković B., Despotović M., *Content Management And Process Integration In E-Education Systems*, International Symposium on Vlable TELecommunications, VITEL2006, Ljubljana, 03.- 04.04.2004.
 - [51] Raisinghani M., *Business Intelligence in the Digital Economy: Opportunities, Limitations and Risks*, Idea Group Publishing, 2004.
 - [52] Reinschmidt J., Francoise A., *Business Intelligence Certification Guide*, e-book, IBM Redbooks, 2001.
 - [53] Savić A., Despotović M., Radenković B., *Integracija procesa u softverskom sistemu za e-obrazovanje*, YuInfo2006, Kopaonik, 06-10. mart 2006.
 - [54] Stanojević D., *Web usage mining u elektronskom poslovanju*, diplomski rad, FON 2007.
 - [55] Stojković S., *Sugar CRM*, diplomski rad, FON 2007
 - [56] Tang Z., MacLennan J., *Data Mining with SQL Server*, e-book, 2005.
 - [57] WebCT (2004), <http://www.webct.com>
 - [58] Pain D., Heron Le J. (2003), *WebCT and online assessment: the best thing since SOAP?*, Educational Technology & Society, 6(2), 62-71.
 - [59] Collis, B. (1996), *Tele-Learning in a Digital World*, London: International Thomson Computer Press.
 - [60] Goldstein F., *Academic Analytics: The Uses of Management Information and Technology in Higher Eeducation*, http://www.educause.edu/ir/library/pdf/ecar_so/ers/ers0508/EKF0508.pdf

- [61] S. Jevremovic, V. Vujin, Z. Bogdanovic, D. Djokic, D. Barac, *Designing Adaptive e-Learning Courses Trough Cloud Computing*, Metalurgia International, No 9- 2012, ISSN 1582–2214. Impakt faktor za 2010=0.154. Rad prihvaćen za objavljivanje.
- [62] D. Đokic, A. Labus, S. Jevremovic, A. Stokic, A. Milic, *Portal for the Management of Digitaly Signed Electronic Documents*, Metalurgia International, No 9-2012, ISSN 1582–2214. Impakt faktor za 2010=0.154. Rad prihvaćen za objavljivanje.
- [63] Jevremović, S., *An approach to creating an adaptive on-line course*, Transactions on Internet Research, Volume 8, Number 1, 2012, IPSI BgD in New York, Frankfurt, Tokyo, and Belgrade, ISSN 1820-4503, Online verzija objavljenog rada: <http://internetjournals.net/journals/tar/2011July/p2.doc>
- [64] Jevremović, S. *Implementacija adaptivnih metoda u e-obrazovanju*, Info M, vol. 8, no. 31, pp. 34-38. 2009, ISSN 1451-4397.
<http://scindeks.ceon.rs/article.aspx?artid=1451-43970931034J>
- [65] Jevremović, S., *Implementation of the adaptive system in electronic learning*, Management, vol 53, 2010, ISSN 1820-0222.
http://www.management.fon.rs/index.php?option=com_content&view=article&id=47%3Aimplementacija-adaptivnog-sistema-za-elektronsko-uenje&catid=10%3Amanagement-53&lang=en
- [66] Pilipović, D., Pilipović, M., Jevremović, Svetlana., *Semantički wiki kao pomoć pri učenju*, INFOTEH-JAHORINA Vol. 7, Ref. F-16, p. 745-749, Mart 2008.
www.infoteh.rs.ba/zbornik/2008/radovi/F/F-16.doc
- [67] Jevremovic, S., *Metodološki okvir za razvoj personalizovanog sistema elektronskog učenja*, 17. Telekomunikacioni forum TELFOR 2009 Srbija, Beograd, novembar 24.-26., 2009. http://2009.telfor.rs/files/radovi/10_39.pdf
- [68] Pejčić-Tarle, S., Čičević S., Davidović, M., Petrović, D., Bojković, N., *e-učenje u teoriji i praksi*, Priručnik za jednostavno kreiranje on-line kurseva, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2007.
- [69] Jevremović, S., *Implementacioni aspekti adaptivnog elektronskog obrazovanja*, magistarska teza, FON, 2008.
- [70] Vujin, V., *Model IT infrastrukture za e-obrazovanje*, Doktorska disertacija, Beograd: FON, 2012.
- [71] Barać, D., *Razvoj modela i servisa portala za adaptivno elektronsko obrazovanje*, Doktorska disertacija, Beograd: FON, 2011.
- [72] Dagger, D., O'Connor, Lawless, S., Walsh, E. & Wade, V., *Service-Oriented E-Learning Platforms: From Monolithic Systems to Flexible Services*, Vol. 11, No. 3, pp. 28-35, IEEE Internet computing, 2007.
- [73] Graf, S., *Adaptivity in Learning Management Systems Focusing on Learning Styles*, Doktorska disertacija, Vienna University of Technology, 2007.
- [74] Despotović-Zrakić, M., Bogdanović, Z., Barać, D., Radenković, B., *An Application of FONWebGPSS in Teaching Simulation*, Telfor2010, Beograd, CD ROM, Novembar 2010, pp. 1145-1148, M63.
- [75] Tsai, S., Machado, P., *E-Learning, Online Learning, Web-based learning, or Distance Learning*, eLearn Magazine on WEB, 2003.
- [76] Jong, T. *Technological advances in inquiry learning*, Science, 321:532–533, 2006.

- [77] Dietinger, T., Maurer H., *How Modern WWW Systems Support Teaching and Learning*, Proc. of International Conference on Computers in Education (ICCE) 1997 (Ed. Z. Halim, T. Ottmann, Z. Razak), Kuching, Sarawak Malaysia, Dec. 2-6 1997, p37 – 51.
- [78] Miloradović, N., *Integracija mobilnih obrazovnih servisa u sisteme elektronskog obrazovanja*, magistarska teza, Beograd: FON, 2010.
- [79] Šimić, G., *Inteligentno ponašanje sistema za upravljanje učenjem*, Doktorska disertacija, Beograd: Univerzitet Singidunum, 2008.
- [80] Kahiigi, E. K., *Exploring the e-Learning State of Art*. The Electronic Journal of e-Learning, Management Centre International Limited, 6 (2), pp. 77 -88, 2008.
- [81] Janković, D., Rajković, P., Vučković, D. , *Multimedijalni sistemi kao deo sistema za elektronsko učenje*, Elektronski fakultet u Nišu, XXIII Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom Saobraćaju, Beograd, 2005.
- [82] Maravić Čisar, S., *Evaluacija znanja programskih jezika C++ i JAVA primenom računarskih adaptivnih testova*, Doktorska disertacija, Zrenjanin: Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", 2012.
- [83] Beck, J., Stern, M., Haugsjaa E., *Applications of AI in Education*, 2000, dostupno na sajtu: <http://www.acm.org/crossroads/xrds3-1/aied.html>
- [84] Java programski jezik, dostupan na sajtu: <http://www.sun.com/java/>
- [85] Despotovic-Zrakić, M., Markovic, A., Bogdanovic, Z., Barac, D., Krco, S., *Providing Adaptivity in Moodle LMS Courses*, Educational Technology & Society Journal, Vol 15, Issue 1, pp 326-338, 2012.
- [86] R. M. Felder, and L. K. Silverman (1988). *Learning and Teaching Styles in Engineering Education*. Engineering Education, 78(7): 674-681,. sa veb stranice: <http://www.ncsu.edu/felderpublic/Papers/LS-1988.pdf>
- [87] Miloradović, N., Bogdanović, Z., Barac, D., *Moodle API Based Mobile Learning Application*, Proceedins of VIPSI-2008 International Conference on Advances in the Internet, Processing, Systems, and Interdisciplinary Research, Proceedings on CD, Opatija, Croatia, 03-06. april 2008.
- [88] Vukmirović, D., Miloradović, N., Bogdanović, Z., *A model for integration of m-learning into learning management system*, Transactions on Advanced Research , 5(1), pp. 22-29, ISSN: 1820-4511, IPSI Bgd Internet Research Society New York, Frankfurt, Tokyo, Belgrade, 2009.
- [89] Brusilovsky, P., *Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia*, User Modeling and User-Adapted Interaction, 6, Springer Verlag, pp. 87-129, 1996.
- [90] Oppermann, R., Introduction. In R. Oppermann (Ed.), *Adaptive User Support*. Hillsdale, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, pp. 1-13., 1994.
- [91] Modritcher, F., *Towards a Generic Adaptive System applicable for Web-based Learning Management Environments*, In Proceedings of the ABIS Workshop, Saarbrücken, 2005.
- [92] Oppermann, R., Rashev, R., and Kinshuk., *Adaptability and Adaptivity in Learning Systems* In A. Behrooz (Ed.), Proceedings of the International Conference on Knowledge Transfer. London, Pace, Vol. 2, pp.173-179., 1997.
- [93] Hsu, H.H., Chen, C.H., Tai, W.P., *Towards Error-Free and Personalized Web-Based Courses*. In: The 17th International Conference on Advanced

- Information Networking and Applications, AINA'03. March 27-29, Xian, China, 99-104, 2003.
- [94] Brusilovsky, P., *Developing Adaptive Education Hypermedia Systems: From Design Models to Authoring Tools*, In *Authoring Tools for Advanced Learning Technologies* by Murray, T., Blessing S., & Ainsworth, S. (Eds.), Kluwer Academic Publishers, NL, 2001.
- [95] Karampiperis, P., & Sampson, D., *Adaptive Learning Resources Sequencing in Educational Hypermedia Systems*. Educational Technology & Society, International Forum of Educational Technology & Society, Vol. 8, No. 4, pp. 128-147, 2005.
- [96] Martins, A. C., Faria, L., Vaz de Carvalho, C., & Carrapatoso, E. , *User Modeling in Adaptive Hypermedia Educational Systems*, Educational Technology & Society, 11 (1), 194-207, 2008.
- [97] Brusilovsky, P., *Adaptive Educational Systems on the World-Wide-Web: A Review of Available Technologies*, In *Proceedings of workshop WWW-Based Tutoring at 4th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS'98)*, 1998.
- [98] Anaya, A., Boticari, J., *Content-free collaborative learning modeling using data mining*, User Modeling and User-Adapted Interaction, published online January 20, 2011.
- [99] Berhe, S., Demurjian, S., Ren, H. Devineni, M., Vegad, S. & Polineni, K., *Axon – An Adaptive Collaborative Web Portal*, 3rd Int. Workshop on Adaptation and Evolution in Web Systems Engineering – AEWSE 2008, Proceedings on CD
- [100] Bielikova, M. & Navrat, M., *Adaptive web-based portal for effective learning programming*. Communication & Cognition, Vol. 42, No. 1-2, 79-92, 2009.
- [101] Bielikova, M., *An adaptive web-based system for learning programming*, International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning, Vol. 16, No.1/2. pp. 122-136, 2006.
- [102] Bielíková, M., Barla, M. & Tvarožek, M. *Personalized Presentation in Web-Based Information Systems*, Proceedings of the 33rd conference on Current Trends in Theory and Practice of Computer Science, Springer-Verlag, 2007.
- [103] Chih, M. & Chen, M., *Intelligent web-based learning system with personalized learning path guidance*, Computers & Education Vol. 51, pp.787–814, 2008.
- [104] De Bra, P., Smits D. & Stash N., *Creating and Delivering Adaptive Courses with AHA!*, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4227/2006, SpringerLink, pp. 21-33, 2006.
- [105] Dujaily, A., *Personality Effect in Design of Adaptive E-learning system*, Doktorska disertacija, 2007.
- [106] Edward, L., Lourdeaux, D., Lenne, D., Barthes, J. & Burkhardt, J., *Modelling autonomous virtual agent behaviours in a virtual environment for risk*, IJVR: International Journal of Virtual Reality, Vol. 7, No. 3, pp.13–22, 2004.
- [107] Meccawy, A., *Service-oriented architecture for adaptive and collaborative e-learning systems*, Maram University of Nottingham, 2008.
- [108] Meccawy, M., Blanchfield, P., Ashman, H., & Brailsford, T., *WHURLE 2.0: Adaptive Learning Meets Web 2.0*, Lecture Notes in Computer Science, Springer Berlin/ Heidelberg, pp. 274-279, 2008.

- [109] Nauerz, A., Pietschmann, S. & Pietzsch, R., *Collaborative annotation-driven adaptation in web portals*, Proceedings of the eighteenth conference on Hypertext and hypermedia, ACM, pp. 155-156, 2007.
- [110] Pahl, C., *Architecture Solutions for E-learning Systems*, Idea Group Inc (IGI), 2008.
- [111] Van Rosmalen, P., Vogten, H., Van Es, R., Passier, H., Poelmans, P., & Koper, R., *Authoring a full life cycle model in standards-based, adaptive e-learning*, Educational Technology & Society, Vol. 9 No. 1, pp. 72-83, 2006.
- [112] Atif, Y., Benlamri, R., & Berri J., *Dynamic Learning Modeler*, Educational Technology & Society, Journal of Educational Technology & Society, Vol. 6 No. 4, pp. 60-72, 2003.
- [113] Brusilovsky, P., & Millán, E., *User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems*, In P. Brusilovsky, A. Kobsa, and W. Nejdl (Eds.): The Adaptive Web, LNCS 4321, pp. 3 – 53, 2007., Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.
- [114] Burgos, D., & Specht, M., *Adaptive e-Learning Methods and IMS Learning Design: An Integrated Approach*, Advanced Learning Technologies, pp.1192 – 1193, 2006.
- [115] Dekson, D.E. & Suresh, E.S.M. 2010., *Adaptive e-learning techniques in the development of teaching, electronic portfolio – a survey*, International Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 2(9), pp. 4175-4181, 2010.
- [116] Rosmalen, P., Vogten, H., Van Es, R., Passier, H., Poelmans, P. & Koper, R. *Authoring a full life cycle model in standards-based, adaptive e-learning*, Educational Technology & Society, Vol. 9 No. 1, 2006, pp. 72-83.
- [117] Aroyo, L., Dolog, P., Houben, G-J., Kravcik, M., Naeve, A., Nilsson, M., Wild, F., *Interoperability in Personalized Adaptive Learning*, Journal of Educational Technology & Society, 9 (2), pp. 4-18, 2006.
- [118] Brusilovsky, P., *Knowledge tree: A distributed Architecture for Adaptive E-learning*, WWW2004, New York, USA., ACM, pp. 104-113, 2004.
- [119] Froschl, C.: *User Modeling and User Profiling in Adaptive E-learning Systems*, Master's Thesis At Graz University of Technology, Institute for Information Systems and Computer Media (IICM), Faculty of Computer Science, Graz University of Technology, Graz, Austria, 2005.
- [120] Kobsa, A. *User Modeling: Recent Work, Prospects and Hazards*. In Adaptive User Interfaces: Principles and Practise. M. Schneider-Hufschmidt, T. K'uhme and U. Malinowski, eds., 1993. <http://www.ics.uci.edu/~kobsa/papers/1993-aui-kobsa.pdf>
- [121] Prodromou, E., & Avourise, N., *E-Class Personalized: Design and Evaluation of an Adaptive Learning Content Management System*, Artificial Intelligence Applications and Innovations, Boston: Springer Boston, Vol. 204, pp. 409-416, 2006.
- [122] Alfonseca, E., Carro, R., Martín, E., Ortigosa A., & Paredes, P., *The impact of learning styles on student grouping for collaborative learning: a case study*. User Modeling and User-Adapted Interaction, 16 (3-4), pp.377-401, 2006.
- [123] De Bra, P., Aerts, A., & Rousseau, B., *Concept Relationship Types for AHA! 2.0 in World Conference on E-Learning in Corp., Govt., Health, & Higher Ed.* 2002(1), 1386-1389, 2002.

- [124] De Bra P., Houben G., & Wu H, *AHAM: A Dexter-based Reference Model for Adaptive Hypermedia*, In Proceedings of the 10th ACM Conference on Hypertext and Hypermedia (HT'99), pp. 147–156, 1999.
- [125] Graf S., Kinshuk, *Analysing the Behaviour of Students in Learning Management Systems with respect to Learning Styles*, book chapter in M. Wallace, M. Angelides, P. Mylonas, *Advanced in Semantic Media Adaptation and Personalization*, Springer Series on Studies in Computational Intelligence, Vol. 93, pp. 53-74, 2008.
- [126] Zickar, M. J., & Drasgow, F., *Detecting faking on a personality instrument using appropriateness measurement*, *Applied Psychological Measurement*, Vol. 20, pp. 71–87., 1996.
- [127] Zickar, M. J., Overton, R., Taylor, L., & Harms, H., *Development of an adaptive test for computer programmers*. In Drasgow, F. & Olson-Buchanon, J. B. (Eds), *Innovations in computerized assessment*, pp. 7-33. Lawrence Erlbaum: Mahwah, NJ., 1999.
- [128] Rudner, L. M., *An On-line, Interactive, Computer Adaptive Testing Tutorial*, 1998. <http://echo.edres.org:8080/scripts/cat/catdemo.htm> [28. 06. 2012.]
- [129] Linacre, J. M., *Computer-adaptive testing: a methodology whose time has come*, MESA memorandum no. 69. Published in Sunhee Chae, Unson Kang, Eunhwa Jeon and J. M. Linacre. *Development of computerised middle school achievement test*, Seoul, South Korea, pp. 1-58., 2000.
- [130] Brusilovsky, P., *Adaptive hypermedia*, *User Modeling and User Adapted Interaction*, Ten Year Anniversary Issue (A. Kobsa, ed.), 11 (1/2), Springer Verlag, pp. 87-110, 2001.
- [131] Csefalvay, M., Hutai, L., Karpati, A., Mako, F., Molnar, G., Molnar, P., Nemeth, E., Pethő, B., Simonics, I., Szabo, V., Toth, P., & Timar, S., *Škola budućnosti*, Beograd, 2010.
- [132] Nat, M., Walker, S., Bacon, L., & Dastbaz, M. (2010). *Designing personalisation in LAMS*. Paper presented at the 2010 European LAMS Conference, Oxford, UK.
- [133] Koch, N., *Software Engineering for Adaptive Hypermedia Systems*, PhD thesis, Ludwig-Maximilians-University Munich/Germany, 2000.
- [134] Kay, J., *User Interfaces for All*, chapter *User Modeling for Adaptation*, *Human Factors Series*. Lawrence Erlbaum Associates, pp. 271–294. , Inc., 2000.
- [135] Vassileva, J., *A task-centred approach for user modelling in a hypermedia office documentation system*, *User Modelling & User-Adapted Interaction*, Berlin: Springer Verlag, 6 (2-3), pp. 185-223, 1996.
- [136] Brusilovsky, P., Sosnovsky, S., & Yudelson, M., *Adaptive Hypermedia Services for E-Learning*. Proceedings of Workshop on Applying Adaptive Hypermedia Techniques to Service Oriented Environments at the Third International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems (AH'2004), Eindhoven, the Netherlands, August 23, 2004 Published as No. CS-Report 04-19, Technische University Eindhoven, Eindhoven, the Netherlands. pp. 470-479, 2004.
- [137] Paramythi, A., Loidl-Reisinger, S., *Adaptive Learning Environments and e-Learning Standards*, *Electronic Journal of e-Learning*, Vol. 2, No. 1, pp.181-194, 2004.

- [138] Felder, R. M., & Soloman, B. A. (2004). *Index of Learning Styles*, <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSdir/styles.htm>, datum poslednje posete 28.01.2013.
- [139] Carmona, C., Castillo, G., & Milan, E., *Designing a Dynamic Bayesian Network for Modeling Students' Learning Styles*, Advanced Learning Technologies, 2008. ICAALT '08. Eighth IEEE International Conference on, Santander, Spain, 1-5 July 2008, pp. 346-350, 2008.
- [140] Graf, S., Kinshuk, & Liu, T., *Supporting Teachers in Identifying Students' Learning Styles in Learning Management Systems: An Automatic Student Modelling Approach*, Journal of Educational Technology & Society, 12 (4), pp. 3-14, 2009.
- [141] Felder, R., & Spurlin, J., *Applications, Reliability and Validity of the Index of Learning Styles*, Int. J. On Engineering Education, 21(1): 103-112, 2005.
- [142] Brusilovsky, P. & Miller, P., *Course Delivery Systems for the Virtual University*, In: Tschang, T. and Della Senta, T. (eds.): Access to Knowledge: New Information Technologies and the Emergence of the Virtual University, Amsterdam: Elsevier Science and International Association of Universities, pp. 167-206, 2001.
- [143] Brusilovsky, P. & Maybury, T., *From adaptive hypermedia to the adaptive web*, Communications of the ACM, Vol. 45, No. 5, pp. 30-33, 2002.
- [144] De Bra, P., Aroyo, L. & Cristea, A., *Adaptive Web-based Educational Hypermedia*, In M. Levene, & A. Poulouvasilis (Eds.), Web Dynamics, Adaptive to Change in Content, Size, Topology and Use, Springer, pp. 387-410, 2004.
- [145] Meccawy, M., Stewart, C. & Ashman, H., *Adaptive educational hypermedia interoperability and content creation with a web service-based architecture*, Int. J. Learning Technology, Vol. 3, No. 3, pp. 269-285, 2007.
- [146] Mihailović D.: *Metodologija naučnih istraživanja*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 1999.
- [147] Despotović, M., Marković A. Bogdanović Z., Barać D., Krčo S., *Providing Adaptivity in Moodle LMS Courses*, Educational Technology & Society Journal, ISSN 1436-4522, 14(2)
- [148] Fraley, C., and Adriane. Raftery, A., *How Many Clusters? Which Clustering Method? Answers Via Model-Based Cluster Analysis*, The computer journal, 41(8), 1998.
- [149] Hsu, K. C., & Yang, F.-C. O., *Toward an Open and Interoperable e-Learning Portal: OEPortal*, Educational Technology & Society, Vol. 11, No. 2, pp. 131-148, 2008.
- [150] Dolog, P., Henze, N., Nejdl, W., Sintek, M., *The Personal Reader: Personalizing and Enriching Learning Resources Using Semantic Web Technologies*, In: De Bra, P, Nejdl, W., (eds.) AH 2004. LNCS, Springer, Heidelberg, Vol. 3137, pp. 85-94, 2004. (Personal reader).
- [151] Meccawy, M., Celik, I., Cristea, A., Stewart, C. & Ashman, H., *Interoperable Adaptive Educational Hypermedia: A Web Service Definition*, In Proc. IEEE Proceedings of International Conference on Advanced Learning Technologies, Kerkrade, The Netherlands, 2006.
- [152] ADL (2004), *The SCORM 2004 (Sharable Content Object Reference Model) specification*, preuzeto 20.08.2012. sa veb adrese <http://www.adlnet.org/scorm>.

- [153] <http://scorm.com/scorm-explained/scorm-resources/> - poslednja poseta 31.07.2012.
- [154] Mason, R. & Ellis, T. *Extending SCORM LOM*, Issues in Informing Science and Information Technology Vol. 6, pp. 866-874, 2009.
- [155] Chang, W. C., Hsu, H. H., Smith, T. K. & Wang, C. C., *Enhancing SCORM metadata for assessment authoring in e-learning*, Journal of Computer Assisted Learning, pp. 305-316, 2004.
- [156] Liber, O., *Learning objects: Conditions for viability*, Journal of Computer Assisted Learning, Vol. 21, pp. 366-373, 2005.
- [157] IMS Meta-data Best Practice Guide for IEEE 1484.12.1-2002 Standard for Learning Object Metadata, preuzeto 20.08.2012. sa veb adrese <http://www.imsglobal.org/>
- [158] Despotović, M, Savić, A., Bogdanović, Z., *Integracija komponenti sistema u okviru portala za posleddiplomsko obrazovanje na daljinu*, SymOrg2006, Zlatibor, 07-10. jun 2006.
- [159] Esichaikul, V., Lamnoi, S. & Bechter, C., *Student Modelling in Adaptive E-Learning Systems* Knowledge Management & E-Learning, An International Journal, Vol.3, No.3, 342-355, 2010.
- [160] Somyürek, S., *Student modeling: Recognizing the individual needs of users in e-learning environments*, International Journal of Human Sciences Vol. 6 No.2, pp. 429-450, 2009.
- [161] Takhirov, N., *Adaptive personalized eLearning*, Master thesis, Norwegian University of Science and Technology, 2008.
- [162] Kobsa, A., *Generic User Modeling Systems*. In: Brusilovsky, P., Kobsa, A., Nejdl, W., (eds.): The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization. Berlin, Heidelberg, User Modeling and User-Adapted Interaction, Lecture Notes In Computer Science archive, New York: Springer Verlag, pp. 136-154, 2007.
- [163] Brown, E., Cristea, A., Stewart, & C., Brailsford T., *Patterns in Authoring of Adaptive Educational Hypermedia: A Taxonomy of Learning Styles*, Journal of Educational Technology & Society, International Forum of Educational Technology & Society, Vol. 8, No. 3, pp. 77- 90, 2005.
- [164] Alfonseca, E., Carro, R., Martín, E., Ortigosa A., & Paredes, P., *The impact of learning styles on student grouping for collaborative learning: a case study*. User Modeling and User-Adapted Interaction, 16 (3-4), pp.377-401, 2006.
- [165] Boyatzis, R. E., Kolb D. A., *From learning styles to learning skills: The executive skills profile*, Journal of Managerial Psychology 10, pp. 3-17, 1995.
- [166] Felder, R.M., Silverman, L.K., *Learning and Teaching Styles in Engineering Education*. Journal of Engineering Education, 78(7), pp. 674-681, 1988.
- [167] Richmond, S., & Cummings, R., *Implementing Kolb's learning styles into online distance education*, International Journal of Technology in Teaching and Learning, 1(1), 45-54, 2005.
- [168] Graf, S., & Kinshuk, *An Approach for detecting Learning Styles in Learning Management Systems*, Proc. of 6th IEEE Int. Conf. on Advanced Learning Technologies (ICALT), IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA,USA, pp. 161-163, 2006.

- [169] Kanninen, E., *Learning styles and e-learning*, Master thesis, Tampere University Of Technology, 2009.
- [170] Kolb, A., 1984: *Experiential Learning*, Englewood Cliffs, NJ.: Prentice Hall
- [171] Manochehr, N., *The Influence of Learning Styles on Learners in E-Learning Environments: An Empirical Study*. Computers in Higher Education Economics Review, University of Portsmouth: The CALECO Group, 18(1), pp. 10-14, 2006.
- [172] Radenković, B., Despotović, M., Bogdanović, Z., Barać, D., *Adaptive e-education system based on learning styles*, CECIIS2008, Varaždin, Croatia, 24-26.septembar 2008.
- [173] Čefalvai, M., Hutai, L., Karpati, A., Karpati, A., Mako, F., Molnar, Đ., Molnar, P., Nemet, E., Pete, B., Šimonič, I., Sabo, V., Tot, P., Timar, Š., *Škola budućnosti*, Beograd 2010, preuzeto 20.12.2012. sa veb adrese http://www.microsoft.com/serbia/obrazovanje/pil/skola_buducnosti/default.mspix

Spisak slika

Slika 1. Grafički prikaz strukture disertacije	5
Slika 2. Konceptualni model elektronskog obrazovanja	8
Slika 3. Model sistema elektronskog obrazovanja	8
Slika 4. Faze procesa učenja na daljinu.....	9
Slika 5. Model on-line učenja sa tipovima interakcije.....	10
Slika 6. Korišćenje <i>Shared white board</i>	12
Slika 7. Vrednovanje znanja bazirano na tehnološkim rešenjima.....	12
Slika 8. Dve audio i video konfiguracije.....	13
Slika 9. Taksonomija sistema za elektronsko obrazovanje.....	15
Slika 10. Konceptualni okvir sistema elektronskog učenja	15
Slika 11. Generacije sistema za upravljanje elektronskim učenjem	17
Slika 12. Sistem za upravljanje učenjem.....	18
Slika 13. Arhitektura sistema za upravljanje učenjem.....	20
Slika 14. <i>Moodle</i> ključni procesi predavanja na daljinu.....	22
Slika 15. <i>Moodle</i> ključni procesi učenja na daljinu	22
Slika 16. Tematski prikaz kursa u <i>Moodle</i> -u	23
Slika 17. Osnovni koncepti standarda elektronskog obrazovanja.....	24
Slika 18. Razvoj standarda elektronskog obrazovanja	25
Slika 19. Model strukture sadržaja	28
Slika 20. Konceptualni dijagram koji opisuje komponente paketa	28
Slika 21. Model karakteristika objekata učenja	32
Slika 22. Struktura adaptivnog sistema e-obrazovanja	34
Slika 23. Kombinovanje elemenata adaptivnosti za personalizaciju kursa.....	35
Slika 24. Metodologija konstrukcije adaptivnog kursa	40
Slika 25. Faktori uticaja na subjektivni doživljaj tokom obrazovnog procesa.....	41
Slika 26. Arhitektura <i>AHA!</i> sistema	46
Slika 27. Arhitektura adaptivnog hipermedijskog sistema.....	48
Slika 28. Model adaptivne hipermedije	50
Slika 29. Tehnologije adaptivne hipermedije.....	52
Slika 30. Komponente predloženog modela razvoja sistema	61
Slika 31. Detaljna struktura predloženog modela za adaptivno elektronsko obrazovanje.....	62
Slika 32. Troslojna arhitektura adaptivnog sistema elektronskog obrazovanja	63
Slika 33. Arhitektura veb portala za adaptivno elektronsko obrazovanje.....	64

Slika 34. Konceptualni izgled stranice portala.....	65
Slika 35. Dijagram aktivnosti prikupljanja podataka	67
Slika 36. Dijagram aktivnosti prikupljanja podataka u namenskim istraživanjima	69
Slika 37. Dijagram aktivnosti prikupljanja podataka iz poslovnog IS-a	71
Slika 38. Dijagram aktivnosti prikupljanja podataka iz LMS-a.....	72
Slika 39. Dijagram aktivnosti analize podataka.....	73
Slika 40. Dijagram aktivnosti razvoja adaptivnih kurseva	76
Slika 41. Proces pripreme i razvoja e-materijala.....	77
Slika 42. Primer toka kursa za sekvencijalni stil učenja.....	82
Slika 43. Primer toka kursa za globalni stil učenja	82
Slika 44. Komunikacija u procesu elektronskog obrazovanja	83
Slika 45. Dijagram aktivnosti realizacije adaptivnih e-kurseva.....	85
Slika 46. Adaptacija bazirana na predznanju primenom metodološkog postupka nastavnika ...	88
Slika 47. Adaptacija bazirana na predznanju primenom automatizovanih metoda u LMS-u.....	89
Slika 48. Adaptacija na osnovu stila učenja studenata	92
Slika 49. Kreiranje kurseva adaptiranih na osnovu stilova učenja	93
Slika 50. Adaptacija kursa na osnovu karakteristika objekata učenja.....	95
Slika 51. Adaptacija zasnovana na stilovima i objektima učenja	97
Slika 52. Kreiranje kursa zasnovanog na adaptaciji stilova i objekata učenja	97
Slika 53. Model softverske arhitekture sistema.....	99
Slika 54. Osnovni servisi portala za adaptivno elektronsko obrazovanje	102
Slika 55. Slojevi LMS servisa	103
Slika 56. Struktura neadaptivnog kursa Programiranje za Internet.....	105
Slika 57. Prosečna ocena tokom dosadašnjih studija	107
Slika 58. Raspodela studenata aktivnog i refleksivnog stila učenja.....	109
Slika 59. Raspodela studenata senzornog i intuitivnog stila učenja	110
Slika 60. Raspodela studenata vizuelnog i verbalnog stila učenja	112
Slika 61. Raspodela studenata sekvencijalnog i globalnog stila učenja	113
Slika 62. Dijagram klastera.....	114
Slika 63. Primer forme za kreiranje kursa	116
Slika 64. Kreiranje korisničkog naloga	117
Slika 65. Obrazac za registraciju.....	118
Slika 66. Kategorije kurseva.....	118
Slika 67. Izbor kursa.....	119
Slika 68. Pristup kursu.....	119

Slika 69. Prikaz osnovnih informacija o kursu.....	120
Slika 70. Pregled svih kurseva određene kategorije	120
Slika 71. Graf modula za klaster1	121
Slika 72. Sedmični pregled sadržaja	122
Slika 73. Kratak opis modula za određenu sedmicu	122
Slika 74. Sedmični prikaz sadržaja modula.....	123
Slika 75. Strana sa lekcijom	123
Slika 76. <i>Moodle</i> resursi za klaster1	124
Slika 77. Algoritam računarskog adaptivnog testa	125
Slika 78. Nastavnički interfejs za postavku testa	126
Slika 79. Adaptivni režim testiranja	126
Slika 80. Interfejs za izbor preliminarnog testa	127
Slika 81 Testovi za klaster1.....	127
Slika 82. Graf modula za klaster2	128
Slika 83. Sedmični prikaz resursa za klaster2	128
Slika 84. Dodatne informacije za <i>Framework</i>	129
Slika 85. Preporučeni linkovi za klaster2	129
Slika 86. Preporučena veb lokacija za studente klastera2.....	129
Slika 87 Graf modula za klaster3	130
Slika 88. Graf modula toka učenja za klaster3.....	131
Slika 89. Forum	131
Slika 90. Uporedna analiza prolaznosti studenata na adaptivnom i neadaptivnom kursu.....	133
Slika 91. Poređenje ocena u adaptivnim i neadaptivnim kursevima.....	134
Slika 92 Prilagođenost nastavnih materijala realizovanog adaptivnog kursa	135
Slika 93. Prilagođenost adaptivnog kursa u celini.....	135

Spisak tabela

Tabela 1. Poređenje karakteristika LMS	20
Tabela 2. Zajedničke karakteristike u modelu studenata.....	36
Tabela 3. Felder-Silverman model stilova učenja	54
Tabela 4. Strategije učenja i predavanja za aktivne i refleksivne studente	55
Tabela 5. Strategije učenja i predavanja za senzorne i intuitivne studente.....	56
Tabela 6. Strategije učenja i predavanja za vizuelne i verbalne studente	57
Tabela 7. Strategije učenja i predavanja za sekvencijalne i globalne studente.....	58
Tabela 8. Karakteristike postupka prikupljanja podataka.....	68
Tabela 9. Struktura log zapisa.....	75
Tabela 10. Nastavni materijali prema stilu učenja.....	78
Tabela 11. Priprema objekata učenja	80
Tabela 12. Stilovi učenja i komunikacija	83
Tabela 13. Servisi za komunikaciju i kolaboraciju prema vremenu interakcije	84
Tabela 14. Stilovi učenja i evaluacija znanja studenata.....	87
Tabela 15. Veze između stilova učenja i aktivnosti dostupnih u Moodle LMS.....	90
Tabela 16. Veze između stilova učenja i materijala za učenje raspoloživih u Moodle LMS	91
Tabela 17. Validacija prilagođenog indeksa stilova učenja.....	92
Tabela 18. Objekti učenja u Moodle-u	94
Tabela 19. Prilagođeno kvantifikovanje stilova učenja	98
Tabela 20. Gantogram razvoja adaptivnog sistema elektronskog obrazovanja	106
Tabela 21. Pitanja koja se tiču aktivnog i refleksivnog stila učenja.....	108
Tabela 22. Pitanja koja se tiču senzornog i intuitivnog stila učenja	109
Tabela 23. Pitanja koja se tiču vizuelnog i verbalnog stila učenja	111
Tabela 24. Pitanja koja se tiču sekvencijalnog i globalnog stila učenja	112
Tabela 25. Aktivnosti studenata na uvodnom kursu	114
Tabela 26. Adaptacija kurseva	115
Tabela 27. Kurs za klaster 1.....	124
Tabela 28. Opis kursa za klaster 2.....	128
Tabela 29. Opis kursa za klaster 3.....	130
Tabela 30. Grupe studenata i stilovi učenja	133

PRILOG: Anketa

Prezime i ime studenta:		Broj indeksa:		Godina upisa:	
-------------------------	--	---------------	--	---------------	--

I Opšta pitanja

Odgovorite na postavljena pitanja popunjavanjem praznog prostora ili izborom iz liste ponuđenih odgovora.

Grupa	Rb.	Pitanje	Rb.	Pitanje
G1	1	Pol: (a) Muški; (b) Ženski.	3	Godina rođenja: _____
	2	Mesto rođenja: _____	4	Srednja škola: _____
	5	Na kojoj godini studija ste sada: (a) Prva; (b) Druga; (c) Treća; (d) Četvrta; (e) Apsolvent.		
	6	Koja vam je prosečna ocena: (a) 6.00 - 6.99; (b) 7.00 - 7.99; (c) 8.00 - 8.99; (d) 9.00 - 9.99; (e) 10.00.		

II Stilovi učenja**G2.1 – Aktivni i refleksivni stil učenja**

Odgovorite na postavljena pitanja izborom iz liste ponuđenih odgovora:

(a) U potpunosti se slažem; (b) Delimično se slažem; (c) Ne mogu da se odlučim; (d) Delimino se ne slažem; (e) U potpunosti se ne slažem.

Grupa	Rb.	Pitanje
G2.1	1	Češće me doživljavaju kao društvenu osobu. (a) (b) (c) (d) (e)
	2	Češće me doživljavaju kao povučenu osobu. (a) (b) (c) (d) (e)
	3	Bolje usvajam znanje kroz praktičan rad. (a) (b) (c) (d) (e)
	4	Bolje usvajam znanje razmišljajući o gradivu koje učim. (a) (b) (c) (d) (e)
	5	Tokom studiranja upoznao/la sam veliki broj studenata. (a) (b) (c) (d) (e)
	6	Tokom studiranja upoznao/la sam mali broj studenata. (a) (b) (c) (d) (e)
	7	Kada radim nešto prvi put, radije bih odmah isprobao/la. (a) (b) (c) (d) (e)
	8	Kada radim nešto prvi put, radije bih promislio/la pre upotrebe. (a) (b) (c) (d) (e)
	9	Radije učim u grupi. (a) (b) (c) (d) (e)
	10	Radije učim samostalno. (a) (b) (c) (d) (e)
	11	Više volim kada profesor zada temu seminarskog/projektnog rada. (a) (b) (c) (d) (e)
	12	Više volim kada sam/a predložim temu seminarskog/projektnog rada. (a) (b) (c) (d) (e)
	13	Više volim da sam definišem rokove za ispunjavanje predispitnih obaveza. (a) (b) (c) (d) (e)
	14	Više volim da profesor definiše rokove pojedinih predispitnih obaveza. (a) (b) (c) (d) (e)
	15	Aktivnost/i koja vas najviše motiviše za učenje (moguće je obeležiti više odgovora): (a) Domaći zadaci; (b) Testovi; (c) Lekcije; (d) Forum; (e) _____.
	16	Aktivnost/i koja vam najviše pomaže prilikom učenja (moguće je obeležiti više odgovora): (a) Domaći zadaci; (b) Testovi; (c) Lekcije; (d) Forum; (e) _____.

G2.2 – Senzorni i intuitivni stil učenja

Odgovorite na postavljena pitanja izborom iz liste ponuđenih odgovora:

(a) U potpunosti se slažem; (b) Delimično se slažem; (c) Ne mogu da se odlučim; (d) Delimino se ne slažem; (e) U potpunosti se ne slažem.

Grupa	Rb.	Pitanje
G2.2	1	Kao predavač, nastavu bih bazirao/la na prezentovanju činjenica i situacija iz života. (a) (b) (c) (d) (e)
	2	Kao predavač, nastavu bih bazirao/la na prezentovanju ideja i teorija. (a) (b) (c) (d) (e)
	3	Lakše usvajam znanja ako je predavanje zasnovano na konkretnom materijalu (podacima i činjenicama). (a) (b) (c) (d) (e)
	4	Lakše usvajam znanja ako je predavanje zasnovano na apstraktnom materijalu (teorijama i konceptima) (a) (b) (c) (d) (e)
	5	Više mi se sviđa koncept koji se bazira na činjenicama. (a) (b) (c) (d) (e)
	6	Više mi se sviđa koncept koji se bazira na teoriji. (a) (b) (c) (d) (e)
	7	Lakše usvajam podatke. (a) (b) (c) (d) (e)
	8	Lakše usvajam koncepte. (a) (b) (c) (d) (e)
	9	Sebe smatram realističnim/om (a) (b) (c) (d) (e)
	10	Sebe smatram inovativnim/om. (a) (b) (c) (d) (e)
	11	Više volim da radim seminarski rad nego projekat. (a) U potpunosti se slažem; (b) Delimično se slažem; (c) Ne mogu da se odlučim; (d) Delimino se ne slažem; (e) U potpunosti se ne slažem.
	12	Više volim da radim praktičan rad/projekat nego seminarski rad. (a) U potpunosti se slažem; (b) Delimično se slažem; (c) Ne mogu da se odlučim; (d) Delimino se ne slažem; (e) U potpunosti se ne slažem.

G2.3 – Vizuelni i verbalni

Odgovorite na postavljena pitanja izborom iz liste ponuđenih odgovora:

(a) U potpunosti se slažem; (b) Delimično se slažem; (c) Ne mogu da se odlučim; (d) Delimino se ne slažem; (e) U potpunosti se ne slažem.

Grupa	Rb.	Pitanje
G2.3	1	Kada proučavam podatke, više mi odgovaraju tabele i grafikoni. (a) (b) (c) (d) (e)
	2	Kada proučavam podatke, više mi odgovara kratak tekstualni prikaz. (a) (b) (c) (d) (e)
	3	U knjizi sa mnogo slika i tabela pomno proučavam slike i tabele. (a) (b) (c) (d) (e)
	4	U knjizi sa mnogo slika i tabela fokusiram se na tekst. (a) (b) (c) (d) (e)
	5	Lakše usvajam nove informacije preko slika, dijagrama, grafika ili tabela. (a) (b) (c) (d) (e)
	6	Lakše usvajam nove informacije preko teksta ili usmenog izlaganja. (a) (b) (c) (d) (e)
	7	Najbolje pamtim ono što vidim. (a) (b) (c) (d) (e)
	8	Najbolje pamtim ono što čujem. (a) (b) (c) (d) (e)
	9	Kada razmišljam šta sam radio juče, pre ću se setiti slike. (a) (b) (c) (d) (e)
	10	Kada razmišljam šta sam radio juče, pre ću se setiti reči. (a) (b) (c) (d) (e)
	11	Vrsta prezentacije koja vam najviše pomaže prilikom učenja (moguće je obeležiti više odgovora): (a) Pisani materijali; (b) Multimedijalni materijali; (c) Usmeno prezentovanje sadržaja; (d) _____.
	12	Koji način komunikacije sa profesorima vam najviše odgovara (moguće je obeležiti više odgovora): (a) tradicionalne metode komunikacije (licem u lice, konsultacije, telefon); (b) sinhrono elektronske metode komunikacije (forum, e-mail, chat); (c) asinhrono elektronske metode komunikacije (forum, e-mail, chat); (d) _____.
	13	Koji način komunikacije sa studentima vam najviše odgovara (moguće je obeležiti više odgovora): (a) tradicionalne metode komunikacije (licem u lice, konsultacije, telefon); (b) sinhrono elektronske metode komunikacije (forum, e-mail, chat); (c) asinhrono elektronske metode komunikacije (forum, e-mail, chat); (d) _____.

G2.4 – Sekvencijalni i globalni stil učenja

Odgovorite na postavljena pitanja izborom iz liste ponuđenih odgovora:

(a) U potpunosti se slažem; (b) Delimično se slažem; (c) Ne mogu da se odlučim; (d) Delimino se ne slažem; (e) U potpunosti se ne slažem.

Grupa	Rb.	Pitanje
G2.4	1	Kada usvajam nova znanja iz određene oblasti, radije se fokusiram na oblast izučavanja, pokušavajući da naučim što više mogu. (a) (b) (c) (d) (e)
	2	Kada usvajam nova znanja iz određene oblasti, radije pokušavam da povežem oblast sa srodnim temama. (a) (b) (c) (d) (e)
	3	Više volim da predavač postepeno i na jasan način prezentuje materijal. (a) (b) (c) (d) (e)
	4	Više volim da predavač predstavi celinu teme i poveže je sa drugim temama. (a) (b) (c) (d) (e)
	5	Kada jednom razumem sve delove, razumem i celinu. (a) (b) (c) (d) (e)
	6	Kada jednom razumem celinu, razumem kako se delovi uklapaju. (a) (b) (c) (d) (e)
	7	Kada rešavam problem u grupi, radije razmišljam o fazama procesa rešavanja problema (a) (b) (c) (d) (e)
	8	Kada rešavam problem u grupi, radije razmišljam o mogućim posledicama ili primenama rešenja u širem okviru. (a) (b) (c) (d) (e)
	9	Lakše razumem detalje, dok mi opšta slika može ostati delimično nejasna. (a) (b) (c) (d) (e)
	10	Lakše razumem celu sliku, dok mi detalji mogu ostati delimično nejasni. (a) (b) (c) (d) (e)
	11	Više volim kada profesor prezentuje veliki broj tema sa manjim nivoom detaljnosti. (a) (b) (c) (d) (e)
	12	Više volim kada profesor prezentuje manji broj tema sa većim nivoom detaljnosti. (a) (b) (c) (d) (e)
	13	Više mi odgovara da seminarski rad radim sam, nego u timu. (a) (b) (c) (d) (e)
	14	Više mi odgovara polaganje ispita po delovima nego u celosti. (a) (b) (c) (d) (e)

III Mobilno obrazovanje

G3.1 – Tehnološka ograničenja mobilnih telefona

Odgovorite na postavljena pitanja popunjavanjem praznog prostora ili izborom iz liste ponuđenih odgovora

Grupa	Rb.	Pitanje
G3.1	1	Da li posedujete mobilni telefon? (a) Ne; (b) Jedan; (c) Više.
	2	Navedite proizvođača i model vašeg mobinog telefona Proizvođač: _____; Model: _____.
	3	Da li posedujete smarphone? (a) Ne; (b) Jedan; (c) Više.
	4	Koji operativni sistem ima vaš mobilni telefon? (a) Fabrički; (b) Android; (c) Windows mobile; (d) Symbian; (e) Linux; (f) Ne znam; (g) Drugi: _____.
	5	Da li vaš telefon podržava GPRS? (a) Da; (b) Ne; (c) Ne znam.
	6	Da li vaš telefon podržava WiFi? (a) Da; (b) Ne; (c) Ne znam.
	7	Da li vaš telefon ima JAVA platformu? (a) Da; (b) Ne; (c) Ne znam.
	8	Da li vaš telefon podržava 3G? (a) Da; (b) Ne; (c) Ne znam.
	9	Da li vaš telefon podržava video razgovore? (a) Da; (b) Ne; (c) Ne znam.
	10	Da li vaš telefon podržava GPS? (a) Da; (b) Ne; (c) Ne znam.
	11	Da li vaš telefon podržava Bluetooth? (a) Da; (b) Ne; (c) Ne znam.
	12	Da li vaš telefon ima ekran u boji? (a) Da; (b) Ne; (c) Ne znam.
	13	Da li vaš telefon ima ekran osetljiv na dodir? (a) Da; (b) Ne; (c) Ne znam.
	14	Baterija vam u proseku traje: a) Jedan dan; (b) Dva dana; (c) Do tri dana; (d) Više od tri dana; (e) Ne znam.

G3.2 – Upotreba mobilnih telefona

Odgovorite na postavljena pitanja izborom iz liste ponuđenih odgovora:

(a) Svaki dan; (b) 2-3 puta nedeljno; (c) Jednom mesečno; (d) Jednom godišnje; (e) Ne koristim.

Grupa	Rb.	Pitanje
G3.2	1	Da li koristite kalendar telefonu? (a) (b) (c) (d) (e)
	2	Da li koristite telefon za razmenu MMS poruka? (a) (b) (c) (d) (e)
	3	Da li koristite telefon za razmenu e-mail poruka? (a) (b) (c) (d) (e)
	4	Da li koristite telefon za surfovanje web-om? (a) (b) (c) (d) (e)
	5	Da li koristite telefon za preuzimanje slika sa Interneta? (a) (b) (c) (d) (e)
	6	Da li koristite telefon za preuzimanje muzike sa Interneta? (a) (b) (c) (d) (e)
	7	Da li koristite telefon za gledanje video materijala? (a) (b) (c) (d) (e)
	8	Da li koristite telefon za preuzimanje video materijala sa Interneta? (a) (b) (c) (d) (e)
	9	Da li koristite telefon za plaćanje usluga? (a) (b) (c) (d) (e)
	10	Da li koristite video razgovor? (a) (b) (c) (d) (e)
	11	Da li koristite navigaciju na telefonu? (a) (b) (c) (d) (e)
	12	Da li koristite audio beleške na telefonu? (a) (b) (c) (d) (e)

Odgovorite na postavljena pitanja popunjavanjem praznog prostora ili izborom iz liste ponuđenih odgovora

G3.2	13	Da li ste nekad instalirali dodatne aplikacije na vaš telefon? (a) Ne; (b) Da, koje: _____.
	14	Da li koristite telefon u još neku svrhu, a koja nije navedena? (a) Ne; (b) Da, koja: _____.
	15	Zaokružite odgovor koji vam najviše odgovara: (a) Ne odvajam se od mobilnog telefona; (b) Nikad ga ne zaboravljam; (c) Desi se da ga zaboravim; (d) Povremeno ga ugasim; (e) Bio/la sam mirniji/a bez mobilnog telefona.

G3.3 – Upotreba mobilnih telefona u obrazovanju

Odgovorite na postavljena pitanja popunjavanjem praznog prostora ili izborom iz liste ponuđenih odgovora

Grupa	Rb.	Pitanje
G3.3	1	Da li koristite mobilni telefon za pristup portalu myelab.net? (a) Da; (b) Ne.
	2	U koje svrhe ste pristupali portalu (moguće je zaokružiti više odgovora)? (a) Rešavanje testova; (b) Pregled sadržaja; (c) Čitanje foruma; (d) Čitanje obaveštenja; (e) Preuzimanje materijala; (f) Drugo: _____.
	3	Da li koristite mobilni telefon za pristup drugim obrazovnim sadržajima? (a) Ne; (b) Da, kojim: _____.

G3.4 – Problemi prilikom korišćenja mobilnih sadržaja

Odgovorite na postavljena pitanja popunjavanjem praznog prostora ili izborom iz liste ponuđenih odgovora

Grupa	Rb.	Pitanje
G3.4	1	Da li ste prilikom korišćenja mobilnih sadržaja imali problema sa baterijom? (a) Stalno; (b) Ponekad (c) Nikad.
	2	Da li ste prilikom korišćenja mobilnih sadržaja imali problema sa preglednošću? (a) Stalno; (b) Ponekad (c) Nikad.
	3	Da li su mobilnih sadržaji komplikovani za korišćenje? (a) Da; (b) Poneki; (c) Ne.
	4	Da li ste prilikom korišćenja mobilnih sadržaja imali problema sa signalom? (a) Stalno; (b) Ponekad (c) Nikad.
	5	Da li prilikom pregleda mobilnih sadržaja osećate povećani zamor? (a) Stalno; (b) Ponekad (c) Nikad.
	6	Ukoliko ste se susreli sa još nekim problemima prilikom pristupa različitim sadržajima navedite ih: _____.

Biografija autora

Mr Svetlana Jevremović je rođena 1965. godine u Šapcu. Osnovnu i srednju školu završila je u Šapcu. Diplomirala je na Fakultetu organizacionih nauka (smer kibernetiski) 1998. godine. Poslediplomske specijalističke studije, smer Internet tehnologije, upisala je na FON-u školske 2003/04. godine. Specijalistički rad pod nazivom „Metodološki okvir za razvoj virtuelne učionice“ odbranila je 2006. godine. Poslediplomske magistarske studije, smer Elektronsko poslovanje, upisala je na FON-u školske 2005/06. godine. Magistarsku tezu pod nazivom „Implementacioni aspekti adaptivnog elektronskog obrazovanja“ odbranila je decembra 2008. godine. Tema doktorske disertacije, pod nazivom „Prilog razvoju modela adaptivnog elektronskog obrazovanja“, odobrena joj je 2009. godine na Univerzitetu Singidunum u Beogradu.