



**Univerzitet Singidunum**  
**Departman za posleddiplomske studije**

**Matematički modeli za višekriterijumske procene  
u sistemima učenja na daljinu**

**– doktorska disertacija –**

**Mentor:**

prof. dr Mališa Žižović

**Student:**

mr Boža Miljković, 475095/2012

Beograd, 2019.

## APSTRAKT

Učenje na daljinu (eng. Distance Learning System - DLS) je sveprisutniji savremeni koncept obrazovanja. To je koncept zasnovan na tutorskom sistemu i njegovim modulima (moduli asistenta, tutora, moduli za praćenje i prepoznavanje emocija, motivacije, itd.) koji deluju u korelaciji sa povratnim informacijama iz sistema. Ova modularnost značajna je pre svega u korektivnoj ulozi, adaptivnom kapacitetu, automatizaciji i samoregulaciji DL sistema. Novi koncept DL sistema omogućio je lakše uvođenje, široku zastupljenost i veću funkcionalnost savremenih sistema za upravljanje učenjem (eng. Learning Management System - LMS). LMS sistemi koriste se za kreiranje, organizaciju, realizaciju, administraciju, verifikaciju kurseva u skladu sa obrazovnim okruženjem. Definisane okruženja i priprema za nastavu počinje prepoznavanjem karakteristika studenata, nastavne grupe, podelom u podgrupe po orijentaciji, predznanju, predispozicijama, odnosno prepoznavanju individualnih karakteristika, sklonosti i mogućnosti studenata. Pristupanjem kursu, tokom kursa, a posebno pri rešavanju problemskih zadataka, dolazi do nejasnoća i nerazumevanja, razvijaju se različite emocije, padovi koncentracije, motivacije, i sl. Tada DL sistem i pripadajući moduli moraju signalizirati nepravilnosti i slabosti koncepta učenja u skladu sa individualnim potrebama, a uz pomoć modula korektivnih funkcija prevazilaziti ih. Iz tog razloga vrlo je važno u startu indetifikovati validne činioce obrazovnog okruženja i karakteristike studenta. U skladu stim neophodno je grupi/pojedincu dodeliti adekvatan skupa modula DL sistemu za uspešno praćenje kursa i kvalitetne procene uspešnosti okončanja kursa. Različitost činioca koji definišu okruženje neophodno je definisati težinskim faktorom, obzorom na posledične efekte. Dakle, neophodno je izraditi matematičke modele za ocenjivanje rada studenata koji studiraju na daljinu, na osnovu ulaznih parametara sa jedne strane (opšti uspeh, uspeh iz srodnih predmeta prethodnog nivoa školovanja, motivisanost studenta za studije, i sl.), te na osnovu reakcija tokom kursa na zadate probleme i zadatke, dobijenih u cilju uspešnog savlađivanja gradiva, sa druge strane. Takođe, neophodno je izraditi matematičke modele višekriterijumskog (VK) ocenjivanja odgovarajućih platformi za DL studije sa ciljem da se odredi za date situacije odgovarajući način održavanja nastave za pojedine studente ili grupe. Prosta primena poznatih metoda VKA ponekad nije moguća, zbog same strukture metoda. Dakle, u cilju postizanja odgovarajućih rezultata, razvija se prilagođeni VK metoda za ocenjivanje za konkretni slučaj, tj. za konkretno obrazovno okruženje.

## APSTRACT

Distance Learning System – DLS is modern-day concept of education that is rapidly gaining its universal approach. DL concept is based on tutoring systems and its modules (assistant module, tutor module, modules for tracing and recognizing emotions, motivational modules, etc.) which act in correlation with the feedback information from the system. The modularity of DL system is significant first and foremost in connection with correctional roles, adaptive capacity, process of automation and self-adapting of DL system. This new concept of DL system has allowed easy introduction, broad presence and higher functionality of contemporary Learning Management Systems – LMS. LM systems are used for creating, organizing, realization, administration and verifying classes in regard to educational surroundings. Defining educational surroundings and preparing for class starts with recognizing qualities of students, groups of students, dividing them into groups according to their predispositions, former knowledge, and orientation. In other words we need to be aware of characteristic, tendencies and capabilities of every student as an individual. Enrolling in classes, during classes and especially when confronted with difficult mathematical tasks, certain misinterpretations and lack of clarity are going to occur. This leads to variety of emotions, absent-mindedness, drops of concentrations and motivation. This is when DL system and all of the modules included signalize irregularities and lack of study quality that is no longer in proportion to individual needs of every student. With help of module of correctional functions this problem should be resolved. This is why it is extremely important to, from the very beginning, identify characteristics of students and valid factors of educational environment. In regards to this, every individual student or every group of students has to be assigned a proper combination of DL system modules so it would be possible to successfully follow up with the classes and give quality estimate at the end of the course. All these different factors that are defining educational surroundings have to be specified with weighting coefficients on account of consequential effects. In retrospect, it is crucial to construct mathematical modules based on two types of information that will provide suitable grade for every student that is part of distance learning program. First type of information represents input information that takes into account grade point average, grades from similar subjects gained during previous educational stage, level of motivations that student possesses, etc. Second type of information is based on emotional reactions that student show when confronted with tasks and

assignments as a part of their classes which have a sole purpose to master material of the course. Apart from this it is necessary to create mathematical models that include multiple-criteria grading of certain platforms of DL studies all with one goal to correlate certain situations with teaching process all in the best interest of every individual student or groups of students. Sometimes it is not possible to simply use this multiple-criteria grading method, because of the structure of method itself. So, while working, in order to reach the best possible results, certain grading method is created for every specific case viz. educational surroundings.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	8
<b>1.1. Definisanje istraživačkog problema</b> .....	10
1.1.1. Definisanje i opis predmeta (problema) istraživanja .....	10
1.1.2. Obrazloženje o potrebama istraživanja .....	11
1.1.3. Cilj istraživanja .....	12
1.1.4. Istraživačke hipoteze .....	13
1.1.5. Pregled vladajućih stavova i shvatanja, opravdanost istraživanja .....	14
<b>1.2. Struktura doktorske disertacije</b> .....	15
<b>2. Teorijski pristup problemu</b> .....	17
<b>2.1. Koncept sistema učenja na daljinu</b> .....	19
2.1.1. Broudkast kursevi (Broadcast courses) .....	23
2.1.2. Učenje zasnovano na Veb-u (Web-based learning) .....	26
2.1.3. Otvoreni masovni onlajn kursevi (MOOCs) .....	30
2.1.4. Sistemi učenja zasnovani na “oblacima” (Cloud Computing) .....	32
2.1.5. Prilagodljivost, interaktivnost i nova funkcionalnost DL sistema u personalizovanom pristupu .....	37
<b>2.2. Metode višekriterijumskog odlučivanja</b> .....	41
2.2.1. Podela metoda višekriterijumske analize .....	43
2.2.2. Određivanje relativne važnosti kriterijuma .....	46
2.2.3. Normalizacija podataka .....	49
2.2.4. Metode rangiranja .....	51
<b>2.3. Metode za dodeljivanje težinskih faktora</b> .....	57
2.3.1. Metode subjektivnog dodeljivanja težinskih faktora .....	58
2.3.2. Metode objektivnog dodeljivanja težinskih faktora .....	60
2.3.3. Kombinovane metode subjektivnog i objektivnog dodeljivanja težinskih faktora .	61
2.3.4. Prednosti, slabosti, mogućnosti i pretnje za metode dodeljivanja težinskih faktora .....	63
<b>2.4. Teorija informacija</b> .....	64
2.4.1. Šenonova teorija informacija .....	65
2.4.2. Teorija neodređenosti .....	66

<b>3. Pregled relevantnih karakteristika studenata bitnih za praćenje tokom kursa u cilju projekcije uspeha i predviđanja potrebnih korektivnih akcija u DL sistemima</b>	68
<b>3.1. Faktori koji utiču na funkcionalnost, kvalitet, efikasnost i efektivnost DL sistema</b>	69
3.1.1. Predznanje kao faktor uticaja na tok obrazovnog procesa	70
3.1.2. Motivacija kao faktor uticaja na tok obrazovnog procesa	71
3.1.3. Stil učenja kao faktor uticaja na tok obrazovnog procesa	75
3.1.4. Profesionalna orijentacija kao faktor uticaja na tok obrazovnog procesa	78
3.1.5. Emocionalne reakcije kao faktor uticaja na tok obrazovnog procesa	82
<b>3.2. Eksperimentalni model DL sistema sa “feedback”-om</b>	85
<b>4. Višekriterijumski pristup problemu u konceptu sistema učenja na daljinu</b>	92
<b>4.1. Klasifikacija studenata u grupe</b>	93
4.1.1. Klasifikacija studenata po predznanju	94
4.1.2. Klasifikacija studenata po stilu učenja	100
4.1.3. Klasifikacija studenata po profesionalnoj orijentaciji	103
4.1.4. Praćenje emocionalnih reakcija studenata	105
4.1.5. Korektivne akcije u DL sistemu	112
<b>4.2. Višekriterijumska analiza izbora koncepta DL sistema</b>	114
4.2.1. Postavka VK problema pri izboru DL sistema	115
4.2.2. Normalizacija VK modela	121
<b>5. Dodeljivanje težinskih faktora u višekriterijumskom modelu</b>	124
5.1. Dodeljivanje težinskih faktora u VK matrici odlučivanja o izboru DL sistema	125
5.2. Fleksibilnost VK pristupa	128
<b>6. Verifikacija prezentovanog modela VKA u organizaciji i realizaciji DL koncepta obrazovanja</b>	133
<b>7. Zaključci i preporuke</b>	144
<b>8. Literatura</b>	148

<b>9. Prilozi</b> .....	161
Prilog 1: VAK – Upitnik za samoprocenu stila učenja .....	161
Prilog 2: Brzi upitnik za umerđivanje stila učenja .....	164
Prilog 3: Upitnik za umerđivanje stila učenja .....	167
Prilog 4: Test profesionalne orjentacije – test razvoja karijere .....	171
Prilog 5: Upitnik ocene uspešnosti predavanja .....	175
Prilog 6a: Tabela aktivnosti studenata za umerđivanje stepena motivacije – Klasa 2014/2015 .....	177
Prilog 6b: Tabela aktivnosti studenata za umerđivanje stepena motivacije – Klasa 2015/2016 .....	178
Prilog 7a: Tabela za određivanje nivoa predznanja – Klasa 2014/2015 .....	179
Prilog 7b: Tabela za određivanje nivoa predznanja – Klasa 2015/2016 .....	182
Prilog 8a: Analiza emocija studenta, praćenje homogenosti emocija, pri rešavanju zadataka tokom kursa – Klasa 2014/2015 .....	184
Prilog 8b: Analiza emocija studenta, praćenje homogenosti emocija, pri rešavanju zadataka tokom kursa – Klasa 2015/2016 .....	187
Prilog 9: Uporedni pregled ostvarenih rezultata grupa i podgrupa studenata na kraju Kursa “Informatika u obrazovanju”, klasa 2016/2017 .....	191

## 1. UVOD

E-učenje, ili elektronsko učenje, prisutno je već dvadesetak godina, kao olakšano i pojačano učenje korišćenjem IKT-a. U poslednje vreme pod elektronskim obrazovanjem smatra se širok spektar obrazovnih aktivnosti pri čemu se manje razmatra pitanje infrastrukture, a mnogo više načina komunikacije, saradnje, interaktivnosti, kvaliteta nastavnih sadržaja, usluga, prakse i sl. E-učenje čija je jedna od bazičnih karakteristika interaktivni pristup nastavi, omogućuje studentima lakše savladavanje gradiva, učenje putem eksperimentisanja, izvođenje simulacija pojedinih procesa, jednostavniju proveru znanja i lakšu komunikaciju između nastavnika i studenta. Savremena nastava i e-učenje pogoduju razvoju apstraktnog mišljenja, omogućavaju plansko usmeravanje i individualno napredovanje u sticanju znanja. Ključna prednost e-učenja leži u sposobnosti upravljanja celokupnim procesom obrazovanja u realnom vremenu, a čemu je posebno doprineo razvoja konceptualno raznolikih sistema učenja na daljinu (*Distance Learning – DL*).

Ovaj novi koncept razvoja DL sistema omogućio je lakše uvođenje, široku zastupljenost i veću funkcionalnost savremenih sistema za upravljanje učenjem (eng. Learning Management System - LMS). LMS sistemi koriste se za kreiranje, organizaciju, realizaciju, administriranje, verifikaciju kurseva u skladu sa obrazovnim okruženjem. U disertaciji, pri izboru DL sistema u potpunosti će biti obuhvaćene i analizirane specifičnosti okruženja u kome se kursevi izvode, kao i metodološki pristupi pri kreiranju onlajn kurseva. Tema doktorske disertacije predviđa izradu matematičkog modela, za ocenjivanje rada studenata koji studiraju na daljinu na osnovu ulaznih parametara sa jedne strane (opšti uspeh, uspeh iz odgovarajućih predmeta važnih za dati predmet studiranja iz prethodnog školovanja, procene zainteresovanosti studenta za studije, itd.) i s druge strane na osnovu reakcija studenata na zadate probleme i zadatke koje dobijaju za rešavanje tokom kursa. Takođe predviđa izradu matematičkog modela, za višekriterijumsko ocenjivanje odgovarajućih platformi za studije na daljinu, sa ciljem da se odaberu u datim situacijama metodologije nastave koje najviše odgovaraju za posmatrane kandidate ili grupe. Te višekriterijumske metode za procenu i pomoć u donošenju odluka lako se mogu primeniti i u drugim oblastima, npr. implementirati u već postojeće menadžment sisteme.



DL je logičan nastavak u razvoju obrazovanja koji su i ustanove i polaznici obručke prihvatili kao rešenje modernog doba. Pri tom je internet rešio probleme komunikacije između ustanove i polaznika ali i distribucije materijala na puno komforniji način nego bilo koja ranije poznata tehnologija.

Trendovi novih sistema obično se manifestuju u pristupu učenju "centriranom na studentu", kako se to nekada zvalo. Sada je to više od samog prilagođavanje različitim stilovima učenja – to je predavanje komandi samog procesa učenja u ruke studenata (O'Neill & McMahon, 2005). Takvo učenje je okarakterisano ne samo većom autonomijom studenta, nego je i veći naglasak na aktivno učenje, gde ključnu ulogu ima kreiranje, komuniciranje i participiranje, a uloga nastavnika je izmenjena do te mere da nestaje razlika između nastavnika i studenta u celini (Downes, 2006). Kompleksnost i raznorodnost kriterijuma za izbor adekvatnog DL sistema nastave u savremenom i raznolikom okruženju obrazovnog procesa, nameće potrebu razvoja i primene složenih metoda za analizu i ocenu činioca relevantnih za izbor DL sistema za konkretno okruženje. Kriterijumi osim što su raznovrsni često su i raznorodni. Stoga ih je neophodno normirati i dodeliti im težinske faktore, jer rezultat vrednovanja kriterijuma u velikoj meri zavisi upravo od težinskih faktora. Značajan iskorak, u disertaciji načinjen je primenom metode višekriterijumske analize (VKA) za ocenjivanje uticaja svakog ponaosob relevantnog činioca obrazovnog procesa.

Kod nas modeli DL sistema u visokom obrazovanju u praksi nisu temeljno empirijski istraženi, pa tako nisu na samim nastavničkim fakultetima. Zato DL u nastavnoj praksi zaostaje za teoretskim postavkama. Ovaj nedostatak nemoguće je rešiti prostim preuzimanjem modela i sistema organizacije DL-a u celini od zemalja u kojima je on istražen i primenjen u praksi. Neophodno je stvoriti sopstvene pristupe DL-u pri realizaciji programskih sadržaja, tj. Sopstvene strategije učenja. Osim toga, ono što u nekim drugim zemljama nije više inovacija, za našu nastavnu praksu jeste. To kod nas nije slučaj sa konceptom DL-a ali jeste sa primenom raznih inteligentnih modula koji podržavaju rad DL i LMS sistema u globalu.

Sva ta različitost stavlja predavača u potpuno novu situaciju, a to je izbor. Izbor adekvatnog metodološkog pristupa, tj. DL sistema, obzirom na okruženje obrazovnog procesa predstavlja jednu od tema ovog rada. Kako pomoći predavaču u izboru metodologije nastave za konkretne uslove (okruženje, vlastite kompetencije, karakteristike učenika, predznanje,

motivaciju, itd.)? Najčešći problem u praksi predstavlja prisustvo velikog broja činioca (elemenata) sa kojima se analizira višekriterijumski problem sa jedne strane, i kompleksnost metoda za višekriterijumsku analizu sa druge strane. Stoga, se nameće potreba da se obe činjenice pažljivo razmotre kako bi se uskladile.

## **1.1. Definisanje istraživačkog problema**

### **1.1.1. Definisanje i opis predmeta (problema) istraživanja**

Izbor metodologije nastave tj. DL sistema mora biti usklađen sa mogućnostima i individualnim potrebama učenika, u skladu sa zadatim ciljevima, da bi se izbegli negativni emocionalni i motivacioni efekti tokom kursa. Da bi se obezbedio svrsishodan i prilagođen tok obrazovanja, neophodno je identifikovati validne činioce obrazovnog procesa za posmatrani kurs i karakteristike studenta. Kao deo obrazovnog okruženja ti činioци različito utiču na ishod i kvaliteta nastavnog procesa. Tu različitost neophodno je definisati težinskim faktorom obzorom na posledične efekte.

Predmet istraživanja su teoretski i empirijski aspekti primene matematičkih modela za višekriterijumske procene u sistemima učenja na daljinu za studente. Da bi se olakšao ovaj zadatak i kvalitetno unapredila procedura, neophodno je da se kreira baza podataka bazirana na posmatranje rada predmetnih studenata koji studiraju na daljinu. Jedan model višekriterijumske analize (VKA) koristiti će se za prognozu uspeha studenata u pohađanju kursa. Prognoza uspeha posmatrana je u smislu promena, tj. promena koje su studenti imali kao emocionalno i motivaciono, pozitivano ili neutrano iskustvo i doživljaj prema dodeljenim zadacima i sistemom nastave, tokom kursa, u odnosu na one koji su imali negativan odnos prema datim zadacima i temama i koji se nisu familjarizovali sa sistemom.

Zbog svega navedenog, inspirisano je opredeljenje da predmet istraživanja u disertaciji bude i primena metoda VKA kao modela za podršku u upravljanju nastavnim procesom baziranim na DL sistemima, tj. kao mehanizma koji pruža nastavnicima podršku u odlučivanju o metodološkom pristupu izvođenja nastave. Cilj svakog predavača (onog ko priprema i izvodi nastavu, te primenjuje određene metodologije) je da odabere adekvatnu metodologiju u datim uslovima i za konkretno okruženje. To znači da je uticaj nekih činioca na ishod obrazovnog procesa potrebno maksimizirati, a druge minimizirati. Prosta primena poznatih metoda VKA

ponekad nije moguća, zbog same strukture metoda. Dakle, potrebno je pronaći metodu za podršku u donošenju odluke o izboru metodologije, a u koju možemo lako i uspešno uključiti predmetnog predavača.

Istraživanja za ovu doktorsku tezu realizovano je u nekoliko pravaca. Prvi pravac istraživanja orijentisan je na sagledavanje alternativa metodološkog pristupa u DL sistemima. U disertaciji, alternative su definisane na osnovu preliminarnog istraživanja dostupnosti pojedinih DL sistema. Alternative su postavljene u funkciji kriterijuma, a kriterijumi su određeni rasponom vrednosti od idealnih do neprihvatljivih. Drugi pravac istraživanja, koji se takođe bavi problemom primene VKA u obrazovanju, tj. određivanje metode za dodelu težinskih faktora kriterijuma, a koji u velikoj meri utiču na donošenje odluke, tj. izbora platforme u datim uslovima i okruženju. Treći pravac je posmatranje rada predmetnih studenata, a koji studiraju na daljinu. Na osnovu povratnih informacija koje se generišu kroz odabrane platforme tokom kursa vrši se prognoza uspeha. Analiza uspeha ostvarena po modelu VKA u odnosu na polaznu procenu uspeha na osnovu polaznih informacija o studentu, određena je primenljivost konkretnog modela VKA u organizaciji kursa putem DL sistema.

#### 1.1.2. Obrazloženje o potrebama istraživanja

Činjenica je da se u nastavnom procesu mogu menjati i prilagođavati načini realizacije programa kursa, odnosno mogu se birati DL platforme koje će se primenjivati u nastavi. Svaki izbor nosi sa sobom određenu metodologiju, zahteva određeno predznanje učenika, zahteva kompetencije predavača, vreme za realizaciju kursa, finansijska sredstva, itd. Ciljevi kursa su jasno definisani za celu grupu, no sastav nastavne grupe je često različit po predznanju, iskustvu, motivaciji, i sl.

Činjenica je da među studentima jedne grupe mogu da postoje velike razlike, pa je i shvatljivo da jednaka organizacija nastave neće moći svim učenicima da osigura povoljne uslove za sticanje znanja. Primer, nedostaci („rupe“) u realizaciji kursa mogu se otkloniti izborom DL sistema sa kvalitetnim „feedback“ sistemom, po osnovu koga se mogu preduzimati korektivne mere u realizaciji kursa. Izbor DL sistema, obzirom na sve činioce nastavnog procesa, nije jednostavan zadatak za predavača, a posebno za one neiskusne. Ideja primene metoda VKA jeste prevazilaženje problema na konzistentan način, problema na koje predavač kao donosilac odluke nailazi prilikom rada sa velikom količinom kompleksnih informacija koje definišu obrazovni

proces. Kompleksnost informacija odnosi se na rad sa velikim brojem parametara kojima se analizira višekriterijumski problem, različite merne jedinice u kojima se izražavaju parametri, kao i različite skale.

U disertaciji, kroz prezentaciju i potvrdu o mogućnostima primene VKA u planiranju i izvođenju jednog kursa upotrebom DL sistema, otvara se put ka razvoju informacionih sistema za pomoć u odlučivanju u realizaciji obrazovnog procesa shodno specifičnostima okruženja. Na taj način *LMS* sistem, dopunjen algoritmom predloženog višekriterijumskog modela, postaje upotpunjen i šire primenljiv u obrazovnom menadžmentu radi postizanja veće efektivnosti i efikasnosti. Metode VKA ne mogu da zamene proces donošenja odluke, uz pomoć metoda VKA obezbeđuje se podrška pri odlučivanju i definisanju modela problema.

### 1.1.3. Cilj istraživanja

Istraživanje u ovoj doktorskoj disertaciji obuhvata teoretski aspekt primene VKA u sistemima obuke i obrazovanja, tj. pronalaženja adekvatne metode kako da vrednujemo različite platforme, metodologije, odnosno alternative DL sistema  $A_i$  po kriterijumu  $K_j$ , a na osnovu karakteristika činioca sistema obrazovanja. Na taj način će se izvršiti rangiranje alternativa  $A_i$  po adekvatnosti metodologije izvođenja nastave za konkretne uslove.

Teoretski model primene VKA se eksperimentalno proverava, tj. da li metoda VKA može dati kvalitetnu podršku u odlučivanju u izboru DL pristupa kursevima. Pod upotrebljivošću VKA smatra se optimizacija, rangiranje alternativa metodologije koja obezbeđuje zadovoljavajuće ostvarenje uspeha klase ili grupe u procesu izvođenja kurseva, tj. ostvarenje zadatih ciljeva uz uštedu vremena i troškova.

Kroz realizaciju eksperimentalnog istraživanja, odnosno sprovođenja izabranog modela nastave za konkretan kurs u ovoj doktorskoj disertaciji pratiće se razvoje emocija, motivacije i uspeha, kao povratnih informacija iz DL sistema. Na svaku promenu sistem će se „isprovocirati“ da generiše adekvatne korektivne mere metodologije radi otklanjanje nedostataka i samanjenje negativnih trendova ili za pojačavanja pozitivnih trendova. Svaki DL sistem ima svoja ograničenja u delovanju. Nesklad u ograničenju akcija DL sistema i potrebom za korekcije i podršku tokom realizacije kursa je posledica neadekvatnog izbora DL sistema u odnosu na okruženje. Nakon sprovedene nastave utvrđuje se kvalitet realizacije ciljeva u zavisnosti od procenjenih mogućnosti učenika i ostvarenja obzirom na odabrani način realizacije kursa.

#### 1.1.4. Istraživačke hipoteze

Pretpostavka je da je metoda VKA primeljiva u izboru DL sistema za realizaciju kursa. Na osnovu postavljenih ciljeva i zadataka istraživanja, formulisane su osnovne i pomoćne hipoteze:

Hipoteze:

- X1.** Studenti koji studiraju na daljinu na različite načine, sa različitim tipom emocija i njihovim intenzitetima doživljavaju dodeljene im zadatke i probleme. Prepoznavanjem emocionalnih doživljaja od strane DL sistema koji te zadatke i probleme generiše, DL sistem može sugerisati u svakom pojedinačnom slučaju odgovarajuće tutorske pristupe i forme kako bi se predviđeno gradivo uspješnije savladano, kako u pogledu nivoa tako i u pogledu brzine apsolviranja znanja.
- X2.** U izboru primerene metodologije nastave, tj. DL sistema, može se uspješno primeniti nova prilagođena metoda VKA kao alata za podršku izboru jedne alternative od mogućih, sa ciljem da se u potpunosti ili većim delom ostvare ciljevi kursa, uzimajući u obzir karakteristike studenata i okruženja.

Podhipoteze:

- Xa.** Tradicionalni pristup studiranja na daljinu ne prate studente pojedinačno, njihov individualan rad i pristup kursu, stoga su ostvareni rezultati slabiji i nehomogeni..
- Xb.** Višekriterijumskim izborom se optimizuje i olakšava izbor metodologije nastave, te se unapređuje rad sa studentima u cilju postizanja boljih rezultata u odnosu na tradicionalan pristup DL konceptu učenja.
- Xc.** Zahtev za korektivnim delovanjem radi postizanja uspeha po osnovu karakteristike pojedinaca ili grupe, odnosno na osnovu povratnih informacija zasnovanih na praćenju promena emocija, motivacije i uspeha u učenju tokom kursa, mora biti sagledan i u korelaciji sa izabranim mogućnostima (funkcijama) DL sistema da bi imali efekta.

Kroz istraživanje u disertaciji, očekuje se da će rezultati pokazati prednosti primene predložene metode VKA, tj. metode za rangiranje platformi DL sistema za uspešnu realizaciju kursa u zadatom okruženju. Eksperiment predstavlja proveru kvaliteta korišćenog modela VKA u rangiranju izbora platforme za date uslove. Krajnji efekti doktorske disertacije ogledaće se u tome da se za jednu nastavnu oblast ili ceo predmet ne preudicira jedna platforma. Istraživanje je

orijentisano prema suštinskom menjanju, osavremenjavanju i unapređivanju sistema menadžmenta u obrazovanju ali se očekuju i određeni doprinos u drugim oblastima baziran na povećanim praktičnim primenama predloženih višekriterijumskih metoda.

#### 1.1.5. Pregled vladajućih stavova i shvatanja, opravdanost istraživanja

Dobro i pravilno strateško pozicioniranje i planiranje DL-a, kao sastavnog dela obrazovnog procesa, te kvalitetan i održiv sistem podrške DL sistemima imaju odlučujući uticaj na uspešnost i rezultate uvođenja DL u visokom obrazovanju (Bates, W. A., 2005).

Trendovi u svetu su osnivanje virtualnih univerziteta, koji nude potpuno onlajn obrazovanje i sticanje kvalifikacija putem DL sistema. Vrlo često, ovi univerziteti su nastali modernizacijom dopisnih oblika nastave, a zbog geografskih obeležja imaju dugu tradiciju i vrlo su brojni u SAD i Kanadi. Međutim, poslednju deceniju—dve takvi univerziteti se intenzivno javljaju u evropskom prostoru ali i kod nas, pružajući mogućnosti onlajn obrazovanja, a koji vrlo uspešno podržava sistem bazičnog akademskog obrazovanja kao i sistem doživotnog učenja. Stoga, Evropska komisija je u svojim dokumentima (E-learning Action Plan 2004-2006, 2002) snažno podržala razvoj učenja na daljinu u svim državama članicama EU.

Platforme DL sistema su različite, sa svim svojim prednostima i manjkoavostima. Stoga, uloga predavača, koja je donedavno bila vezana uglavnoma za izvođenja nastave, koncipiranje testova, proveru znanja, ocenjivanje uspešnosti, danas je proširena. Zapravo, ocena uloge predavača je problem koji je često potcenjen. Zapažanja tokom kursa, izbor kvalitativnih metoda nastave, prilagođena nastava grupi i okruženju, česti neformalni intervjui, najčešće su kreativno korišćene tehnike prilagođene nastave. (Schwarz et al., 2007)

Nastavna metoda je sredstvo i oblik postupanja u nastavnom radu u kojim studenti putem predavanja, usvajanjem znanja, navika i veština, pravilno i ekonomično obrađuju obrazovni materijal. Težnja savremenog obrazovnog procesa je uspostavljanje procesa u kojem su ishodi učenja (stepen postignuća obrazovanja) u korelaciji sa stvarnim ishodima učenja, tj. primenljivim znanjem, a to je od suštinskog značaja za određenje da li studenti stvarno uče. (UNICEF, 2002)

Kroz DL sisteme kurs se relizuje u velikoj meri putem atomatizovanih sistema. Predavač je sada planer nastave. Kao planer treba da donese odluku o najadekvatnijoj platformi DL sistema izvođenja nastave i da definiše optimalne ciljeve obzirom na karakteristike grupe. (Johnson,

2016) Kvalitet ovakvih odluka pada direktno na nosioca kursa, odnosno zavisi od njegove kompetencije, iskustve, motivacije za rad, i sl. Nasuprot tome, uz povećanje kvaliteta i dostupnosti podataka o učenicima i analitičkim mogućnostima sistema menadžmenta u obrazovanju LMS (Learning Management System), mogu se razviti efikasniji sistemi za podršku odlučivanja u procesu obrazovanja. (Daggett & Ed, 2014; Cohen, et al., 2011) Cilj disertacije je da se sagledaju činioci kroz analizu obrazovnog okruženja, te karakteristike DL sistema i studenata kao dela obrazovnog procesa, te mogućnost da se ti podaci implementiraju u multikriterijumske sisteme odlučivanja.

Današnji obrazovni sistemi, dužni su da pored osnovnih obrazovnih zadataka obezbede da ceo obrazovni proces budu efektivan i efikasan, ili drugim rečima, da iskoristite dostupne resurse na najbolji način da bi ostvarili ciljeve koji su im postavljeni. Ciljevi su poznati, a organizacija procesa rada odnosno metodologija izvođenja nastave treba biti odabrana, tj. prilagođena kursu i samoj grupi. Metoda VKA pruža podršku pri postavljanju ali i rešavanju problema u kompleksnom okruženju informacija koji utiču na odluku. Tako osim podrške u odlučivanju ostvaruje se i bolje razumevanje problema. Ovaj rad ima za cilj da prezentuje i izdiskutuje konkretnu studiju slučaja, da analizira nekoliko dimenzija efektivnosti i efikasnosti kursa, naglašavajući važnost izbora metodologije izvođenja nastave.

Dakle, u disertaciji se predlaže jedna nova metoda VKA za podršku u odlučivanju u organizaciji kursa u koju konkretnog nosioca predmeta možemo lako i uspešno uključiti. U radu kroz realnu studiju slučaja potvrđuje se da predložena metoda relativno lako uključuje bilo kog predavača u svojstvu donosioca odluke (DO) o izboru adekvatne platforme DL sistema, odnosno metodologiji nastave za konkretnu grupu i okruženje.

## **1.2. Struktura doktorske disertacije**

Struktura doktorske disertacije usklađena je sa postavljenim ciljevima, a teoretska razmatranja i istraživanja realizovana u devet poglavlja. Izuzimajući opšta, informativna poglavlja (uvod, zaključak, pregled literature i priloge) sadržaj disertacije možemo posmatrati kroz četiri bazične celine. Prva celina obuhvaćena je drugim i trećim poglavljem, u kojim je data teoretska podloga posmatranom problemu, a to je razvoj i koncepti DL sistema, kao i primena višekriterijumskog modela u definisanju problema i donošenju odluka u obrazovanju na daljinu.

U prvoj celini dat je pregled dosadašnjih istraživanja, prikazom postojećih stanja i iskustava, te dalje tendencije bilo da je reč o direktnom ili indirektnom pristupu posmatranom problemu. Drugu celinu čini četvrto poglavlje, gde se analiziraju karakteristike obrazovnog okruženja, pre svega karakteristike studenta. Na osnovu polaznih podataka, karakteristika studenta, prateći tok realizacije kursa kroz razvoj emocija, promena u motivaciji, razvoj kognitivnog lanca zaključivanja, stepena apsolviranja znanja i paralelnim sagledavanjem karakteristika dodeljenog DL sistema prognoziramo uspeh studenta na kraju kursa. U trećoj celini, tj. petom poglavlju predstavljen je nov model višekriterijumskog pristupa problemu odabira DL sistema. Izbor DL sistema nije prosta analiza i poređenje karakteristika i modula sistema, već njegova puna funkcionalna implementacija u posmatrano obrazovno okruženje sa svim svojim prednostima i manjkavostima, tako da je nesklad u ograničenju akcija DL sistema u odnosu na potrebne korekcije i podršku, tokom realizacije kursa minimalan. Četvrtu celinu ili šestom poglavlje, u okviru kog je prikazana verifikacija razvijenog modela i metodologije dodele težinskih faktora. Validacija trendova, prognoza i na kraju uspeha se realizuje nad konkretnim grupama, upoređujući ostvarene rezultate kroz predložene platforme po modelu VKA, prognoziranog uspeha na osnovu prikupljenih polaznih informacija i analiziranih povratnih informacija tokom kursa o studentu. Na osnovu tih podataka i analize uspešnosti, određuje se primenljivost konkretnog modela VKA u organizaciji kursa putem DL sistema.



## 2. Teorijski pristup problem

Tehnologije, metodologije i koncepti prenošenja znanja, odnosno obrazovni proces menjao se i prilagođavao u skladu sa zahtevima i razvojem civilizacije, društava i tehnologije uopšte. Stalne intencije i zahtevi za razvojem sistema obrazovanja u toku su i danas. Savremene društvene težnje i tehnološki napredak pokrenuli su veoma obimna i intenzivna istraživanja na planu modernizacije i unapređenja obrazovanja, a posebno u oblasti informatike, medija, tehnologije informatike u obrazovanju, kako bi se plan i program kurseva prilagodio konceptu e-učenja (eng. *e-Learning*, eL) i učenja na danjinu (eng. *Distance Learning*, DL). Iako se termini eL i DL posmatraju kao sinonimi, DL sistemi su podskup šireg koncepta obrazovanja zvanog eL. Paralelno sa procesom razvoja sistema obrazovanja kroz otvoreno učenje, DL sistema i uopšte eL sistema, upotrebom interneta i informaciono-komunikacionih tehnologija (IKT-a), razvijali su se i inteligentni sistemi koji su simulirali procese ljudskog razmišljanja, odnosno inteligencije. Kao nezavisni i funkcionalni moduli sistemi veštačke inteligencije su se koristili u različitim konceptima obrazovnog procesa, pa tako i u DL sistemima. Njihova uloga se u osnovi svodila na pomoć u realizaciji i pojašnjenju nastavnog materijala (tutorski sistemi, TS), praćenja psihofizičkih promena studenta u pristupu rešavanja problema i kursu uopšte (moduli za praćenje razvoja emocija, motivacije, itd.) i u podršci sistemima za upravljanje procesom obrazovanja i praćenja toka obrazovanja (eng. Learning Management System - LMS).

Osnovna težnja u razvoju inteligentnih TS (ITS) je prevazilaženje razlika u performansama između ljudskih tutora i aktuelnih tutorskih mašina. Iako je napredak u razvoju savremenih ITS evidentan, još je tipično mišljenje da studenti „učeni“ ljudskim tutorima-predavačima ostvaruju veći dobitak u učenju nego studenti „učeni“ uz kompjuterske tutore. (Litman & Forbes-Riley, 2004) Prilagodljivost, fleksibilnost, sagledavanje individualnih karakteristika i sposobnosti studenata, su karakteristike su prednosti koje su do sada davane „živom“ predavaču.

Koncept DL sistema je takav da metodološki pristup prenosa znanja, pre svega karakteriše činjenica da direktne interakcije nema, tj. da se ne deli isti fizički prostor, da postoji vremenska distanca, a često nema ni fizičkog ili vizuelnog kontakta. Mnogi od metodološko-pedagoških pristupa su zasnovani upravo na ovim činjenicama, i ste strane oni moraju biti

nadograđeni, inovirani i prilagođeni novim uslovima sprovođenja obrazovnog procesa. (Miljković, et al., 2017) Tokom pohađanja kurseva, pristup problemima u velikoj većini slučajeva izaziva različite psihofizičke reakcije. Fizičke reakcije se manifestuju u vidu gestikulacija, mimika, pokreta usana, govora, te u somatskim promenama. Psihička stanja i reakcije mogu da se prate, imeđu ostalog prepoznavanjem emocija u govoru kroz varijacije govornih obeležja. Promene u ponašanju studenata tokom učenja (iako veoma složena pojava) neophodno je pratiti i analizirati i u novorazvijenim tehnikama učenja na daljinu. Za to se koriste različite aplikacije DL sistema, dodatni moduli, specijalizovani hardveri i softveri.

Sva ova raznolikost, modularnost, tj. u osnovi funkcionalna različitost (ne koceptualna) DL sistema, otežava nosiocu procesa obrazovanja, predavaču, izbor odgovarajućeg modela DL nastave. Takođe, izbor metodologije nastave, tj. DL sistema, mora biti usklađen sa mogućnostima i individualnim potrebama učenika, a u skladu sa zadatim ciljevima. Izbor mora biti takav da se izbegnu potencijalni negativni emocionalni i motivacioni efekti tokom kursa. Činjenica je da među studentima jedne grupe mogu da postoje velike razlike, pa je shvatljivo da jednaka organizacija nastave neće moći svim učenicima da osigura povoljne uslove za sticanje znanja. Nedostaci („rupe“) u realizaciji kursa mogu se otkloniti izborom *DL* sistema sa kvalitetnim „feedback“ sistemom, po osnovu koga se (uz kvalitetne module) mogu preduzimati korektivne mere u realizaciji kursa. U svakom slučaju, izbor DL sistema obzirom na sve činioce nastavnog procesa, nije jednostavan zadatak za predavača, a posebno za one neiskusne.

Iz svega gore navedenog može se konstatovati da se nastavni proces jednog kursa u DL okruženju može menjati i prilagođavati, odnosno mogu se birati DL platforme koje će se primenjivati u nastavi za konkretno obrazovno okruženje. Svaki izbor nosi sa sobom određenu metodologiju, zahteva određeno predznanje učenika, zahteva kompetencije predavača, vreme za realizaciju, finansijska sredstva. Ciljevi su jasno definisani za celu grupu, ali sastav nastavne grupe je različit po predznanju, iskustvu, motivaciji, itd. Kao planer, predavač treba da donese odluku o najadekvatnijoj platformi DL sistema za izvođenja nastave i da definiše optimalne ciljeve obzirom na karakteristike grupe. (Johnson, 2016) Kvalitet ovakvih odluka u tom slučaju pada direktno na predavača, odnosno zavisi od njegove kompetencije, iskustve, motivacije za rad, i sl.

Primene metoda višekriterijumske analize (VKA) kao pomoći u donošenju odluke predavaču u odlučivanju o metodološkom pristupu izvođenja nastave, jeste prevazilaženje problema na konzistentan način. Predavač kao donosilac odluke suočava se prilikom rada sa velikom količinom kompleksnih informacija koje definišu kurs, grupu, studenta i karakteristike DL sistema, odnosno obrazovno okruženje. Kompleksne informacije u VKA odnose se na rad sa velikim brojem parametara sa kojima se analizira višekriterijumski problem, različite merne jedinice u kojima se izražavaju parametri, kao i različite skale. Metode VKA ne mogu da zamene proces donošenja odluke, već pružaju podršku pri odlučivanju i definisanju modela problema. Zbog svega navedenog, opredeljenje teze je da se u procesu donošenja odluka u izboru adekvatnog modela DL sistema obrazovanja sagleda primenljivost metoda VKA kao modela za podršku u izboru i upravljanju nastavnim procesom baziranim na DL sistemima.

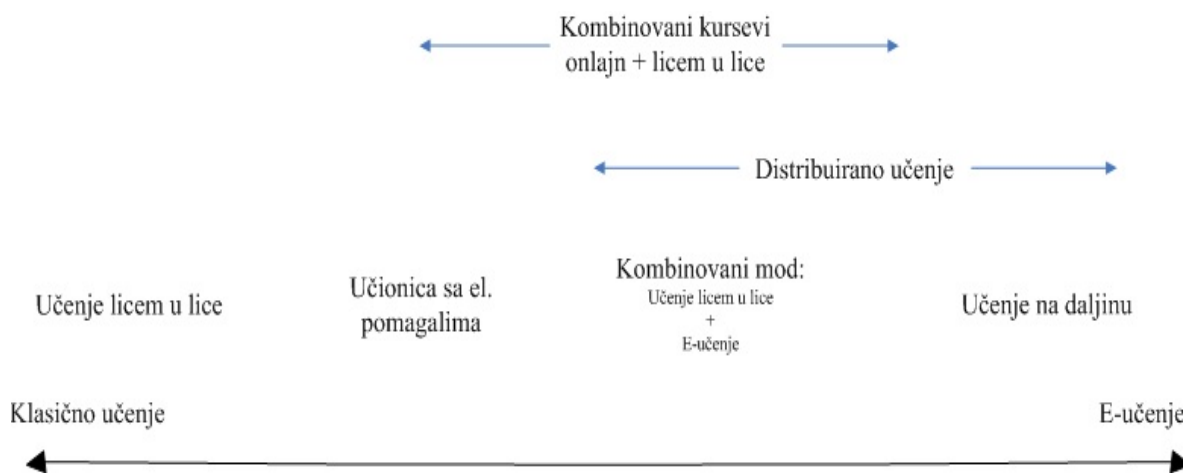
### **2.1. Koncept sistema učenja na daljinu**

Iako prva primena i rađanje koncepta sistema učenja na daljinu započinje mnogo ranije, smatra se da je početak kraja tradicionalnog načina izvođenja nastave XX vek. Tehnološki razvoj, pre svega u domenu telekomunikacija, doveo je do prvog širokopojasnog (broadcast) emitovanja obrazovnih emisija putem radio prenosa, a kasnih 30-tih godina i TV prenosa. No, učenje na daljinu u smislu onoga kako mi to danas vidimo, započelo je razvojem IKT-a i razmenom multimedijalnih sadržaja kao nezaobilaznih tehnologija i nastavnih metoda u DL sistemima. Nastavne metode su način pomoću kojeg učenici stiču i usvajaju znanja, umeća, navike i veštine i time izgrađuju svoju ličnost. (Spasojević, 2010) One su deo didaktičkih nauka i istraživanja, ali danas savremen pristup nastavi nezamisliv je bez tehničkih pomagala, a to je simbioza informatiko-tehničkih pomagala i multimedijalne tehnologije.

Po Kufmanu tri su ključna procesa svakog DL sistema: kontrola procesa učenja, komunikacija/dijalog tokom učenja i kognitivne veštine. Takođe, po Kufmanu i Niperu postoje tri generacije DL sistema, koja su pre svega proistekla u skladu sa tehnološkim razvojem i mogućnostima implementacije DL koncepta. (Kaufman, 1989; Nipper, 1989). Po njima prva generacija zasnovana je na širokopojasnim i širokodostupnim emisionim sistemima, pre svega TV i radio sistemima u jednosmernoj komunikaciji ("jeden prema mnogim"). Druga generacija je nastala razvojem multimedijalnih sredstava za DL posebno razvijenih za ovaj koncept

obrazovanja, a gde je komunikacija dvosmerna neposredno ili putem trećeg lica (tutora) Treća generacija zasnovana je pre svega na dvosmernoj komunikaciji studenta i predavača bilo putem video-konferencija, interneta ili nekih drugih tehnologija.

DL učenje ima nekoliko specifičnosti, npr. DL može jednako kvalitetno da funkcioniše i u onlajn koceptu i van njega. Takođe, studenti koji se često opredeljuju za ovaj koncept su stariji, ili sa posebnim potrebama ili jednostavno imaju nezavisan, neformalan pristup studijama. To ukazuje na značajne pedagoške razlike, a ne samo koceptualne od sistema učenja u učionici. Mladi sve više očekuju široku primenu DL sistema zbog inovacija koje se uvode polako ali kontinuirano, te inovacionog pristupa u primeni multimedijalnih sistema, virtuelne učionice, onlajn trenažera dostupnih putem interneta i drugih tehnologija koja će im pomoći u povećanju motivisanosti za aktivnostima, napredovanju i uspehu, u skladu sa individualnim sposobnostima i predznanjima. (D.Mandić, et al., 2003.) Postoje težnje i mnoge aktivnosti na približavanju koncepta primene savremenih tehnologija u učionici i DL sistemima, ali koncept DL sistema još uvek je dinamičniji što se tiče razvoja, a time i drugačiji.



Slika 1. Kontinum učenja zasnovanog na razvoju tehnologije (Bates, W.A., & Poole, 2003.)

Posmatrajući razvoj koncepta DL sistema kroz prizmu tehnološkog razvoja, pre svega ITK sistema, do danas, mogli bi nabrojati bar još tri nove generacije DL sistema. Na primer, generaciju zasnovanu na sistemima mobilne komunikacije (*m-Learning*, *mL*), generacija zasnovana na tehnologijama “oblaka” (*Cloud Sytems*), ili veb učenju (*Web-learning*), itd. No, trend današnjeg razvoja DL sistema ne bazira se samo na razvoju IKT-a, već i na razvoju aplikacija, tj. programske podrške funkcionalnog razvoju koncepta DL sistema. Primeri u ovom

slučaju su: ITS, aplikacije za prećenje razvoja psihiofizičkih karakteristika studenta (trendovi razvoja i promene emocija, motivacije, razvoj i pravilno korišćenje kognitivnih funkcija, prepoznavanje stila učenja, modela pamćenja, itd). Tu spadaju delom i već neki nabrojani DL koncepti, gde tehnologija sama za sebe nije dovoljna, pa aplikacije dodatno povećavaju funkcionalnost i primenljivost DL koncepata kao kod klauz sistema, veb učenja, otvorenih masovnih onlajn kurseva (*Masive Open Online Courses – MOOC*), itd.

Evropska Strategija 2020 priznaje da je za transformaciju obrazovanja i obuka potrebno da se pronađu nove neophodne veštine i kompetencije, ukoliko Evropa želi da ostane konkurentna, prevaziđe trenutnu ekonomsku krizu i iskoristi nove mogućnosti. (Kristi Ala-Mutka e tal, 2010) DL tehnologije podržavaju razne alate i tehnike za prikupljanje informacija, učenje, pamćenje i rasuđivanje. Neke su vrlo jednostavnije, a opet zasnovane su na veb-učenju. One mogu da prime oblike prostog postavljanja teme u pretraživač (da bi se zatim izvršio izbor od pronađenih) s jedne strane, do s druge strane kao oblik korišćenje specijalno dizajniranih nastavnih materijala za pohađanje univerzitetskih kurseva putem veba.

Posmatrajući povezanost DL koncepta kroz podršku i razvoj hardvera i softvera može se konstatovati da DL manje predstavlja filozofiju, a više metod obrazovanja. Iz tog razloga smatra se da je tehnologija kritični element DL sistema. No, sama tehnologija nije ni saveznik, a ni protivnik, to je element koji treba pažljivo izabrati i povezati u celinu obrazovnog procesa. (Bates, W. A., 2005)

Metodološki pristupi, takvim vidovima prenosa znanja, kako je već ranije pomenuto, pre svega moraju biti prilagođeni činjenici da direktne interakcije nema, tj. da se ne deli isti fizički prostor, da postoji mogućnost vremenske distance, a često nema ni fizičkog ni vizuelnog kontakta. Iz tog razloga, u literaturi koja se bavi komunikacijama i upravljanjem automatizovanim procesima, ekspertskim sistemima, autori često naglašavaju ulogu validne povratne informacije. Stoga, danas se posebna pažnja u razvoj kocepta DL sistema posvećuje razvoju i funkcionalnosti modula/aplikacija za podršku DL sistema, a koji pospešuju proces prikupljanja relevantnih informacija za kvalitetan proces upravljanja obrazovanjem, putem analize povratnih informacija (*feedback*).

Svaki DL ima svoju arhitekturu, metodologiju i metodički principe pri kreiranju onlajn kurseva, zahteve i u na kraju svoje individualne karakteristike. Sistemi za DL nude rešenje za

učenje orjentisano ka studentu, izgrađeno na pedagogiji sociokonstruktivista. Tu studenti konstruišu svoje znanje kroz diskusije, jačajući time svoje veštine razmišljanja. Napredak u tehnologiji omogućio je kreiranje boljih rešenja za kolaborativno učenje bazirano na webu, društvenim mrežama, i sl. DL u asinhronim aktivnostima koristi tehnologije kao što su blog, wiki, diskusione grupe, socijalne mreže, te se tako obezbeđuje učesnicima da sarađuju kada im vremenski to odgovara. Sinhrono aktivnosti događaju se sa svim učesnicima, okupljenim u istom trenutku, uz pomoć čet - sesije, virtuelnih učionica ili konferencija.

Zhavljujući razvoju tehnologije uopšte, koncept savremenih DL sistema obezbeđuje:

- da bilo gde, bilo kada, bilo ko (ovlašćen na fakultetu) može lako i jednostavno distribuirati podatke potrebne za učenje, ali i druge važne podatke
- brže privikavanje studenata i manja briga ako pogreše
- konzistentnost podataka
- mogućnost merenja efikasnosti
- smanjenje vremena učenja
- bolje pamćenje sadržaja
- značajnu uštedu zbog ukidanja troškova putovanja

Ove ključne osobine rešile su problem posebno važan zemljama sa prostorno dislociranim centrima i naseljima:

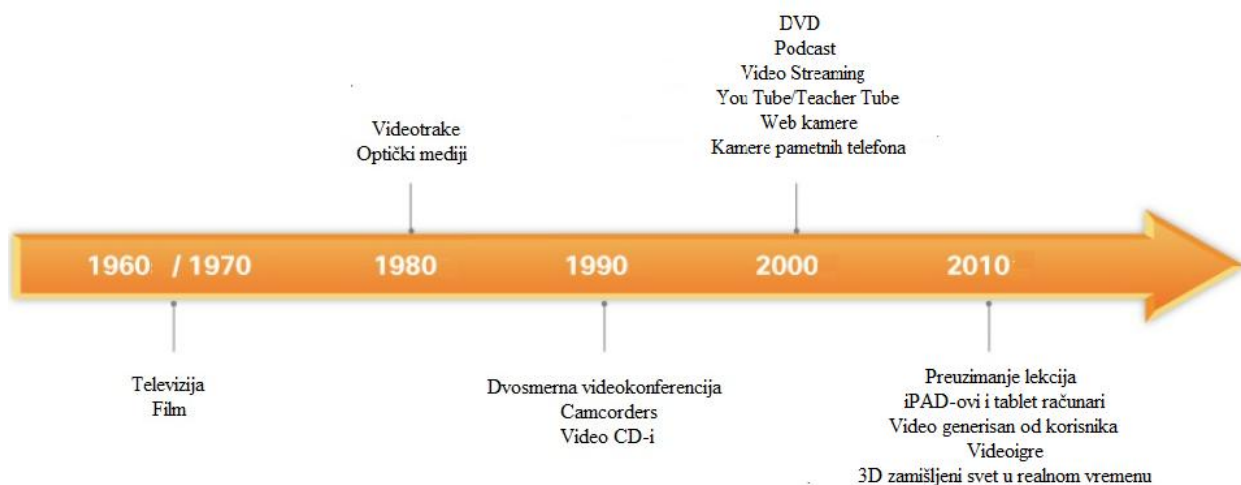
- geografske pozicije obrazovnih centara: mnoge zemlje su razudene u pogledu naseljenih mesta/centara za obrazovanje, a stručna lica/predavači mogu biti na bilo kojoj lokaciji,
- upravljanjem dinamikom “špicom” interesovanja: dopunske rezerve stručnih predavača raspoređene i dislocirane od centara obrazovanja mogu preuzeti deo poslova u trenucima prezauzetosti „živog“ predavača,
- „on-line“ pokretljivost: priroda današnjeg načina života je dinamičnost, posledica toga je premeštanje predavača sa jedne lokacije na drugu.
- mobilnost: ljudi danas preferiraju mobilnost, studenti i predavači uživaju u slobodi izbora fizičke lokacije radne sredine i života.
- fleksibilnost: nastavni sadržaji se stalno reorganizuju i inoviraju, a tradicionalni sadržaji i programi prezentuju se na nov način, integrišući ih kroz različite tehnologije. (Miljković, et al., 2011)

U osnovi jedan od glavnih ciljeva razvoja sistema učenja na daljinu (osim početnih uklanjanje fizičkih i vremenskih barjera u obrazovnom procesu) je individualizacija procesa učenja. To znači da svakoj grupi, podgrupi, a potom i pojedincu, DL sistem i pripadajući moduli obezbeđuju pojedinačan pristup, uvažavajući individualne specifičnosti, te se interaktivno prilagođava karakteristikama studenata i okruženja. U toku realizacije takve nastave, u skladu sa individualnim potrebama, izvode se prilagodbe radnje tj. korektivna podešavanja (ili autopodešavanja) nad dodeljenim sistemom. Na ovaj način se povećava kvalitet i uspeh obrazovnog procesa, broj odustajanja je u mnogome smanjen, ali i broj kašnjenja polaganja ili odlaganja ispita, ili završetka studija. Iako se ovim pristupom dodele adekvatnog ITS-a povećava broj modula ITS-a u sistemima učenja na daljinu, izrada ovih različitih tipova modula ITS-a je uprošćena obzirom na tipizaciju, standardizaciju, te definisanjem okvira delovanja.

### 2.1.1. Broudkast kursevi (*Broadcast courses*)

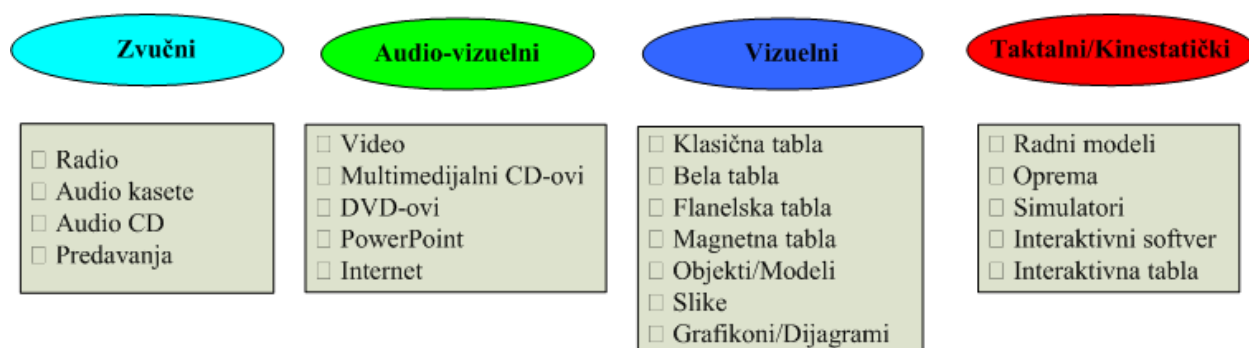
Broudkast sistemi učenja prisutni su skoro jedan vek, praktično od pojave radio prenosa. Zasnovani su na distribuciji (emitovanju) audio ili video sadržaja preko elektronskih medija za mas-komunikaciju. U prošlosti bili su zasnovani isključivo na radio prenosu, po modelu “jedan prema mnogim”. Danas, broudkast sistemi su inkorporirani u kablovske sisteme, internet (live streaming), IPTV, video po zahtevu (Video on Demand – VoD), satelitske komunikacije, interaktivne video konferencije, itd. (Yu, et al., 2009.)

Video u sistemu obrazovanja tj. učionici prošao je jedinstven ciklus promena, slika 2.



Slika 2. Vremenski pregled primene video tehnologija u učionici (Greenberg & Zanetis, 2012.)

Danas se broudkast sistemi uglavnom susreću u obliku video-striminga, uživo ili snimljenog materijala, sinhronog ili asinhronog tipa konekcije, sa ugrađenim korisničkim funkcijama poput "live chats", razmena poruka, deljenje sadržajai sl., a čime se olakšava i pospešuje interakcija. (Bates, W. A., 2015) Takođe, vrlo čest oblik broudkast sistema je sistem za preuzimanje lekcija (Lecture capture system), za naknadni pristup audio-vizuelnim sadržajima nastave uljučujuću prezentacije, animacije, video-klipove, „pdf“ dokumenta i druge obogaćene multi-medijske sadržaje. Primarne tehnike za pristup audio-vizuelnim nastavnim sadržajima su: video na zahtev, emitovanje videa tipa „jedan prema mnogim“ i dvosmerno-komunikacijski interaktivni video. Nastavni materijali i uređaji koji se koriste u prezentacijama i demonstracijama nastavnih sadržaja (instrukcioni mediji) po svojoj prirodi mogu se podeliti u četiri grupe, slika 3.



Slika 3. Tipovi instrukcionih medija (Greenberg & Zanetis, 2012.)

Svakom od navedenih instrukcionih video medijuma može se pristupati na različit način, a broudkast sistemi po toj osnovi mogu se grupisati kao u primeru:

- DVD, VH, optički diskovi ----- video po zahtevu
- Emitovanje sadržaja ----- jednosmerna video emisija u realnom vremenu
- YouTube Clips / Enhanced Podcasting / VODcasting ----- video po zahtevu
- Streaming ----- jednosmerna video emisija u realnom vremenu
- Preuzimanje lekcija ---- video po zahtevu + jednosmerna video emisija u realnom vremenu
- Interaktivna video konferencija ----- dvosmerna video komunikacija u realnom vremenu
- Itd.

Kada se govori o modernim broudkast tehnologijama medija, u običnom govoru, još uvek se reč "medij" poistovećuje sa mas-medijima, kao što su TV ili radio. Od nedavno skup mas-



medija, praktično je proširen i na društvene i socijalne mreže (Facebook, Twitter, Instagram, ...). Takođe, tehnološki razvoj IKT-a proširio je skup komunikacionih medija tako da se pod broudkast tehnologijama medija danas smatra bilo koji tehnološki alat koji služi kao most ili kanal u obezbeđenju neposredne dostupnosti mediju, od televizije preko mobilnih računara do pametnih telefona, a koji nije drugačije dostupan u neposrednom fizičkom okruženju. (Kushlev, 2018; Lepp et al., 2014.; Lepp et al., 2015.) I pored brzog tehnološkog razvoja novih mas-medija, danas su još u mnogim sredinama aktivni edukativni TV programi, kao broudkast sistemi učenja na daljinu. (Akheter, 2011.) Razlog tome je pre svega još uvek velike popularnosti ali i efikasnosti tih sistema, dok u nekim slučajevima razlog je nepostojanje drugih komunikacionih kanala.

Primena savremenih tehnologija u broudkast sistemima omogućila je razvoj novih modela učenja. Umesto tradicionalnog, gde predavač kreira materijale za učenja, a student kod kuće gleda iste, te u školi vreme provodi radeći vežbe, ilustrujući koncepte ili sprovodeći interaktivne demonstracije, koncept "obrnutog modela" (flipped classroom) obezbeđuje onlajn distribuciju instrukcija i uputstva za "kućne preglede", a izrada domaćih zadataka prebacuje se u učionicu. (Cabral & Nunes, 2015.) Na taj način, umesto povratnih informacija kroz sistem, predavač iste dobija na času, gde ima više vremena i bolje okruženje (grupni rad, diskusija, ...) za prezentaciju i pojašnjenje komplikovanijih koncepata. Otvoreni sistem učenja na daljinu (Open Distance Learning – ODL) je takođe novi model učenja u broudkast sistemima, zasnovan na kombinaciji dva sistema otvoreno učenje i učenje na daljinu ("Open" i "Distance"). (Adegbija, et al., 2013.)

Osnovna prepreka i nedostatak u broudkast sistemima je prikupljanje, obrada i analiza povratnih informacija. Ona se često svodi na trivijalnu proveru znanja kroz kviz pitanja ili ankete, što je nedovoljno za kreiranje kvalitetnog i primenljivog znanja, ali i sagledavanja problema u savladavanju koncepata. Pokušaji rešavanja problema povratnih informacija sa e-broudkastingom su komplikovana protokularno i ograničenih su mogućnosti. (Unknown, 2016) Iz tog razloga mnoga istraživanja u domenu broudkast sistema za učenje, usmerena su na ostvarenje cilja kroz slobodno iskustvo i znanja. To znači stvaranje medijskih uslova za kreiranje nastavnih materijala sa što realnijom simulacijom okruženja, sticanje spoznaja i analiza ponašanja u predmetnom okruženju. Okruženje, spoznaja i ponašanje čine nezaobilaznu komponentu učenja – iskustvo, a bez iskustva znanja su nepotpuna. (Neu, 2017.)

### 2.1.2. Učenje zasnovano na webu (Web-based learning)

Učenje zasnovano na webu (Web-based learning – WBL) često se naziva i onlajn učenje, jer prezentacija sadržaja kursa uključuje onlajn sadržaje. Razvoj WBL-a započeo je nastankom WWW. Praktično 90-tih kako se razvijao WWW servis, razvijale su se tehnike obrazovanja zasnovanom na webu, koje su se na početku svodile na digitalne slike praćene tekstom ili govorom, a otvorenost sistema zasnivan je na hiperlinkovima koji su povezivali elemente sadržaja kursa (obično slike) sa podacima na drugim veb lokacijama (sajtovima). Razvojem multimedijalnih tehnologija, one postaju okosnica WBL-a, a posebno novorazvijenih WBL tutorskih sistema. Za razliku od nekih drugih sistema, od početka paralelno sa razvojem WBL-a i njegovim funkcionalnim poboljšanjima razvijan je i sistem za prikupljanje i analizu povratnih informacija i sistem komunikacija (onlajn i oflajn sistema). Kao i sam WBL sistem, prve funkcije feedbacka bile su proste, zasnivale su se na testovima, upitnicima, kvizovima, i drugim aplikacijama sličnog tipa. Komunikacija, student-predavač, student-student odvijala se uglavnom putem tekstualnih poruka, a u boljem slučaju putem govornih poruka.

Tehnološki razvoj obezbedio je WBL-u raznolikost pristupa, kreativnu primenu za sve ciljne grupe, sadržaje i programe. Raznolikost WBL sistema proističe iz širokog spektra WBL konfiguracija i metoda. Ali izbor i dodela na korišćenje WBL sistema mora biti pažljivo analizirana na osnovu programa rada, specifičnosti pristupa, zadatih ciljeva, a u komparativnoj analizi neophodno je sagledati karakteristike pojedinca, grupe, kao i raspon grupe, tj. razlike. (Cook, 2010) Koncept WBL-a zasnovan je na:

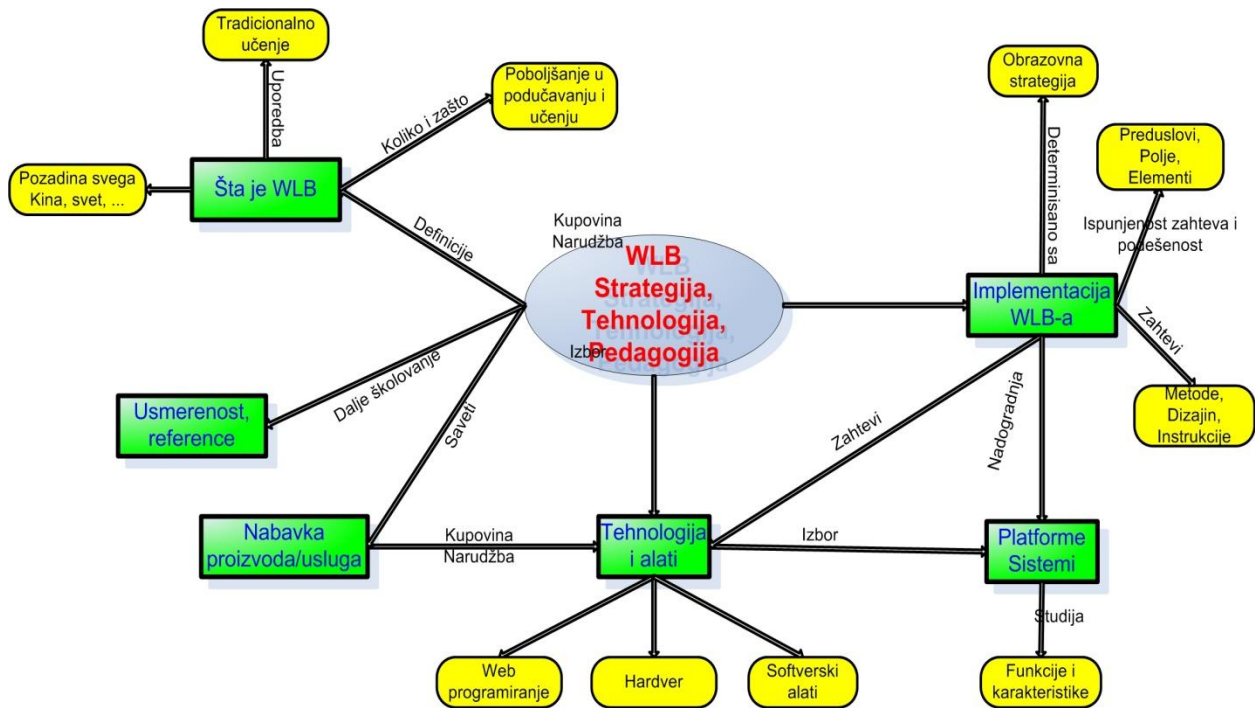
- multimedijalnim sadržajima
- multimedijalnim komunikacionim sistemima (onlajni i oflajn)
- simulacijama
- ITS-u
- LMS-u. (Zacharis, 2015)

Metode koje se koriste za realizaciju kursa zasnivaju se na:

- prilagodljivosti (adaptivnost i fleksibilnost)
- kognitivnoj interakciji
- diskusijama
- prikupljanju, arhiviranju i analizi povratnih informacija

- grupnim vežbama (laboratorija)
- individualnim zadacima (domaći)
- studijama slučaja (praktične vežbe i demonstracije)
- proverama (validacija)
- dostupnosti sadržajima kursa 24/7 (nastavni material, predavanja, vežbe, ...)

Dizajn jedne web obarzoavnog okruženja mora biti zasnovan na aplikacijama i modulima koje su zasnovane na iskustvu predavača, utiscima studenata i karakteristikama okruženja, a ne samo na kurikulumu i sadržajima. Tehnologije, softverski moduli, aplikacije i razne kompjuterske veštine izvlače najbolje iz WBL učenja, posebno podsticanjem nezavisnog i aktivnog pristupa učenju.



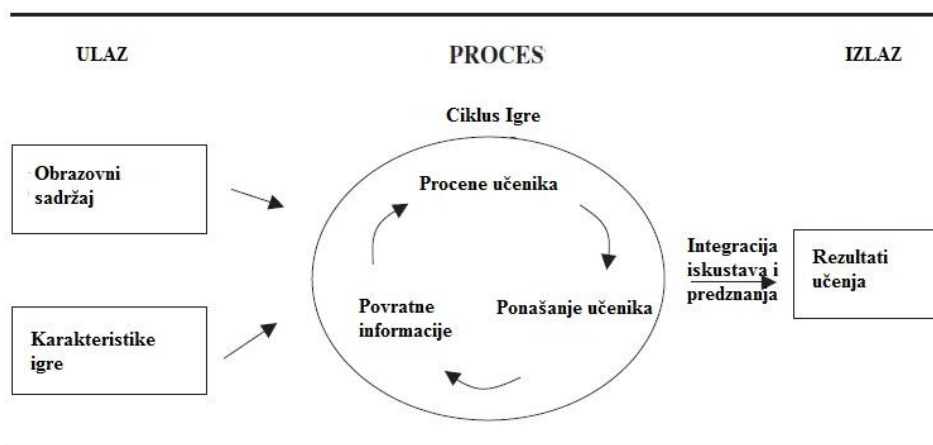
Slika 4. WBL, strategija, tehnologija i pedagoško vrednovanje (Wasim, et al., 2014)

Povratne informacije od studenata vrlo su važne u davanju doprinosa u daljem unapređenju WBL-a kao obrazovnog okruženja. Obzirom na rasprostranjenost upotrebe WBL-a, neophodna je stalna intencija za obukom kako predavača, instruktora i samih studenata tako i dizajnera, administratora i kreatora WBL sistema, radi kvalitetnog izbora tehnologija i kreiranja primerenog obrazovnog okruženja. Integracija, standardizacija, fleksibilnost, adaptivnost i pristupačnost alata, osnovni su imperativi u razvoju savremenih WBL sistema, radi ostvarenja univerzalnosti u

pristupu i upotrebljivosti unutar kampusa ili univerziteta, svakom studentu. (Davedžić, 2006, Wasim, et al., 2014)

Mnoga istraživanja u oblasti primenjenih nauka, poput inženjerskih i medicinskih nauka potvrdila su primenljivost WBL koncepta obrazovanja i u ovom domenu. (Cook, et al., 2010; Rashid, et al., 2016) WBL sistem osim namene za razvoj kognitivnih funkcija, sticanja znanja, (Pedast, et al., 2015), koncipiran je i za razvoj veština. Troškovi laboratorijskih vežbi i praktičnih vežbi na „terenu“ su značajni i predugo traju. (Rashid, et al., 2016) Razvoj kvalitetnih modela za simulaciju slučajeva (studija slučaja), posebno razvojem multimedije i 3D tehnologije postala je danas osnovna platforma stručnog obrazovanja i usavršavanja. To ukazuje na to da će učenici samostalno učiti uz pomoć WBL platforme i da će biti u stanju ponoviti vežbu (pristupajući stranicama koje sadrže informacije u vezi tema koje se izučavaju), motivisani za sticanjem znanja i veština.

Vrlo čest model učenja u WBL sistemu je učenje kroz kompjuterske igre, bilo kroz igranje ili kreiranje igara. Kroz pravljenje edukativnih igara studenti razmišljaju kreativno, saraduju i sistemski pristupaju zadatku. (Troumpetari, 2016) Igra se nudi radi povećanja zanimanja studenata za temu, povećanja motivacije, ili kao drugi način interakcije i komunikacije. (Miljković, & Mandić, 2017) Interaktivne edukativne video igre iniciraju receptivne i produktivne veštine učenja, kao što su slušanje, čitanje, govor, a u nekim slučajevima i motoričke funkcije, u čitavom spektru kako društvenih tako i mentalnih kompetencija. (Wittgen, 2017) Na slici 5., može se videti proces integracije iskustava i predznanja između ciklusa igre i ostvarivanja rezultata učenja.

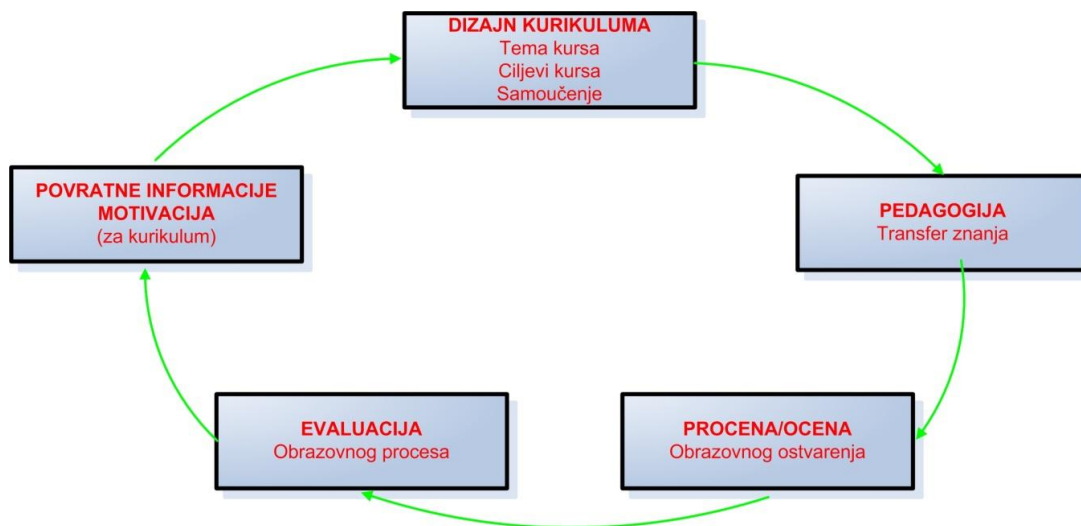


Slika 5. Model učenja kroz igru (Garris, et al., 2002)

Video igre, kvizovi, računarske simulacije, često se u WBL sistemu učenja koriste za detektovanje individualnih karakteristika, kao prva povratna informacija. Primera radi, sagledavaju se karakteristike studenata u pogledu kognitivnih mogućnosti, stila učenja, radne memorije, predznanja, anksioznosti, afektivnosti, ali i u kasnijim fazama obrazovnog toka služe da se procene efekti i performanse učenja. (Grimley, & Riding, 2009) Iz konstatovanih individualnosti proističu prezentacione i metodičke karakteristike (izbor). Na primer način prezentacije:

- verbalna: glasovna ili tekstualna,
- slikovita: slika, dijagram ili oba,
- radna memorija: obimi i frejmovi prezentacije, multi-medija ili prezentacioni dizajn koji smanjuje kognitivno opterećenje,
- dimenzije i ritam ponavljanja gradiva,
- predznanje: usklađenost nastavnog materijala, zainteresovanost/motivacija, predispozicije, zablude i predrasude
- itd.

WBL sistemi iako koncipirani da prerastu dotadašnje koncepte, u međuvremenu postaju integratori. Naime, WBL koncept vrlo lako se implementira i koristi u drugim sistemima učenja, od tradicionalnih sistema učenja „licem u lice“ pa nadalje, zahvaljujući jednostavnoj instalaciji, alatima za korišćenje ali i jednostavnom ciklusu učenja, koji je temelj u planiranju svakog veb kursa, slika 6.



Slika 6. Ciklus učenja tokom kursa zvanog na vebu (McKimm, et al., 2003)

### 2.1.3. Otvoreni masovni onlajn kursevi (*Masive Open Online Courses – MOOCs*)

MOOC je u suštini društveni masovni događaj, kojim se nudi usluga podrške institucijama koje žele da ponude zaposlenicima i klijentima kolektivno učenje. MOOC-ove mentorske usluge pružaju pomoć u kreiranju sopstvenih putanja učenja, u kojoj se jasno definiše i personalizovana podrška. U svrhu personalizovane podrške razvijeni su MOOC-ovi TS-ovi koji su srce ovog obrazovnog sistema. Prvobitna osnovna namena MOOC-a je bila podrška celoživotnom učenju, stručnom usavršavanju, prekvalifikacijama i specijalizacijama. (Colas, 2016) MOOC se zasniva na dva osnovna principa: DL kao tehnologija učenja i filozofski stav „učenje za sve“. (Rollins, 2018) Iz tog razloga interesantan je različitim starosnim, socijalnim, društvenim grupama. MOOC se prvi put pojavio 2008. godine, a za pristup kursu koristile su se raznolike tehnologije: wiki, blog, RSS feed, Moodle forum, Pageflakes, Twitter i UStream platforma. (Rollins, 2018)

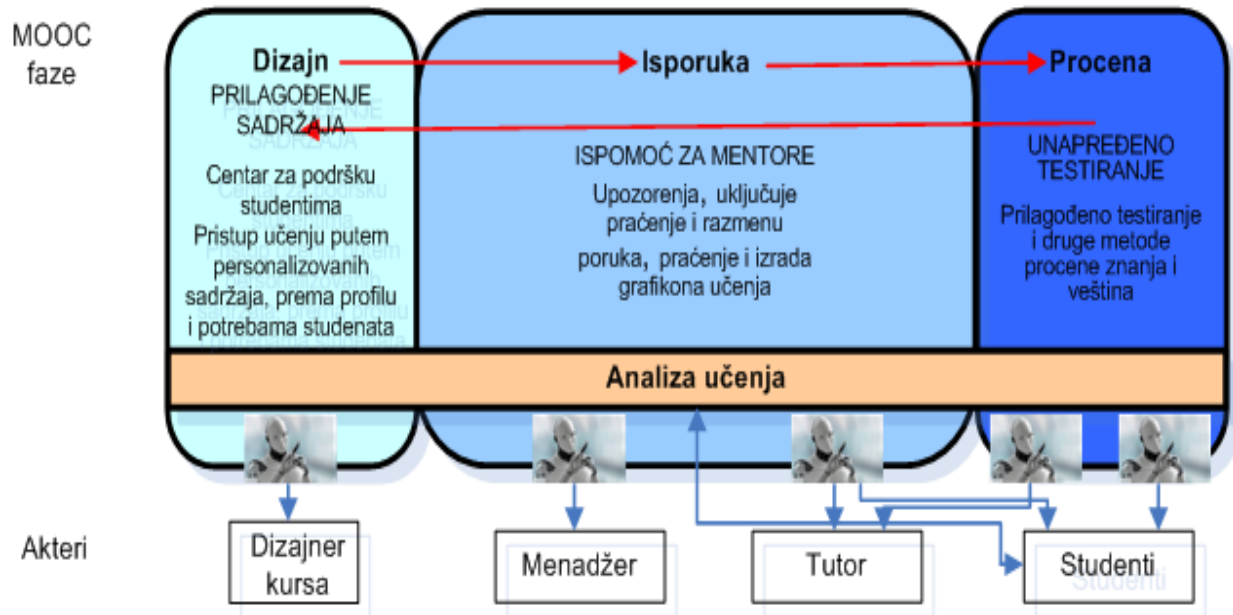
Obzirom da je koncept MOOC-a vrlo mlad, očekivano je da je u trenu savremenih tehničko-tehnoloških dostignuća, tako da funkcionalnost MOOC-a proizilazi iz njegovih osnovnih karakteristika veb orijentacije, saradničkog učenja i razvijenih modula za evaluaciju. (Bates, W. A., 2014) MOOC kursevi su onlajn tipa, vrlo često besplatni (za krajnjeg korisnika – studenta) i plasirani su od strane poznate (reprezentativne) ustanove, ali u velikoj većini slučajeva vremenski ograničeni (pristup sadržajima). MOOC kursevi uopšteno se mogu svrstati u pet kategorija, od kojih su dve kategorije predviđene za studente koji pohađaju fakultet (1. i 5.) koji distribuira kurseve, a tri su namenjene učesnicima koji nisu povezani sa fakultetom (2., 3., i 4.) (Czerniewicz, et al., 2015)

- Kategorija 1 – kursevi opšte namene i interesovanja radi promovisanja fakulteta
- Kategorija 2 – namenski kursevi za buduće studente
- Kategorija 3 – kursevi namenjeni studentima koji pristupaju posdiplomskom studiju
- Kategorija 4 – specijalistički kursevi
- Kategorija 5 – kursevi za promovisanje fakulteta o kvalitetu u naučno-istraživačkom radu

Obzirom na različitost koncepta MOOC se deli na dve bazične podgrupe, xMOOC i cMOOC. xMOOC predstavlja proširenu verziju (eXtended MOOCs) MOOC kurseva koji su bazirani na univerzitetskim kursevima i podržava velik broj konekcija (logovanja). Kursevima se pristupa pregledima video materijala kursa (nastave i sadržaja) ili po principu zahteva za nekim od dodatnih materijala ili sadržaja, ili prevlačenjem pratećih sadržaja kursa. Komentari i

diskusije su administrirane i pod kontrolom moderatora, zbog velikog broja učesnika, odnosno potencijalnih komentara i pitanja. Po pristupu podseća na tradicionalan pristup učenju. (Kim, 2016) cMOOC naziv proistekao je iz prirode konekcije na onlajn kurs. Razlikuje se od predhodnog tipa u otvorenosti pristupu, u pogledu izbora sadržaja, vremena pristupa sadržajima, saradnji i razmeni stavova, iskustava i komentara u grupi. Ova otvorenost je posledica izbora tipa predavača, za razliku od xMOOC sistema, u cMOOC sistemu predavači su često eksperti, čija su znanja, iskustva i izvrsnost proizvod iskustva i prakse. Namenjen je manjim grupama, a pristup sistemu zasnovan je na složenom dizajnerskom konceptu samoorganizovanim mreža, koji obezbeđuju komunikaciju pojedinaca u podnivou od grupe koja paralelno za sebe ima otvorenu komunikaciju svih učesnika kursa. Konekcija na sistem MOOC zahteva registraciju, koja je besplatna ili je reč o „članarini“ simboličnog iznosa. Konekcija se ostvaruje putem interneta i veb-konferencijskih aplikacija, društvenih mreža ili video-streaminga. (Bates, T., 2014) Obzirom na tehničko-tehnološku kompatibilnost za očekivati je da dizajneri MOOC kurseva pratiti razvoj novih aplikacija i alata društvenih mreža koji će verovatno po pojavi biti uključene u sistem. (Bates, T., 2014)

Otvoreni kursevi, a posebno namenjeni masovnom korišćenju često, poput broadcast sistema, nemaju komponentu koja personalizuje učenje, tj. ne poseduje prilagodne kapacitete. Često nemaju module koji dinamički konstatuju razlike između učenika, u cilju pokretanja adaptivnih programa. Jedan od načina da MOOC-ovi postanu prilagodljiviji, sa širim spektrom aktivnosti u učenju je integracija sa postojećim već razvijenim tehnologijama adaptivnog učenja, kao što su ITS. (Alevan, et al., 2017) Takođe, da bi se prevazišao ovaj problem u arhitekturu MOOC sistema uveden je dopunski servis, servis agenta, koji dopunjava razvojno i funkcionalno okruženje MOOC-a. Agent je dopunsko sredstvo, interfejs između MOOC-a i obrazovnog okruženja koga čine obrazovni i pedagoški sadržaji, kvalitet i motivisanost učenika, parametri vremenskih ograničenja, itd., kako bi se obezbedile sve zainteresovane strane sa informacijama i poboljšala efikasnost i efektivnost učenja. (Daradoumis, et al., 2013) Osim toga uloga agenta je da prilagodi koncepte, vreme trajanja kursa, prezentacione modele, da detektuje probleme i alarmira LMS, da genriše validacije i aktivira sistem na promene, tj. prilagodne radnje. U tu svrhu razvojno okruženje MOOC-a zasnovano na servisu agenata obogaćeno je infrastrukturom koja obezbeđuje efektivnu podršku u upravljanju MOOC-om u svakoj fazi (dizajnu, isporuci, podešavanju), slika 7.



Slika 7. Jedna infrastruktura za podršku efikasnosti MOOC-a bazirana na servisu agenata (Daradoumis, et al., 2013)

Vrlo važna komponenta, obzirom na dosadašnja iskustva, je pedagoška komponenta. U tu svrhu MOOC je koncipiran tako da je pedagoška podrška ugrađena u dizajn samog procesa učenja, a student sve nedostatke dopunjuju tehničkom podrškom i raznim socijalnim alatima i mrežama koji ih međusobno povezuju. (Salguero, et al., 2013.)

#### 2.1.4. Sistemi učenja zasnovani na “oblacima” (Cloud Computing – CC)

Učenje zasnovano na CC tehnologiji pruža studentima dvostruku funkcionalnost, brz pristup obrazovnim materijalima i konektivnost jednih sa drugima. Navedene funkcionalnosti omogućuju studentima da se sami organizuju i tako koriste svoje lično obrazovno okruženje, te na taj način obrazovno okruženje pretvore u interaktivno okruženje, a sam proces učenja učine interaktivnijim i personalizovanim.

CC sistemi su široko rasprostranjeni pre svega zbog svoje kompatibilnosti sa društvenim mrežama, pametnim telefonima i drugim personalnim uređajima. CC koncept ne nudi konačan proizvod, već servis. Osnovna infrastruktura CC sistema je internet koji obezbeđuje korisniku pristup aplikacijama, dokumentima, hardveru, i mnogo čemu drugom. Sama ideja zasnovana je na čisto tehničkim i komercijalnim postulatima. Profesionalna računarska oprema je skupa, a neophodno je i održavanje. Period moralne zastara u današnjem vremenu brzih tehnoloških



promena je kratak, a vrlo često se postavlja problem pred korisnikom da li je oprema kompatibilna. U konceptu CC sistema korisnik nije vlasnik infrastrukture (serveri, aplikacije, memorijski kapaciteti, ...), stoga nema ni održavanja, znavljanja, administracije, itd., jednom reči nema troškova. (Dikson, 2017.) Korisnik plaća samo iznajmljivanje usluga, po modelu “plati koliko koristiš”, odnosno po SLA servisu (*Service Level Agreement*). (Elmatary, et al., 2015)

Osnovne komponente CC sistema su:

- softver kao servis (Software as a Service – SaaS)
- infrastruktura kao servis (Infrastructure as a Service – IaaS)
- platform kao servis (Platform as a Service – PaaS)

Softversku komponentu predstavljaju različite aplikacije, koje se koriste bez instalacije kod krajnjeg korisnika, a efekat je isti kao da su lokalno instalirane, dok infrastrukturu predstavljaju virtuelni serveri koji su nosioci fizičkih usluga poput procesorske moći, operativne i keš memorije, kapaciteta čvrstih diskova, i dr. Nešto drugačije, tehnološki gledano od dosadašnjih konceptualnih rešenja je platforma kao servis, PaaS. Ova usluga omogućuje korišćenje operativnog sistema (operativne platforme) putem interneta, bez instalacije i nadogradnji. Korisnik, na ovaj način je u potpunosti oslonjen na provajdera, te su tako razvojne platforme (u kojima su i razvojni alati) smešteni u “oblak” kome se pristupa veb pretraživačem.

Prednosti arhitekture CC u odnosu na tradicionalne sisteme e-učenja mogu se predstaviti kroz uporedni prikaz prednosti konceptualnih modela servisa sistema.

Tabela 1. Karakteristike modela tradicionalnih sistema e-učenja i CC-učenja (Riahi, 2015)

Servis	Tradicionalni sistemi E-učenja	CC sistemi E-učenja
Model nabavke i održavanja	Kupovina	Po usluzi (najam servisa)
	Preduslov nabavka, instalacija ili po potrebi nadogradnja arhitekture	Arhitektura uključena, (najam servisa)
Poslovni model	Plaćanje za opremu i instalaciju	Naplata po korišćenju ili proširenju servisa (zahtev)
	Paušalni troškovi administracije	Samanjeni administ. poslovi
Model pristupa	LAN, intranet	Internet
	Radna stanica u preduzeću, ustanovi	Bilo koji uređaj
Tehnički model	Naloga ograničen pojedinačno, nema deljenja naloga	Višekorisnički, skalabilan, elastičan nalog

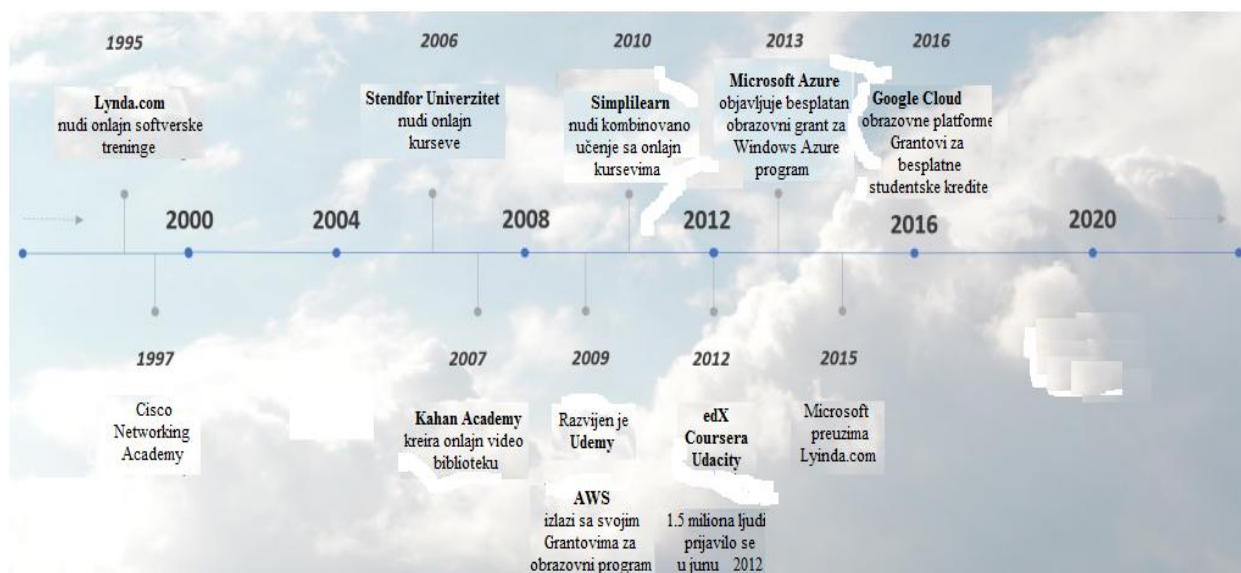
	Statičan	Dinamičan
Model isporuke	Skup, dugotrajno korišćenje	Ograničeno korišćenje
	Spor povrat investicije, unapređenje i razvoj nakon ostvarene dobiti	Brza isplativost, stalna ulaganja i pralogđenja

Pristup podacima u CC sistemima je omogućen bez obzira na lokaciju. Čak i kompanijski podaci, koji su nekad bili dostupni samo unutar kompanije ili kroz LAN ili intranet, danas su dostupni sa bilo koje lokacije na kojoj postoji konekcija na internet. Infrastruktura “oblaka” zasniva se na mnoštvu servera, koji mogu biti bilo gde, kao i sami podaci, a pristup ostaje jedinstven, “kao u lokalu”. Iz tog razloga CC sistem nije jedinstven sistem, te je praktično neoboriv, kao u slučaju gašenja, provajdera, sajta, stranice. Ova otvorenost, decentralizacija softvera, hardvera, skladištenja podataka predstavlja u jednu ruku nesigurnost, tj. povećava se mogućnost gubitka podataka. U slučaju jednog provajdera, imate saznanje, dokaz, da on pravi arhivu vaših podataka (negde oflajn) ili postoji opciju da se može napraviti kopija podataka unutar nekog drugog provajdera, za razliku od CC infrastrukture gde su podaci distribuirani. (Heiser & Nicolett, 2008)

I pored nekih od manjkavosti, prednosti u korišćenju CC sistema u sistemu visokog obrazovanja su višestruke, a svode se na nekoliko osnovnih:

- pristup podacim sa bilo kog mesta u bilo koje vreme
- nema potrebe za dodatnim instalacijama, nadogradnjom sistema ili aplikacija
- smanjeni troškovi (u korišćenju, zakupu, održavanju, ...)
- jednostavnost upotrebe
- unapređenje saradničkog učenja i deljenja sadržaja, ideja, iskustva, između studenta, institucija i svih drugih učesnika u CC zajednici
- jednostavnost i brzo povezivanje u CC zajednicu i korišćenje dostupnih servisa
- bez obzira na dinamiku korišćenja uvek se plaćaju samo korišćeni resursi, čime se maksimizuje korišćenje, a minimizuju troškovi. (Akande, 2014)

Primena CC tehnologije kao koncepta u visokom obrazovanju imala je, i ima, svoju vremensku dinamiku, u skladu sa tehnološkim dostignućima i razvojem aplikacija i platformi, slika 8.



Slika8. Primena CC sistema u visokom obrazovanju tokom vremena (CoreStack, 2018)

Kroz analizu ključnih parametara, važnih za bilo koji sistema e-učenja, a koji određuju kvalitet servisa (Quality of Service – QoS), konstatovano je da CC sistemi imaju veći nivo propusnosti, kraće vreme odziva, bolju skalabilnost i kvalitetniji pristup od drugih sistema e-učenja. (Hamidi & Rouhani, 2018; Pocatilu, et al., 2010) Da bi se ostvario ovaj kvalitet, ali i zadržao u sve masovnijem pristupu CC sistemima, posebna pažnja posvećena je planiranju komunikacija, tj. koje procese i alate koristiti za pravovremeno i adekvatno generisanje, prikupljanje, distribuciju, čuvanje i pronalaženje informacija. Takođe, da bi sistem e-učenja zasnovan na CC tehnologiji pratio rad sistema s ciljem podrške kvalitetu, podrazumevala se implementacija sistema za praćenje grešaka i evidentiranja problema, koja funkcioniše po principu povratnih informacija za svaku aplikaciju, platformu ili deo infrastrukture. (Beenazir, & Zahra, 2015) U skladu sa svim navedenim operativnim i funkcionalnim unapređenjima, LMS sistem je dobio potpuno izmenjenu arhitekturu u CC sistemima, tj. onlajn alate za upravljanje procesom učenja, na primer:

- WizIQ – za simulaciju procesa na osnovu iskustava u realnom vremenu u cilju samopodešavanja okruženja i samoorganizacije procesa
- Docebo – omogućava samostalno kreiranje platformi kompanijama, univerzitetima za onlajn učenja pod brendom, a i obezbeđuje interfejse prema spoljnim sistemima kao što su videokonferencija, sistemu za odnose sa kupcima (*Customer Relationship Management – CRM*), itd.
- Litmos – deo je SaaS strukture, namenjen je za obuku članova organizacije dajući platformu akademskim zajednicama, zdravstvu, državnoj upravi
- TalentLMS – tekođe deo SaaS strukture, namenjen kreiranju vlastitih e-kurseva (dizajniranje sadržaja, testova, alata, planova rada, itd.) (Aldheleai, at al., 2017)

Pregled prednosti i manjkavosti u primeni navedenog koncepta CC sistema u visokom obrazovanju dat je u tabelarnom pregledu, tabela 2.

Tabela 2. Prednosti i nedostaci upotrebe CC tehnologije u visokom obrazovanju

Kategorija	Prednosti	Nedostaci
Performanse Efikasnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veći izbori učenja</li> <li>• Približiti obrazovno okruženje potrebama</li> <li>• Finansijski troškovi smanjeni, plaća se po upotrebi, na osnovu korišćenih resursa</li> <li>• Poboľšana administrativna efikasnost</li> <li>• Samoposluživanje (vreme i servis)</li> <li>• Oslobađanje od nepotrebnih resursa</li> <li>• Olakšava e-učenje i DL</li> <li>• Korisnički prilagođen i razumljiv za upotrebu</li> <li>• Redukovani troškovi, posebno za studente</li> <li>• Manja ograničenja</li> <li>• Brz razvoj i poboljšana mobilnost</li> <li>• Operativne prednost koje se zasnivaju na analizi i mobilnosti velike količine podataka</li> <li>• Stalna i laka nadogradnja i poboljšanja</li> <li>• Dislociranim grupama studenata obezbeđuje virtuelne sastanke i laku razmenu informacija</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskontinuitet u poslovanju</li> <li>• Nekonzistentnost performansi tokom deljenja resursa sa drugim kompanijama</li> <li>• Neke aplikacije nisu pokrenute na oblaku</li> <li>• Manjak opcija</li> <li>• Politika javnosti</li> <li>• Standardno pridruživanje</li> <li>• Zatvorenost</li> <li>• Nedostatak poverenja</li> <li>• Organizaciona podrška</li> </ul>
Tehnološka Efikasnost	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redukovana administracija: automatsko podešavanje</li> <li>• Veća upotreba daljenja resursa</li> <li>• Nema potrebe za redizajnom do dostizanja maksimalnog opterećenja</li> <li>• Povećana sigurnost i pouzdanost</li> <li>• Veća fleksibilnost u korišćenju resursa</li> <li>• Bolja usklađenost IT resursa</li> <li>• Elastična skalabilnost</li> <li>• Mogućnost mešanja javnog i privatnog oblaka, fizičke infrastructure i podlokacija</li> <li>• Ugrađen sistem zaštite od otkaza i sistem ekspertize</li> <li>• Dostupnost 24/7</li> <li>• Nema ili vrlo malo ima potrebe za održavanjem</li> <li>• Manje računskih centara, manje fizičkih resursa, veća efikasnost u obradi i distribuciji podataka – “zelena platforma”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otvorenost mreže, ranjivost</li> <li>• Nedoslednost platformi</li> <li>• Dostupnost funkcija</li> <li>• Nedostatak kontrole i skalabilnosti</li> <li>• Pouzdanost i sigurnost</li> <li>• Bezbednosne “rupe” i ljudske greške</li> <li>• Standardno pridruživanje</li> <li>• Intelektualna svojina</li> </ul>

#### 2.1.5. Prilagodljivost, interaktivnost i nova funkcionalnost DL sistema u personalizovanom pristupu

Težnje, koje pokreću istraživanja u razvoju koncepata DL sistema, osim prevazilaženja razlika u performansama između ljudskih tutora i aktuelnih tutorskih mašina, je kako sistem u uslovima raznolikosti studenata i obrazovnog okruženja da onlajn prati tok kursa, indikatore i efekte, te u skladu s tim, kada i kako da preduzme odgovarajuće akcije. Do sada je jedini pokazatelj kvaliteta obrazovnog procesa bio (uspešno ili ne) rešen zadatak, test, vežba. To je periodično praćenje, što je nedovoljno za buduće savremene, dinamične i personalizovane obrazovne procese, koji trebaju da obezbede plemenitija znanja i veštine.

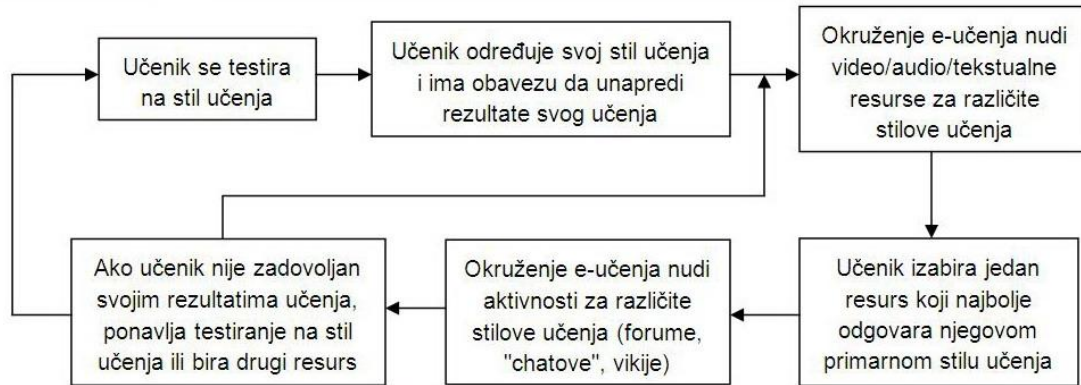
Posebna i specifična situacija je kod naprednih kurseva kao i u visokom obrazovanju, gde se očekuje da studenti poseduju neka osnovna predznanja, logičke sposobnosti zaključivanja i operativne veštine (npr. u programiranju ili dokazivanju). Kroz vežbe i zadatke namenjene za samostalni rad (domaći), mogu se detektovati znanja, sposobnosti i motivisanost svakog studenta ponaosob, uspešnost obrazovnog procesa, kao i stepen napredovanja studenta tokom realizacije kursa. Bez obzira na koncept DL sistema, koliko racionalno, sistemski kreirani i organizovani, neophodno je pratiti tok kursa. Kontinuirana analiza povratnih informacija neophodna je radi korekcija u prezentaciji, edukaciji i metodologiji, ali i zbog ažuriranja baze znanja o studentima i baze scenarija o trenovima uspešnosti procesa. Ulazne podatke jednog LMS DL sistema čine predznanje studenta, motivacija, profesionalna orijentacija i stilovi učenja. Ti podaci se nadograđuju sa informacijama o količini informacija koja je pružena studentu, tj. informacija o apsolviranosti znanja tokom kursa, i ostvarenim rezultatima u vremenskim tačkama (testiranje, kolokvijum, ispit). Prikupljanjem i povezivanjem svih navedenih podataka (na startu kursa, tokom kursa i na kraju kursa) pruža se mogućnost kvalitetne analize s ciljem sagledavanja trendova obrazovnog procesa, a u konačnom uspešnosti DL koncepta i sistema uopšte.

U pristupu realizacije kursa važna je polazna motivacija, tj. činjenica da li je student pristupio kursu zbog intelektualne radoznalosti ili puke, uslovne potrebe (zahteva) koji rezultira diplomom. Ovakav sistem, osim sistema vrednovanja-nagrađivanja mora da poseduje i sistem navođenja tj. sistem za pojednostavljenje i segmentiranje problema uz adekvatna obrazloženja i demonstracije. (Nipkow, 2012) Daljim praćenjem odziva studenata, može se proceniti tekuća motivisanost, te uloženi rad i potencijal za napredovanje. Četiri dimenzije motivacije mogu

uticati na poboljšanje nastave: kontrola, radoznalost, izazov i poverenje. (Lepper, Woolverton, Mumme & Gur, & Gurtner, 1993)

Profesionalna orijentacija, sklonost, snažno određuju način na koji student prilazi problemu i rešava isti. To je urođeni stil razmišljanja i rezonovanja. Ta urođena sklonost pomaže studentu da lakše odvoji bitno od nebitnog u donošenju odluka i kreiranja stavova. To mu olakšava i ubrzava proces učenja i razumevanja, te omogućuje ostvarenje boljih rezultata ako je oblast učenja u skladu sa urođenom sklonošću. U slučaju nesklada, kao prateće pojave se mogu javiti stres, kognitivne smetnje, neefikasnost u učenju, loši rezultati, demotivacija, itd. Istraživanja individualnog koncepta inteligencije ukazuju na povezanost profesionalne orijentacije sa kognitivnim i motivacionim faktorima, te na zajedničku vezu ka akademskim performansama i ostvarenjima. (Mueller & Dweck, 1998)

Slaganje detalja u logičke celine, način na koji studenti percipiraju, obrađuju i uče informacije, te pri tom postižu najbolje rezultate zove se stil učenja. Strategija učenja temelji se na stilu učenja, a pravilan izbor strategije može maksimizirati kapacitet učenja i učenje učiniti ugodnijim i efikasnijim. Učenje je po svojoj prirodi kompleksno i dinamično, a stil učenja formira pojedinac kroz interakciju sa okruženjem. Za implementaciju i stvaranje prostora po principu okruženje za učenje, neophodan je holistički program institucionalnog razvoja koji uključuje razvoj nastavnog plana i programa, osavremenjavanje i razvoj fakulteta, podizanje i razvoj studentske svesti, razvoj administracije i stručno osposobljavanje osoblja, te razvoj i osavremenjavanje tehničkih resursa. (Kolb & Kolb, 2005) Kroz dostupne ITS tehnologije može se ostvariti podrška za različite stilove e-učenja, individualno ili grupno. Individualne razlike među studentima ogledaju se u tome kako studenti prihvataju i obrađuju informaciju. Nakon prepoznavanja stilova učenja, uređuju se strukture gradiva, prilagođava se način na koji se gradivo povezuje u celinu i obim koraka učenja. Potom se definiše načina i postupak evaluacije znanja koji vode ka efikasnijem e-učenju. Izborom odgovarajuće koncepcije DL sistema, odgovarajućeg toka e-nastave i postupaka praćenja i proveravanja usvojenog znanja studenta, indirektno se planira izbor adekvatnog koncepta DL sistema i modela ITS.



Slika 9. *Stilovi učenja u okruženju e-učenja* (Naser, 2007)

Emocionalne reakcije su prirodne, pa tako i u procesu obrazovanja. Prate se kao pojave koje se manifestuju pri korišćenju sistema za e-učenje. One su individualne i povezane su sa organizacionim i problemskim izazovima nastavnog procesa, a mogu se ispoljavati u skladu sa nivom predznanja, motivacijom, profesionalnom orijentacijom i sklonostima, predispozicijama, mogućnostima, spoljnjim uticajima, itd. Implementacija algoritma za praćenje i prepoznavanje emocija u DL sistemima obrazovanja vrlo je važna. Iako su ti testovi i analize pre svega indirektno merenje, vrlo su korisni da bi se na osnovu povratnih informacija izvršio izbor za što primereniji DL koncept i module sistema (poput ITS) zbog povećanja adaptivnog kapaciteta e-kursa, te fleksibilnijeg prilagođavanja procesa učenja potrebama i mogućnostima grupe ili pojedinca. Na taj način se pospešuje, prati i održava motivisanost studenta, kako na samom početku tako i tokom trajanja kursa.

Činjenica je da student i DL sistem realizuju "dijalog" kroz odnos tipa čovek-mašina. "Mašina" analizirajući reakcije korisnika, pomoću Emotional Speech Recognition (ESR) algoritma analize glasa, Soft Biometrics aplikacija za prepoznavanje izgleda (lica), Computer Expression Recognition Toolbox (CERT) za praćenje gestikulacija, aplikacije za praćenje položaja i pokreta tela, aplikacije za praćenje somatskih promena, u realnom vremenu (onlajn), prati emocije, tj. emocionalna stanja studenta. Na ovaj način se obezbeđuje vrlo dobar pokazatelj u kom psihičkom stanju student pristupa rešavanju problema, te procena kakvi su mu kognitivni procesi i u kom pravcu se emocije razvijaju u toku trajanja kursa (prate se kako u toku sesije tako i tokom celog semestra, odnosno do uspešnog okončanja kursa). Nadalje, uz podatke o nivou znanja, individualnim karakteristikama i tekućim procesima, detektujuć ključne reči u

studentskim odgovorima, usmerava se dijalog ka uspešnoj realizaciji započete komunikacije i iskorišćenju svih idividualnih kapaciteta.

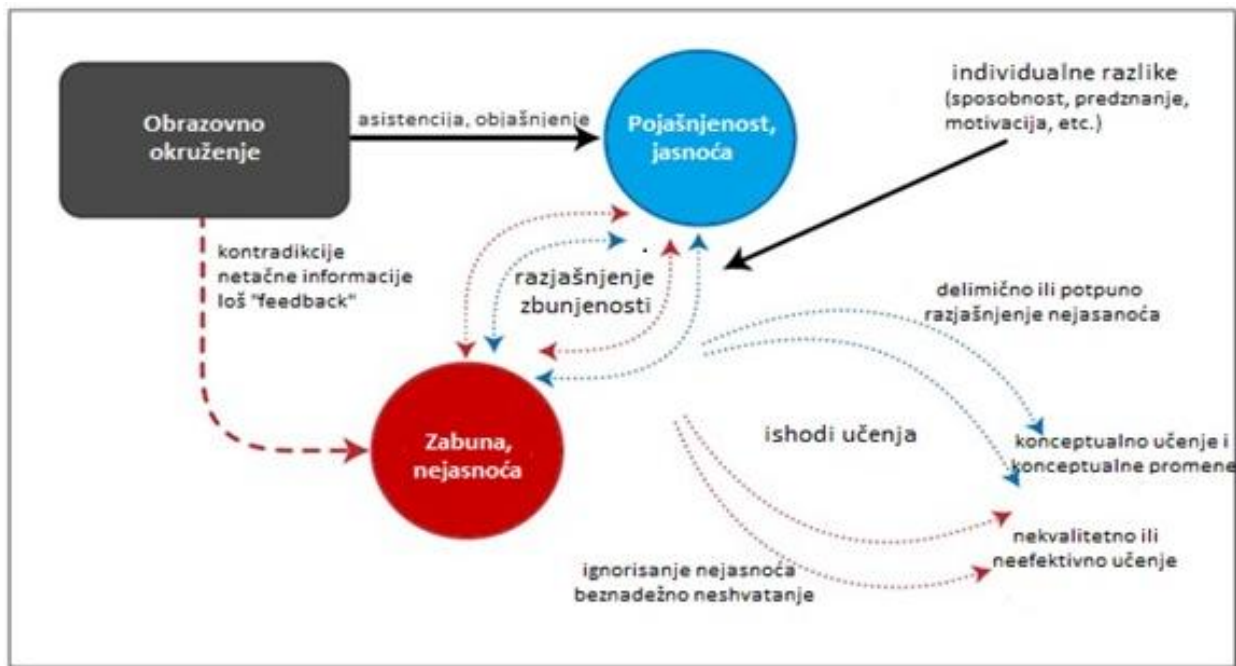
Prikupljene povratne informacije moraju biti iz različitog skupa reakcija sistema na ponašanja u procesu učenja. Na osnovu ulaznih i trenutno opserviranih podataka o studentu, grupi i okruženju obrazovnog procesa, ITS povratnim informacijama nagoveštava trendove i procenjuje uspeh u procesu učenja. Savremeni modeli ITS danas uglavnom svoju aktivnost i „inteligenciju“ zasnivaju na bazičnim ulaznim podacima (nivo predznanja, motivacija, profesionalna orijentacija, kognitivne sposobnosti, moć pamćenja i zapažanja, stilovi učenja i pamćenja, i sl.), i na povratnim informacijama toka apsolviranja znanja studenta. Dilema nastaje kod definisanja odluke tj. akcije obzirom na tip ličnosti i idividualne karakteristike i mogućnosti studenta. Dilema je koju emocionalnu poruku podrške u komunikaciji ITS - student treba ITS da koristi kao odgovor na povratnu informaciju u porcesu obrazovanja, da bi ga podstakao (na primer: koristeći pohvale, primereni emotivni odraz, ili savet). (Dennis, et al., 2016) Još važnije pitanje je, sa kojim podacima ITS mora da raspolaže, koje događaje da prati, analizira i razume, da bi odabrao adekvatnu reakciju i prilagodio je daljem procesu obrazovanja u aktuelnom okruženju.

ITS i okruženja koja podržavaju adaptivni sistem učenja ALE (Adaptive Learning Environments) inteligentno prilagođavaju okruženje idividualnim karakteristikama studenta za učenje. (Wenger, 1987; Azevedo, et al., 2012; Guin & Lefevre, 2013) Danas opšte prihvaćen model je „Big 5“. To je model od pet faktora koji najpribližnije i najuniverzalnije adaptira okruženje u procesu učenja, idividualnim potrebama studenta ili homogene grupe. Ovaj model uključuje analizu i praćenje emocionalnog stanja (Nkambou, 2006), motivacije (McQuiggan, et al., 2008), stila učenja (El-Bishouty, et al., 2014), sposobnosti i veštine u učenju (Desmarais & Baker, 2012) i pristupa problemu. (Varnosfadrani & Basturkmen, 2009)

Efikasnost i efektivnost DL sistema, zavise od brzine i adekvatnosti prilagođenja studentima, ali i odgovora studenata na sprovođenje korekcija, tj. zavise od obostranog ponašanja, studenata i funkcionisanja samog ITS-a u datim okolnostima. ITS koji prilagođava svoje strategije prema studentu, promoviše obećavajući pravac za poboljšanje dijaloga studenta sa tutorskim sistemima, a što direktno utiče na efikasnost obrazovnog procesa (Ezen-Can & Boyer, 2015). Primer jednog takvog rešenja za razvoj adaptivnosti sistema je model za praćenje i



kontrolu motivacionih procesa i samopouzdanja, koji je dat kroz šemu razjašnjenja nejasnoća, nedoumica i predrasuda koje su uglavnom uzrok nesigirnosti i neuspeha, slika 10.



Slika 10. Model indukovanih nejasnoća, predrasuda, nedoumica i razjašnjenje (Rus, et al., 2013)

## 2.2. Metode višekriterijumskog odlučivanja

Poslednjih decenija došlo je do snažnog razvoja i neobične popularnosti metoda višekriterijumske analize. Ovaj fenomen proistekao je iz teorijske ali i praktične prirode. U teorijskom smislu višekriterijumska analiza (VKA) je atraktivna jer se bavi nedovoljno struktuiranim problemima, a u praktičnom smislu VKA nudi veliku pomoć u rešavanju svakodnevnih zadataka pri izboru odluka, upravljačkih akcija, a često su alat u projektovanju i metodološkoj podršci u eksploataciji najraznovrsnijih sistema.

Donošenje odluka je prirodan i svakodnevni proces. Doneti odluku, ne odnosi se samo na poslovne procese, već na svakodnevne dileme u životu i radu svakog pojedinca, ili grupe ljudi. Donošenje odluka predstavlja identifikovanje i izbor alternativa zasnovan na vrednostima i preferencijama donosilaca odluke (Harris, 2014). Izbor, znači odabir opcije jedne ili više njih u odnosu na mnoge. Sve opcije moraju biti identifikovane i moraju imati smisla, tj. da predstavljaju jedan od modela pristupa rešavanju problema ili dileme. Svaka objektivno sagledana opcija, koja je zasnovana na realnim okvirima, zakonima (prirodni, tehnički, moralni,...) i usklađena sa ciljem

smatra se alternativom. Što je decidnije sagledan problem i okruženje problema, te sagledani prihvatljivi rezultati, za očekivati je da će alternativa biti više. Alternative se analiziraju (selektuju, klasifikuju) u skladu sa ciljevima, željama, vrednostima, i sl. Donošenje odluke o izboru, znači da donosilac odluke u skladu sa definisanim kriterijumima ima za izbor alternativu sa kojom će se ostvariti željeni cilj. Kompleksnost i raznorodnost kriterijuma za donošenje adekvatne odluke u savremenom i raznovrsnom okruženju, nameće potrebu razvoja i primene složenih metoda za analizu i ocenu činioca relevantnih za izbor u konkretnoj dilemi. Kriterijumi osim što su raznovrsni često su i raznorodni. Takođe, neophodno je dodeliti težinske faktore kriterijumima (određivanje relativne važnosti kriterijuma), jer rezultat vrednovanja je u velikoj meri zavisan upravo od težinskih faktora. Takođe, čest problem u praksi predstavlja prisustvo velikog broja elemenata sa kojima se analizira višekriterijumski problem sa jedne strane, i kompleksnost metoda za višekriterijumsku analizu (VKA) sa druge strane. Stoga, se nameće potreba da se obe činjenice pažljivo razmotre kako bi se uskladile. Značajan iskorak, u rešavanju ovih problema načinjen je primenom metode VKA za ocenjivanje uticaja, savakog ponaosob, relevantnog činioca.

Dobijeno rešenje, uz pomoć VKA, ne treba shvatiti kao jedino, najbolje rešenje. Ono vrlo često predstavlja kompromis između suprotstavljenih stavova ili kriterijuma. Međutim, ono što je eksplicitno je to da je upotrebom metoda VKA donosiocima odluke prezentovana celovita analiza problema. VKA se koristi u rešavanju VK problema, gde za razliku od jednokriterijumskog problema postoji više kriterijuma za odlučivanje i više prihvatljivih rešenja. Takođe, situacije u kojima je posebno korisna VKA u procesu odlučivanja su:

- donošenje odluke u uslovima kada je neophodna transparentnost
- donošenje odluke u uslovima kada je neophodno uravnotežiti interese: ekonomske društvene, ekološke i drugih i dr.
- donošenje odluke u uslovima kada je potrebno uravnotežiti interes različitih pojedinac ili grupa, s ciljem kompromisa. (Milivojević, 2018)

Primena metoda VKA u razrešenju dileme je fazna, i može se sagledati kroz nekoliko opštih koraka:

1. Identifikuju se moguća rešenja, odnosno alternative
2. Identifikovanje kriterijuma (višedimenzionalna analiza problema, analiza okruženja i faktora koji utiču na donošenje odluka)

3. Normalizacija višekriterijumskog modela
4. Izrada tabele vrednosti
5. Određivanje težinskih faktora kriterijuma (ekspertska i menadžerska analiza)
6. Izračunavanje, rangiranje

Primenom VKA u rešavanju problema i donošenju odluka, kriterijumi se mogu podeliti u dve kategorije:

- kriterijumi koji se maksimiziraju, i
- kriterijumi koji se minimiziraju

Cilj svakog analitičara (onog ko primenjuje metodu) je da se njegov predlog prihvati kao korektno rešenje od strane DO. Da bi se taj cilj ostvario (i analitičar tako opravdao svoj rad i bio uspešan) potrebno je maksimalno moguće uključiti DO, direktno ili indirektno, u sam proces rešavanja zadatka. (Miljković, et. al., 2017) Na taj način se daje mogućnost iskazivanja ličnih preferencija DO, a samim tim obezbeđuje se postizanje većeg kvaliteta donošenja odluka. Ponekad, zbog ograničenog vremena ili kompleksnosti samog metoda VKA to nije moguće uraditi. Stoga analitičar, mora izabrati ili pronaći metodu za rešavanje problema u koju konkretnog DO može lako i uspešno uključiti.

Bez obzira da li je u pitanju strategijska ili operativna odluka, upravljačka akcija, da li je u pitanju problem sa dominantno tehničkim, ekonomskim, vojnim, obrazovnim, ili drugim sadržajima, reč je o multidisciplinarnom problemu. Metoda VKA pruža podršku pri organizovanju i definisanju problema u kompleksnom okruženju informacijama, a koji utiču na odluke, te tako osim podrške u odlučivanju pruža i bolje razumevanje problema. Činjenica je da metode VKA ne mogu da zamene proces donošenja odluke, već samo da pruže podršku pri odlučivanju i definisanju modela problema.

#### 2.2.1. Podela metoda višekriterijumske analize

Pregledom literature može se konstatovati da metode VKA po karakteru mogu biti podeljene na sledeći način (Radojičić i Žižović, 1998; Čupić, 2004; Figueira, et al., 2005; Polatidis, et al., 2006):

- Višeatributno odlučivanje (engl. Multiple Attribute Decision Making MADM) – na osnovu definisanih kriterijuma iz skupa alternativa bira se najpovoljnija alternativa. U ovom slučaju postoji konačan broj alternativa koji nije eksplicitno određen, ali ne kao

ograničenje, već ograničenja prozilaze iz ograničenja koja su uključena u attribute. Ova metoda dalje se može podeliti u podgrupe:

- a) Metode korisnosti (engl. utility methods) – tipičan predstavnik je metoda aditivnih težinskih faktora.
  - b) Metode rangiranja (engl. outranking methods) ili metode preferencija – redosled alternativa se generiše po prioritetu. Karakteristika ovih metoda jeste ta da je logika vrednovanja u rangiranju alternativa takva, da alternativa sa konačnim visokim rangom mora po više atributa biti visoko rangirana.
  - c) Metode kompromisa ili metode idealne tačke – karakteriše definisanje referentnih vrednosti (idealnih tačaka) u odnosu na koje se porede alternative.
- Višeciljno odlučivanje (engl. Multiple Objective Decision Making MODM) – definisano eksplicitno analitičkim oblikom svakog kriterijuma pojedinačno. Karakteristika MODM je da se matematičkim aparatom, skup više funkcija cilja prevodi u problem jednokriterijumskog odlučivanja, nakon čega se isti rešava standardnom metodom jednokriterijumskog linearnog programiranja, a najčešće simpleks procedurom.

Osnovna razlika u ova dva pristupa, konceptualno gledano je da se MADM metodom bira jedna alternativa iz malog ali reprezentativnog skupa alternativa, a MODM metode se koriste u slučaju beskonačnog broja alternativa, čija su ograničenja definisana matematički. Dobra strana višeciljnog odlučivanja jeste da pruža skup najboljih alternativnih opcija umesto jedne alternative, višestruki izbor. U tabelama 3. i 4., dat je pregled jednog dela skupa metode VKA, grupisanih po karakteru:

Tabela 3. Metode VKA sa višeatributivnim odlučivanjem

<b>Metode korisnosti – Utility Methods (MAUT/MAVT)</b>	
Naziv metode	Akronim
<i>Simple Additive Weights / Weighted Sum Model</i>	<i>SAW / WSM</i>
<i>Simple Product Weighting / Weighted product model</i>	<i>SPW / WPM</i>
<i>Simple Multiattribute Rating Technique</i>	<i>SMART</i>
<i>Ivanovićevo odstojanje</i>	<i>I – odstojanje</i>

<i>Analytic Network Process</i>	<i>ANP</i>
<i>Analytic Hierarchy Process</i>	<i>AHP</i>
<i>Measuring Attractiveness by a categorical Based Evaluation Technique</i>	<i>MACBETH</i>
<i>Method of minimal suitable values</i>	<i>MMSV</i>
<b>Metoda rangiranja – outranking methods</b>	
<i>Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation</i>	<i>PROMETHEE</i>
<i>Elimination and choice expressing reality</i>	<i>ELECTRE</i>
<i>Novel Approach to Imprecise Assessment and Decision Environments</i>	<i>NAIADE</i>
<i>REGIME</i>	<i>REGIME</i>
<i>ORESTE</i>	<i>ORESTE</i>
<b>Metode kompromisa ili metode idealne tačke</b>	
<i>VIše Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Rešenje</i>	<i>VIKOR</i>
<i>Compromise programming</i>	<i>CP</i>
<i>Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution</i>	<i>TOPSIS</i>
<b>Ostale metode višekriterijalnog odlučivanja</b>	
<i>Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis</i>	<i>SMAA</i>
<i>FLAG</i>	<i>FLAG</i>

Tabela 4. Metode VKA sa višeciljnim odlučivanjem

Naziv metode	Akronim
<i>Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis</i>	<i>MOORA</i>
<i>Linear Programming</i>	<i>LP</i>
<i>Nonlinear programming</i>	<i>NP</i>
<i>MultiObjective Programming</i>	<i>MOP</i>

Pored navedenih metoda VKA u predhodne dve tabele, postoje mnoge metode koje nisu spomenute, na primer kombinacija/integracija više različitih metoda VKA, razne modifikacije metoda VKA, kao i primena fazi (engl. fuzzy) brojeva i fazi logike u VKA. Odabir pogodne metode za optimizaciju, sam po sebi predstavlja višekriterijumski model koji zavisi od tipa problema koji razmatramo, znanja i iskustva DO u oblasti višekriterijumske analize, kao i tehnoloških pitanja koja se uzimaju u obzir (Žižović et al,2011).

### 2.2.2. Određivanje relativne važnosti kriterijuma

Relativna važnost kriterijuma je bitan deo postavke višekriterijumskog zadatka, jer se na taj način uspostavlja odnos između kriterijuma, koji po pravilu nisu iste važnosti. (Marković, 2008) Subjektivna procena DO mnogo utiče na određivanje relativne važnosti kriterijuma, što u velikoj meri utiče na konačan rezultat. Prilikom rešavanja zadatka jedan od koraka u rešavanju je određivanje težinskih koeficijenata, a to je jedan od ključnih koraka, jer je krajni rezultat u velikom time opredeljen. Složenost problema se uvećava povećanjem broja kriterijuma, što često dovodi do situacije da analitičari pojedine kriterijume definišu kao nerelevantne i na taj način uprošćuju problem i olakšavaju rešenje zadatka. Tim postupkom relativni odnos važnosti kriterijuma se menja, što može uticati na kasnije rangiranje alternativa. Iz tog razloga u ovoj fazi je neophodna uloga eksperata da bi se objektivno odredio relativan odnos koeficijenata u zadatku. Rešenje problema relativnog odnosa važnosti kriterijuma i definisanje neke skale vrednosti unutar koje je uspostavljen neki odnos može se vrlo često opisati linernom funkcijom. Postoji mogućnost da se relativni odnos kriterijuma opišu i nelineranim funkcijama ili da se težinske koeficijenti definišu kroz fazi brojeve upotrebom fazi logike anlize sitema, što u mnogome usložnjava zadatak za DO, ali i sam matematički aparat pri rešavanju postavke. (Munda, 1995)

Predhodno sagledan postupak određivanja relativne važnosti kriterijuma zasniva se na numeričom ocenjivanju i opisu odnosa. Kriterijumi mogu biti dati i kao lingvistički izrazi, a kvantifikuju se po nekoj unapred dogovorenoj skali vrednosti. Klasičan primer dat je u tabeli 5, gde je data kvantifikacija po maksimizirajućem i minimizirajućem kriterijumu.

Tabela 5. Kvantifikacija lingvističkih izraza

Kvalitativ. ocena	Loš	Zadovoljava	Prihvatljiv	Vrlo dobar	Odličan	Izvrstan	Tip kriterijuma
Kvantifik. ocena	1	3	5	7	9	10	Max.
	10	9	7	5	3	1	Min.

U ovom slučaju koriste se skale prevođenja, a najčešće su:

- Redna (ordinalna) skala
- Skala odnosa
- Interval skala

Redna skala uspostavlja redosled po rangu, ne vodeći računa o međusobnom rastojanju rangova. Za razliku od Redne skale, Interval skala zanovana je na postavci jednakih razlika vrednosti između atributa, po nekim unapred dogovorenim reperima. Skala odnosa identična je Interval skali, ali reperi nisu unapred dati ili definisani. Upotreba lingvističkih izraza se izbegava zbog nepreciznosti u kvantifikaciji atributa. Kao zamena se u poslednje vreme koriste se fazi brojevi kao preferencije DO.

Generalno, optimizacija važnosti ili težina kriterijuma može da bude zadata na tri načina:

- normalizovano,
- relativnim odnosom važnosti kriterijuma,  $i$
- lingvističkim iskazima.

U praksi se koriste različite metode određivanja važnosti kriterijuma, a one su pre svega opredeljene načinom ocenjivanja težine kriterijuma:

- Metoda aditivnih težinskih faktora (*Simple Additive Weighting Method*, SAW) – alternative se rangiraju prema korisnosti
- Metoda SMART (engl. Simple Multi-Attribute Rating Technique) koristi pristup kao SAW metoda, a primenjuje se kada suma težinskih faktora nije jednaka jedinici,  $\sum w_j \neq 1$
- Metoda produktivnih težinskih faktora, SPW ili WPM, po postupku računanja je slična metodi SAW, a za najbolju alternativu se proglašava alternativa sa izračunatom najvećom vrednosti rejtinga. Kod ove metode normalizacija nije obavezna

- Metoda analitičkih hijerarhiskih procesa, AHP, gde je relativan odnos težina kriterijuma opisan matricom parova upoređenja. Zasnovan je na tri principa: sastavljanje hijerarhije, postavljanje prioriteta i provera konzistentnosti. AHP najpre omogućava interaktivno kreiranje hijerarhije problema kao pripremu scenariju odlucivanja, a zatim vrednovanje u parovima elemenata hijerarhije. Hijerarhija je strukturirana od nekoliko delova: cilja, kriterijuma, podkriterijuma i alternative. Postavljanje prioriteta je process dodeljivanja važnosti svakog elementa u hijerarhiji. Određuje se parcijalno-parnim poređenjem značajnosti svakog elementa u smislu kriterijuma sa kojim postoji uzročna veza. AHP metoda ublažava nekonzistentnost čoveka u procenjivanju vrednosti ili odnosa kvalitativnih elemenata u hijerarhiji. Primera radi, ako se tvrdi da je A mnogo većeg značaja od B, B nešto većeg značaja od C, i C nešto većeg značaja od A, nastaje nekonzistentnost u rešavanju problema i smanjuje se pouzdanost rezultata. (Srdjević, et al., 2007) AHP metoda takodje daje mogućnost merenja greški u rasuđivanju, proračunavanjem indeksa konzistentnosti za dobijenu matricu poređenja, a potom i stepen konzistentnosti.
- Metode PROMETHEE, po svakom izabranom kriterijumu međusobno se poredi svaki par alternativa. Po svakom kriterijumu donosilac odluke određuje jednu od *cca* šest mogućih funkcija preferencije koje registruju razlike među alteranitvama. Nakon toga formira se ukupan iznos preferencija za svaku alternativu (pozitivan i negativan), te se na osnovu veličine diferencije između sume pozitivnih preferencija i sume negativnih preferencija određuje poredak alternativa. Manjkavosti ove metode su što je teško odrediti kriterijumske funkcije i težinske koeficijente ali i to što se uvođenjem novih alternativa može promenuti rang postojećih.
- Metoda poređenja najvažnijeg kriterijuma  $C_1$  sa preostalim kriterijumima  $C_2, C_3, \dots$ , metoda se temelji na pretpostavci da se može odrediti stepen važnosti prvog kriterijuma u odnosu na ostale, tako što će se formirati tabela odnosa prvog kriterijuma prema ostalim  $n-1$  ( $C_2, \dots, C_n$ ):

Tabela 6.

$P_{12}$	$P_{13}$	$P_{14}$	$\dots$	$P_{1n}$
$P_{21}$	$P_{31}$	$P_{41}$	$\dots$	$P_{n1}$



Iz tabele 6, mogu se izračunati odnosi kriterijuma  $C_2$  prema kriterijumu  $C_3, \dots, C_n$  i kriterijuma  $C_3$  prema kriterijumu  $C_4, \dots, C_n$  i na kraju kriterijuma  $C_{n-1}$  prema kriterijumu  $C_n$ .

Tabela 7.

$p_{12}$	$p_{13}$	$p_{14}$	$\dots$	$p_{1(n-1)}$	$p_{1n}$
$p_{21}$	$p_{31}$	$p_{41}$	$\dots$	$p_{(n-1)1}$	$p_{n1}$
	$p_{23}$	$p_{24}$	$\dots$	$p_{2(n-1)}$	$p_{2n}$
	$p_{32}$	$p_{42}$	$\dots$	$p_{(n-1)2}$	$p_{n2}$
		$p_{34}$	$\dots$	$p_{3(n-1)}$	$p_{3n}$
		$p_{43}$	$\dots$	$p_{(n-1)3}$	$p_{n3}$

$p_{(n-2), (n-1)}$	$p_{(n-2), n}$
$p_{(n-1), (n-2)}$	$p_{n, (n-2)}$
	$p_{(n-1), n}$
	$p_{n, (n-1)}$

U predloženoj metodologiji uspostavljaju se uslovi za veliku mogućnost iskazivanja ličnih preferencija DO i samim tim postizanja većeg kvaliteta donetih odluka. Ovom metodom postiže se da uvođenjem novih alternativa u model nema novog računanja i poređenja sa predhodno uvedenim alternativama, i zbog toga ne dolazi do promene poredka

Predhodno su navedene samo neke od metoda za određivanje relativne važnosti kriterijuma. Sve metode u principu vrše rasvetljavanje i sagledavanje problema u mnogo većoj meri nego što to možemo postići takozvanim intuitivnim odlučivanjem, gde donosilac odluke donosi odluku na osnovu svoje intuicije i procene.

### 2.2.3. Normalizacija podataka

Normalizacija je proces provere uslova normalnih formi i po potrebi svodenje šeme relacije na oblik koji zadovoljava iste. Procesom normalizacije želi se razviti dobar model podataka tako da se iz nekog početnog zadatog modela otklone slabosti (redundansa i problemi u održavanju). Bitna osobina koja se očekuje od normalizacije je reverzibilnost tj. da ne sme doći

do gubitka informacija sadržanih u polaznoj relaciji. To znači, polazeći od skupa normalizovanih relacija, mora biti omogućena rekonstrukcija polazne nenormalizovane relacije.

Da bi se zadatak postao rešiv neophodno je izvršiti normalizaciju vrednosti atributa, tj. izvršiti "ujednačavanje" ili "učiniti attribute bezdimenzionalnim", a što znači svesti vrednosti atributa na interval 0-1. (Marković, 2008) Poslednja faza postavke višekriterijumskog zadatka je normalizacija matrice podataka. Normalizacija matrice podataka ima za cilj da se atributi koji opisuju određene kriterijume učine bezdimenzionalnim, a pri tome da se zadrže informaciju o relativnim odnosima između početnih vrednosti atributa. U tom slučaju normalizovani atributi treba da predstavljaju srazmeru prema ekstremnim vrednostima za dati kriterijum. Kada su važnosti težina kriterijuma zadate normalizovano, tada su njihove vrednosti opisane nad skupom realnih brojeva koje pripadaju intervalu 0-1 i njihov zbir je jednak jedinici. Kvantifikovane matrice, mogu se normalizovati na nekoliko načina:

- Vektorskom normalizacijom,
- Linearnom normalizacijom, i
- Korektnim preslikavanjem

Vektorska normalizacija zasniva se postupku da se svaki element kvantifikovane matrice podeli sa svojom normom, a ona je predstavljena kvadratnim korenom zbira kvadrata vrednosti elemenata po svakom kriterijumu.

$$N_j = \sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}, j=1, \dots, n \quad (1)$$

Linearna normalizacija atributa dobija se, tako što se vrednost atributa deli sa maksimalnom vrednošću atributa za dati kriterijum, za kriterijum tipa maksimizacije, odnosno dopunom do 1 za dati kriterijum tipa minimizacije.

Tip max.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^*}, x_j^* = \{x_j | \max_i x_{ij}\}, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \quad (2)$$

Tip min.

$$r_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{x_j^*}, x_j^* = \{x_j | \max_i x_{ij}\}, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \quad (3)$$

Korektno preslikavanje je način normalizacije gde se podrazumeva uvođenje ekstremnih argumenta po svim kriterijumima koji predstavljaju reper dostizanja. Znači za svaki kriterijum se

definiše vrednosti za gornji ekstrem  $x_j^+$  i donji ekstrem poređenja  $x_j^-$ . Uslovi za odabrane ekstreme su:

$$x_j^+ \geq \max(x_{ij}), j=1, 2, 3, \dots, n$$

$$x_j^- \leq \min(x_{ij}), j=1, 2, 3, \dots, n - \text{za funkcije rastućeg tipa}$$

$$x_j^+ \leq \min(x_{ij}), j=1, 2, 3, \dots, n$$

$$x_j^- \geq \max(x_{ij}), j=1, 2, 3, \dots, n - \text{za funkcije opadajućeg tipa}$$

Po osnovu zadatih uslova prelazi se na normalizaciju argumenata po sledećoj formuli:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^-}{x_j^+ - x_j^-}, = \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \quad (4)$$

Na ovaj način se zadržava relativan odnos svih argumenata u matrici podataka i maksimalno se zadržavaju sve početne informacije višekriterijumskog zadatka.

#### 2.2.4. Metode rangiranja

Zašto rešenja nekog problema rangiramo? Umesto odgovora treba postaviti pitanje koja je razlika između „prave“ odluke i „racionalne“ odluke. U većini realnih slučajeva, nemoguće je doneti ispravnu odluku kako bi se ujedno donela i racionalna odluka, bez sagledavanja i ocene delimično dostupnih informacija. Rešavanje problema naučnim pristupom, rezultira modelom zasnovanog na kvantitativnosti, usmeren na logičku rigoroznost i preciznost, i na kvalitativnosti. U oba slučaja, zahtevaju se analize, sinteza, evaluacija i kapacitet za istraživanje i generisanje alternativa. Upotreba samo ljuske logike ili suda stavlja sumnju na klasifikaciju niza alternativa i njihove dominacije, zbog teškoća i sumnji u oceni koherentnosti u proceni preferencija alternativa. (D`Urso & Masi, 2015)

Upravo zbog prehodno iznete slabosti i problema u ljudskom sudu, “logičnom” rešenju, rangiranju, neophodno je problem postaviti u kontekst VK zadatka. Definisanjem problem VKA, uspostavljanjem matrica performansi, te dodeljivanjem težinskih faktora kriterijumima, može se sistemski pristupiti proceduri rangiranja. U tu svrhu koriste se različite metode, a izbor metode za sagledavanje nekog problema kao najbolje, ovisno je od vrste problema, mogućnosti metode, ali pre svega od operativnosti analitičara sa metodom koju primenjuje. Neke od njih su:

PROMETHEE metoda, metoda koja se koristi u slučajevima kada imamo ograničen broj alternative i više kriterijuma koji su neretko u međusobnoj suprotnosti. Pod PROMETHEE-jem se u stvarnosti krije familija PROMETHEE metoda, koncipiranih za određene problema. Tu su:

- PROMETHEE I – daje parcijalni poredak alternativa,
- PROMETHEE II – daje konačan poredak alternativa,
- PROMETHEE III – rangira alternative po intervalima
- PROMETHEE IV – u slučaju neprekidnog niza rešenja daje potpun ili delimičan poredak alternativa
- PROMETHEE V – definiše poredak u slučaju problema sa segmentnim graničnim rešenjima,
- PROMETHEE VI – formira rešenja po stepenu “tvrdoće” VK problema (“tvrđi” i “meki”), a prema zadatim težinskim faktorima kriterijuma, i druge PROMETHEE metode za grupno donošenje odluka.

Metode PROMETHEE zasnovane su na parcijalnoparnom poređenju svakog para alternativa po svakom od izabranih kriterijuma. U ovoj metodi, DO za svaki kriterijum određuje jednu od mogućih šest predefinisanih funkcija preferencije:

1. običan kriterijum preferencije,
2. kvazi kriterijum preferencije,
3. kriterijum sa linearnom preferencijom,
4. kriterijum sa stepenom preferencije,
5. kriterijum sa linearnom preferencijom i područjem indiferencije,
6. kriterijum sa Gausovom (normalnom) preferencijom.

ELECTRE metoda, vrši vrednovanje alternativnih odluka poređenjem relevantnih atributa, koji karakterišu vrednovane odluke. Kao kod PROMETHEE metode i ovde je reč o familiji metoda:

- ELECTRE, tj. ELECTRE I – početni algoritam, a razlika u odnosu na ostatak ELECTRE familije je u stepenu kojim se uređuje skup alternativa, prirodni informacija na kojima je postupak zasnovan, načinu sagledavanja kriterijuma i njihovoj važnosti, te uvođenju novih parametara, a daje delimičan poredak alternative,
- ELECTRE II – nema ograničenja u broju kriterijuma, daje potpun poredak alternative,

- ELECTRE III – može rangirati alternative prema delimičnom poredku (što je češći slučaj), al i prema potpunom poredku, otvorena je prema korišćenju fazi podataka i fazi relacija
- ELECTRE IV – ne zahteva određivanje težinskih faktora kriterijuma,
- ELECTRE IS
- ELECTRE A (neobjavljena, deo poslovne tajne bankarskih kompanija)
- ELECTRE TRI

Postupak primene metode ELECTRE I sastoji se iz sledećih koraka:

1. računanje normalizovane matrice performansi,
2. računanje težinske normalizovane matrice performansi,
3. određivanje skupova saglasnosti i nesaglasnosti,
4. određivanje matrice saglasnosti,
5. određivanje matrice nesaglasnosti,
6. određivanje matrice saglasne dominacije,
7. određivanje matrice nesaglasne dominacije,
8. određivanje neto dominantnih i nedominantnih vrednosti alternativa.

TOPSIS metoda, metoda kompromisa, koja je zvanovana na poziciji alternative u skali alternativa. Naime, izabrana alternativa treba da ima najmanje rastojanje od idealnog rešenja, najveće od najgoreg (anti-idealnog) rešenja. Pre same primene TOPSIS metode VK problem treba opisati:

- matricom performansi, gde su alternative postavljene u redove, a kriterijumi u kolone, tako da elementi matrice predstavljaju performance alternativa u odnosu na kriterijum
- vrednostima kriterijuma tipa maksimizacijski ili minimizacijski
- vrednostima težinskih faktora kriterijuma

Postupak primene metode TOPSIS sastoji se iz sledećih šest koraka:

1. Normalizacija matrice performansi
2. Množenje normalizovane matrice performansi težinskim faktorima
3. Određivanje idealnih rešenja
4. Određivanje rastojanja alternativa od idealnih rešenja
5. Određivanje relativne blizine alternativa idealnom rešenju
6. Rangiranje alternative

CP metoda, metoda kompromisnog programiranja, određuje za najbolju alternativu onu koja ima namanje rastojanje od idealnog rešenja u skupu rešenja. Težinski faktori kriterijuma su normirane vrednosti originalnih ocena koje definiše donosilac odluka, tako da im je zbir 1.

Mrežni metod, ovaj metod se bazira na računanju rastojanja date alternative  $A_i$  od hipotetički idealne-najbolje alternative  $A^*$  i hipotetički najgore alternative  $A_*$ . (Žižović, et al., 2011) U račun je uključen čitav niz parametara, od onih uobičajenih kojima se uzima u obzir značaj važnosti kriterijuma, do onih koji su za ovaj metod specifični kao što su funkcije kojima se opisuje značaj razlike između alternativa. Za jednu alternativu kaže se da je bolja od druge ako je bliža hipotetički najboljoj alternativu  $A^*$  i udaljenija od hipotetički najgore alternative  $A_*$ .

Nova metoda ponderisanog zbira, metoda gde se kriterijumi u VK modelu ređaju po važnosti, za obe funkcije, maksimizirajućoj (najbolja vrednost je najveća vrednost) i minimizirajućoj (najbolja vrednost je najmanja vrednost). (Miljković, et al., 2017) Cilj nove metode je da se u sam proces rešavanja zadatka maksimalno moguće uključi donosioc odluke, lako i uspešno, bilo da je reč o direktnom ili indirektnom uključenju. Za svaki kriterijum  $C_i$  ( $i=1, \dots, n$ ) u tabeli 8. postoji kolona  $i$  sa vrednostima koje alternative uzimaju po tom kriterijumu. Te vrednosti važne su za donošenje odluke – neke su prihvatljive, neke su jedva prihvatljive, a neke su ekstremno dobre. (Miljković, et al., 2017)U tom kontekstu definisane su granice stepena zadovoljstva sa vrednostima alternativa.

Tabela 8. Matrica VK odlučivanja

	$C_1$	$C_2$	...	$C_n$
$A_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1n}$
$A_2$	$a_{21}$	$a_{22}$		$a_{2n}$
...	...	...	...	...
$A_m$	$a_{m1}$	$a_{m2}$	...	$a_{mn}$

Dakle, po kriterijumu  $C_i$  ( $i=1, \dots, n$ ) definišu se vrednosti:

$Q_{i1}$  – vrednost idealna za 10

$Q_{i2}$  – donja granica idealnih vrednosti

.

$Q_{i,r-1}$  – vrednost odakle počinju jedva prihvatljive vrednost

$Q_{ir}$  – vrednost ispod koje se ne ide (za maksimizirajući kriterijum  $C_i$ ), odnosno vrednost iznad koje se ne ide (za minimizirajući kriterijum).

Kako su tačke  $Q_{ij}$ ,  $2 \leq j \leq r - 1$  granične tačke intervala, definiše se u kom intervalu se te tačke nalaze (gornjem ili donjem). Na primer, treba ustanoviti da li je idealni interval odluke  $[Q_{i2}, Q_{i1}]$  ili je to  $(Q_{i2}, Q_{i1})$  u slučaju da je  $C_i$  maksimizirajućeg tipa. U drugom slučaju  $Q_{i2}$  pripada sledećem intervalu po važnosti  $(Q_{i3}, Q_{i2})$ ! Ovako se za kriterijum  $C_i$  definiše  $r-1$  interval zadovoljenja potreba donošenja odluke. U opštem slučaju, za različite kriterijume broj ovih intervala može biti različit!

Sledeći korak je normalizacija vrednosti kolona iz tabele 8, tj. normaliziraju se vrednosti alternativa  $A_i$  ( $i=1, \dots, m$ ) po kriterijumu  $C_j$  ( $j=1, \dots, n$ ) tako što se za svaki kriterijum  $C_i$  definiše neopadajuću funkciju  $f_i$  (ona je kriterijum maksimizirajućeg tipa) odnosno nerastuću funkciju  $f_i^*$  (ona je kriterijum minimizirajućeg tipa): (Miljković, et al., 2017)

$$f_i(a_{ki}) = \begin{cases} 1 & a_{ki} \geq Q_{i1} \\ 0 < p < 1 & Q_{ir} < a_{ki} < Q_{i1} \\ 0 & a_{ki} \leq Q_{ir} \end{cases} \quad (5)$$

odnosno

$$f_i^*(a_{ki}) = \begin{cases} 1 & a_{ki} \leq Q_{i1} \\ 0 < p < 1 & Q_{i1} < a_{ki} < Q_{ir} \\ 0 & a_{ki} \geq Q_{ir} \end{cases} \quad (6)$$

Najjednostavniji način definisanja ovih funkcija je prosta linearizacija za kriterijum  $C_i$  maksimizacijskog tipa:

$$f_i(a_{ki}) = \begin{cases} 1 & a_{ki} \geq Q_{i1} \\ \frac{a_{ki} - Q_{ir}}{Q_{i1} - Q_{ir}} & Q_{ir} < a_{ki} < Q_{i1} \\ 0 & a_{ki} \leq Q_{ir} \end{cases} \quad (7)$$

odnosno za  $C_i$  minimizacijskog tipa:

$$f_i^*(a_{ki}) = \begin{cases} 1 & a_{ki} \leq Q_{i1} \\ \frac{Q_{ir} - a_{ki}}{Q_{ir} - Q_{i1}} & Q_{i1} < a_{ki} < Q_{ir} \\ 0 & a_{ki} \geq Q_{ir} \end{cases} \quad (8)$$

Tako se dobija normalizovana matrica odlučivanja, tabelu 9. sa vrednostima  $q_{ij} = f_j(a_{ij})$  za maksimizacijski tip odnosno za minimizacijski tip funkcije  $q_{ij} = f_j^*(a_{ij})$ , koja ima sledeći oblik:

Tabela 9. Normalizovana matrica odlučivanja maksimizacijskog tipa

	$C_1$	$C_2$	...	$C_n$
$A_1$	$q_{11}$	$q_{12}$	...	$q_{1n}$
$A_2$	$q_{21}$	$q_{22}$		$q_{2n}$
...	...	...	...	...
$A_m$	$q_{m1}$	$q_{m2}$	...	$q_{mn}$

Svaka od metoda VKA ima svoje prednosti, slabosti, mogućnosti i pretnje za posmatrano okruženje. Primenljivost VKA za konkretno okruženje može se proceniti sagledavanjem nekih od karakteristika:

- Prednosti:
  - jednostavnost za razumevanje i primena
  - dokazanost u praksi
  - broičano iskazivanje ranga
  - nepromenljivost ranga alternative
  - rasčlanjivanje problema odlučivanja na manje elemente
  - primenljivost kod neuporedivih alternativa
  - softverska podrška i grafički prikazi
  - jednostavnost izračunavanja
  - mogućnost kompenzacije među metodama
- Slabosti:
  - vremenska zahtevnost
  - potreba za normalizacijom
  - međuzavisnost alternative i kriterijuma
  - neposredovanje mehanizma za računanje težinskih faktora
  - potencijalna nelogičnost rezultata u odnosu na stvarnu situaciju
  - nedovoljna osetljivost na vrednost kriterijuma
  - ograničenost u broju alternative



- razumljivost rezultata
- Mogućnosti:
  - primenljivost graničnih vrednosti
  - primenljivost u grupnom odlučivanju
  - primenljivost u nepotpuno sagledanom problem
  - mogućnost kombinovanja preference više eksperata
  - primenljivost za kvantitativni i kvalitativni tip kriterijuma
- Pretnje:
  - promene ranga alternative
  - moguća nekonzistentnost kod vrednovanja i rangiranja kriterijuma
  - subjektivnost prilikom poređenja

### **2.3. Metode za dodeljivanje težinskih faktora**

U razmatranju nekog problema može se koristiti pristup sa jednim ili više kriterijuma. U pristupu sa jednim kriterijumom, analizira se posledica kršenja različitih (mekih) ograničenja, što predstavlja meru kvaliteta rešenja. (Johnes, 2015) U praksi različita ograničenja imaju različit značaj za različite strane, ali suma posledica ne odražava ukupne posledice tog rešenja. U praksi, problemima se pristupa sa više kriterijuma, a navedeni problem se prevazilazi tretiranjem svakog ograničenja kao kriterijuma kome je dodeljen određeni nivo važnosti. Stoga, kod većine metoda VKA sprovodi se dodeljivanje težinskih faktora kriterijumima. Rezultat vrednovanja alternative u velikoj meri zavisi od težinskih faktora kriterijuma. Podela metoda za dodeljivanje težinskih faktora kriterijuma izvršena je po osnovu porekla informacija. Subjektivni pristupi zasnovani su na određivanju težinskih faktora na osnovu informacija dobijenih od DO ili od eksperata uključenih u process. Objektivni pristupi zanemaruju mišljenje DO i zasnovani su na određivanju težinskih faktora kriterijuma, a na osnovu informacije sadržane u matrici odlučivanja, primenom određenih matematičkih modela. (Milićević & Župac, 2012a-2012b) Takođe, kombinacijom predhodne dve metode dobija se treća metoda subjektivno-objektivna metoda za dodeljivanje težinskih faktora. (Jahan, et al., 2012) Generalno, subjektivna metoda je najkorišćenija metoda dodeljivanja težinskih faktora u praksi.

### 2.3.1. Metode subjektivnog dodeljivanja težinskih faktora

Metode subjektivnog dodeljivanja težinskih faktora mogu biti individualne ili grupne, zavisno od broja učesnika. Kod individualnih metoda, vrednost težinskih faktora određuje se u većini slučajeva po osnovu mišljenja DO. U slučaju grupnih metoda određivanja se rade timski, tj. uključeno je više eksperata ili zainteresovanih učesnika. Vrlo često se za subjektivno određivanje težinskih faktora koriste metode parcijalno-parnog poređenaj ili rangiranja kriterijuma. Neke od često korišćenih metoda za subjektivno dodeljivanje težinskih faktora date su u pregledu.

*Trade-off* metoda – predstavnik kompozicionih metoda za subjektivno dodeljivanje težinskih faktora, gde donosilac odluke poredi dve hipotetičke varijante koje se jednako razlikuju po dva kriterijuma. (Milićević & Župac, 2012a-2012b) Ako se uzme da su  $a$  i  $b$  alternative, a  $1$  i  $2$  indeksi koji označavaju kriterijume, tada DO razmatra dve hipotetičke alternative sa parovima kriterijuma  $(a_1; a_2)$  i  $(b_1; b_2)$  tako da podešava jedan od kriterijuma dok ne dostignu jednake preferencije alternativa. Izbor kriterijuma za podešavanje vrši DO na osnovu poznatog ranga kriterijuma i preferiranosti hipotetičke alternative. DO mora se držati raspona kriterijuma utvrđenog na početku.

*Swing* metoda, – predstavnik kompozicionih metoda za subjektivno dodeljivanje težinskih faktora, gde se prvo konstruišu dva ekstrema hipotetičkog scenarija, gde je prvi urađen na osnovu najlošijih vrednosti svih kriterijuma, a drugi na osnovu najboljih vrednosti. (Milićević & Župac, 2012a-2012b) DO mora pažljivo proceniti potencijalni prelazak prvog scenarija u drugi. DO mora doneti odluku koji kriterijum će prvi pomeriti u drugi scenario i dodeliti mu hipotetičku vrednost prelaska. Svaki sledeći kriterijum na hipotetičkoj skali vrednosit prilikom prelaska može imati samo manju vrednost, i tako redom. Na kraju se dodeljeni poeni normalizuju da bi se dobili težinski faktori kriterijuma. “Sving” metoda se odlikuje jednostavnošću i transparentnošću prikaza preferentnosti, osetljivošću na uticaj razlike rangova, i operativnost u rešavanju problema bez obzira na broj kriterijuma i varijanti.

*SMART* metoda – predstavnik kompozicionih metoda za subjektivno dodeljivanje težinskih faktora, gde se pojednostavljuje VK pristup rangiranju, uljučujući procedure određivanja težinskih faktora kriterijuma koji se relaizuje u dva koraka. (Milićević & Župac, 2012a-2012b) U prvom koraku DO rangira značaj promene kriterijuma od najlošije vrednosti do

najbolje. Drugo, DO vrši procenu relativne važnosti svakog kriterijuma u odnosu na kriterijum koji je po važnosti poslednji u rang. Rezultirajući težinski faktori se normalizuju , tako da suma težinskih faktora iznosi jedan.

*MACBETH* (engl. Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) – kompoziciona metoda subjektivnog dodeljivanja težinskih faktora, gde se težinski faktori kriterijuma ne procenjuju direktno, na osnovu relativne važnosti kriterijuma, već na osnovu raspona kriterijumskih alternativa. (Milićević & Župac, 2012a-2012b) Ova metoda kombinuje elemente *Trade-off* i *Swing* metoda, uz neophodni test koherentnosti procedura za dato okruženje.

*Direktno dodeljivanje težinskih faktora* – nekompensaciona metoda subjektivnog dodeljivanja težinskih faktora, gde DO rapodeljuje fiksni broj poena, bodova, tj. neke vrednosti između kriterijuma. Ako je vrednost kriterijuma izražena u procentima, ukupna suma vrednosti težinskih faktora svih kriterijuma je 100%. (Milićević & Župac, 2012a-2012b) Vrednosti kriterijumima se dodeljuju sukcesivno od najveće vrednosti ka najmanjoj.

*Proporcionalna metoda* – nekompensaciona metoda subjektivnog dodeljivanja težinskih faktora, gde DO prvo rangira sve kriterijume po njihovom značaju, a na osnovu toga im dodeljuje težinski faktor, od najgore ocenjenog npr. sa vrednostima 10, 20, pa nadalje respektivno. (Milićević & Župac, 2012a-2012b) Normalizacija se vrši na kraju tako da je zbir svih težinskih faktora jednak 100.

*Metoda otpora prema promenama* – nekompensaciona metoda subjektivnog dodeljivanja težinskih faktora, zasnovana je na kombinaciji elemenata “Swing” metode i metode parcijalno-parnih poređenja, a sastavni deo je metoda višeg ranga (npr. ELECTRE). (Milićević & Župac, 2012a-2012b) Performanse svakog kriterijuma podeljene su na dve suprotnosti: poželjne i nepoželjne. DO parcijalno-parno poredi sve kriterijume i odlučuje koji od kriterijuma bi pomerio sa poželjne u nepoželjnu stranu, a zatim i obratno. Mera frekvencije otpora, predstavlja broj koliko puta pri parnom poređenju kriterijuma, kriterijum nije izabran za promenu strane, što je rezultat tog kriterijum.

### 2.3.2. Metode objektivnog dodeljivanje težinskih faktora

*Metode srednje vrednosti težinskih faktora* – metoda za objektivno dodeljivanje težinskih faktora po modelu  $w_j=1/m$ , gde je  $m$  broj kriterijuma. U slučaju kada ne postoji DO, ili nedostaju informacije o problemu, preporučuje se ova metoda, jer je zasnovana na pretpostavci da su svi kriterijumi istog značaja. (Jahan i Edwards, 2014)

*Metoda entropije* – metoda za objektivno dodeljivanje težinskih faktora zasnovana je na merenju neodređenosti informacije koju sadrži matrica odlučivanja. Na osnovu međusobnog kontrasta pojedinačnih kriterijumskih vrednosti alternative za svaki kriterijum generiše se skup težinskih faktora kriterijuma. U matrici odlučivanja  $A$  (tabela 8) sa  $n$  alternativa i  $m$  kriterijuma vrši se normalizacija kriterijumskih vrednosti  $a_{ij}$  kao prvi korak. U normalizovanoj matrici odlučivanja sadržana je neka količina informacija. Primera radi, emitovana informacija za svaki kriterijum  $C_j$  izražena je s vrednošću entropije  $e_j$ . Vrednost entropije  $e_j$  nalazi se interval 0-1. U drugom koraku određuje se stepen divergencije  $d_j$  u odnosu na prosečnu količinu informacija sadržanoj u svakom kriterijumu i on predstavlja svojstven intenzitet kontrasta kriterijuma  $C_j$ . Važnost kriterijuma  $C_j$  za odlučivanje je veća kada je vrednost  $d_j$  za dati kriterijum veća. Vrednost  $d_j$  je veća kada je veća divergencija početnih kriterijumskih vrednosti  $a_{ij}$  alternative  $A_i$  za dati kriterijum  $C_j$ . Obzirom da vrednost  $d_j$  predstavlja specifičnu meru intenziteta kontrasta kriterijuma  $C_j$ , konačni relevantni težinski factor kriterijuma može se dobiti aditivnom normalizacijom:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j}, \quad (9)$$

*Metoda FANMA* – metoda za objektivno dodeljivanje težinskih faktora zasniva se na oceni rastojanja od idealne tačke, tzv. rane težinske normalizacije. (Milićević & Župac, 2012a-2012b) Nakon normalizacije elemenata matrice performansi i formiranja nove matrice, matrice “Idealno rešenje” koja se može definisati kao veštačka varijanta normalizovane matrice performansi, gde elementi matrice predstavljaju idealnu vrednost kriterijuma  $C_j$ . Kao meru rastojanja  $g_i$  svake alternative u odnosu na idealnu, koristiti se kvadratno rastojanje.

$$g_i = \sum_{j=1}^m (y_j^* - y_{ij})^2 = \sum_{j=1}^m w_j^2 ((x_j^* - x_{ij})^2), i = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

Alternativa  $A_i$  je bolja za manje  $g_i$  vrednosti, a težinski faktori  $w_j$  određuju se rešavanjem VK optimizacionog modela, minimizacijom:  $G^* = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ .

Metoda *I-odstojanja* – metoda koja je kreirana s ciljem da se rangira zemljište u komesaciji, na osnovu socio-ekonomskih indikatora, te da se kao rezultat dobije jedan sintetički indikator koji bi predstavljao rang zemlje. (Ivanović, 1973) Za određeni vektor kriterijuma  $X^T$  koji reprezentuje alternative (entitete), računa se I-odstojanje između dve alternative (entiteta:  $e_r = (X_{1r}, X_{2r}, \dots, X_{kr})$  i  $e_s = (X_{1s}, X_{2s}, \dots, X_{ks})$ ).

$$D(r, s) = \sum_{i=1}^k \frac{|d_i(r,s)|}{\sigma_i} \prod_{j=1}^{i-1} (1 - r_{ji.1,2,\dots,j-1}), \quad (11)$$

gde je:

$d_i(r,s)$  – rastojanje između vrednosti kriterijuma  $X_i$  entiteta  $e_r$  i  $e_s$ ,

$\sigma_i$  – standardna devijacija od  $X_i$

$r_{ji.1,2,\dots,j-1}$  – parcijalni koeficijent korelacije između kriterijuma  $X_i$  i  $X_j$

Za rangiranje alternativa (entiteta), jedna alternativa, entitet se postavlja kao etalona na osnovu kog se porede ostale alternative, entiteti. Smatra se da najznačajni kriterijum nosi najveću količinu informacija za rangiranje, a preostale informacije su rapoređene po ostalim kriterijumima u opadajućem nizu kriterijuma.

### 2.3.3. Kombinovane metode subjektivnog i objektivnog dodeljivanje težinskih faktora

Kombinovanje metoda objektivnog i subjektivnog dodeljivanja težinskih faktora po Milićeviću i Župcu, može se izvršiti po algoritmu:

- primenjuje se izabrana metoda subjektivnog pristupa za određivanje težinskih faktora  $W_j(S)$ ,
- izabranom metodom objektivnog pristupa računaju se težinski faktori  $W_j(O)$ ,
- konačni težinski faktori računaju se kao :

$$w_j = \frac{w_j^s w_j^o}{\sum_{j=1}^m w_j^s w_j^o} \quad (12)$$

Dva karakteristična pristupa kombinaciji metoda subjektivnog i objektivnog dodeljivanja težinskih faktora su:

*Kombinovanje subjektivnih, objektivnih i korelacionih težinskih faktora* – po Jahanu i sradnicima sadrži pet koraka:

1. Izračunavanje objektivnih težinskih faktora primenom metode entropije u slučaju kvantitativnih podataka, ili da su kvantitativni podaci konvertovani u odgovarajuće brojčane vrednosti, u suprotnom se koriste subjektivne metode za određivanje težinskih faktora
2. Izračunavanje korelacije među kriterijumima i redukcija broja kriterijuma izbacivanjem nepotrebnih
3. Računanje težinskih faktora u skladu sa korelacionim efektom

$$w_j^c = \frac{\sum_{k=1}^m (1-R_{jk})}{\sum_{j=1}^m (\sum_{k=1}^m (1-R_{jk}))}, \quad (13)$$

gde je:

$$R_{jk} = \begin{cases} \frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 (x_{ik} - \bar{x}_k)^2}} & \text{ako su ciljevi kriterijuma } j \text{ i } k \text{ istovetni} \\ -\frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 (x_{ik} - \bar{x}_k)^2}} & \text{, } j \text{ i } k = 1, 2, \dots, m \\ & \text{ako su ciljevi kriterijuma } j \text{ i } k \text{ istovetni} \end{cases}$$

4. Ako je broj kriterijuma mali, metoda direktnog dodeljivanja težinskih faktora preporučuju se za subjektivno dodeljivanje težinskih faktora (npr. parcijalno-parna) ili AHP metoda u slučaju većeg broja kriterijuma
5. Kombinovanje težinskih faktora vrši se prema relaciji:

$$w_j = \frac{(w_j^s w_j^o w_j^c)^{1/3}}{\sum_{j=1}^m (w_j^s w_j^o w_j^c)^{1/3}}, \quad (14)$$

gde je:

$w_j^o$  – objektivni težinski factor

$w_j^s$  – subjektivni težinski factor

$w_j^c$  – korelacioni težinski factor (Jahan, et al., 2012)

Godinu dana kasnije Jahan i Edwards su proširili ovaj concept, dodavanjem  $\lambda$  parametra koji označava odnos/značaj subjektivnih i objektivnih težinskih faktora kriterijuma, a umesto metode entropije koristi se metoda standardne devijacije.

*Metoda redukcionih koeficijenata* – predstavlja redukovanu metodu I-odstojanja. (Agarski i dr., 2012a) Konačno vrednovanje alternativa dobija se kao kod SAW metode, sumom pomnoženih

težinskih faktora kriterijuma i normalizovanom vrednosti matrice performansi. Težinski faktori kriterijuma izračunavaju se po relaciji:

$$w_j = \prod_{i=1}^{j-1} (1 - |r_{ij}|), \quad (15)$$

gde je :

$r_{ij}$  – Pirsonov koeficijent korelacije

Razlika u odnosu na originalnu metodu I-odstojanja ogleda se u primeni apsolutne vrednosti Pirsonovog koeficijenta, a postupak dobijanja težinskih faktora kriterijuma nije interaktivan.

#### 2.3.4. Prednosti, slabosti, mogućnosti i pretnje za metode za dodeljivanje težinskih faktora

Identifikovanjem prednosti, slabosti, mogućnosti i pretnji, može se odrediti primenljivost metode za dodeljivanje težinskih faktora za konkretni zadatak. Identifikacija se može sprovesti kroz sagledavanje nekih od karakteristika:

- Prednosti:
  - jednostavnost za razumevanje i primenu
  - pogodnost u brzoi dodeli težinskih faktora kriterijuma
  - poređenje većeg broja kriterijuma u isto vreme
  - izračunavanje težinskih faktora i u odsustvu DO
  - kombinovanost pristupa
- Slabosti:
  - primenljivost kod većeg broja kriterijuma
  - procedura dodeljivanja ne pruža informacije o međusobnom odnosu poređanih kriterijuma
  - grubost skale za poređenje kriterijuma
  - neprimenljivost kod kriterijuma različitog značaja
  - matrice performansi moraju biti potpune
  - mogućnost neusklađenosti dobijenih rezultata i stvarnog stanja
  - stabilnost rezultata
- Mogućnosti:
  - primenljivost kod više metoda VKA
  - mogućnost preferencije DO ili eksperta

- poredak alternative koji ne uzima u obzir različite težinske faktore
- primenljivost u slučaju velikog broja alternativa
- primeljivost u kombinaciji objektivnog i subjektivnog određivanja težinskih faktora
- Pretnje:
  - moguća nekonzistentnost kod vrednovanja i rangiranja kriterijuma
  - problem korelacija dobijenih rezultata i stvarne situacije

## 2.4. Teorija informacija

Nacrt discipline matematičke teorije informacija nastao je 1948. godine, nezavisnim ali paralelnim radom Norberta Vinera, Andreja Nikolajeviča Kolmogorova i Kloda Šenona. Iako je prvi logaritamski izraz za količinu informacija predložio Hartli 1928. godine, zbog nejasnoća i matematičkih nepreciznosti, ona nije opšte prihvaćena kao Šenonova teorija. Naime, Hartlijeva formula služi samo za slučajeve merenja jednako verovatnih događaja. Polazeći od Hartlijeve teorije, Šenon je u svom radu “Matematička teorija komunikacije” koju je napisao zajedno sa Viverom 1949. godine, dokazao da se za složene slučajeve (različite verovatnoće događaja) može iskoristiti tada već poznati pojam matematičke srednje vrednosti.

Teorija informacija polazi od stanovišta da matematičke tvrdnje, matematički izraz može biti Tačan ili Netačan. To je osnova binarne logike. Svaki iskaz polivalentne logike moguće je definisati pomoću binarne. Polivalentna logika pored binarnih vrednosti Tačan ili Netačan ima čitavu lepezu odgovora “možda”. Osnova Hartlijeve teorije zasnovana je na pitanjima tipa “Da li je ...”, gde se traži jednostavan odgovor da-ne. Kada imamo spektar odgovora, tada se povećava dilema, pa se kaže da je neizvesnost veća. Na osnovu ovih pretpostavki Hartli je definisao neodređenost kao količinu podataka potrebnih za prepoznavanje datog elementa. Pojednostavljeno, to se može opisati kao najmanji broj pitanja sa jednostavnim da-ne odgovorima neophodanih da bi se došlo do konačnog odgovora. Hartli je svako takvo postavljeno pitanje definisao sa jednim bitom, tako da broj pitanja predstavlja u konkretnom slučaju broj binarnih pitanja. U svom radu “Prenos informacija” Hartli je predložio da se količina informacija definiše pomoću logaritma broja jednako verovatno mogućih događaja. Dalje, prema Hartliju, količina informacije koja se dobija saznanjem od jednog od  $n$  jednako verovatnih događaja je:

$$I(p) = -\log_2 P(n) = \log_2 n \quad (16)$$



### 2.4.1. Šenonova teorija informacija

Hartlijeva formula služi samo u slučaju merenja jednako verovatnih događaja. Hartlijeva teorija, može se demonstrirati na primeru: koliko pitanja se treba postaviti da bi se saznalo koji je broj u rasponu od 1 do 8 neko zamislio? Prvi korak je da se raspon mogućih jednako verovatnih rešenja podeli na dva skupa jednako verovatnih mogućih rešenja (npr. da li je to broj manji od 4). Ako je odgovor pozitivan, raspon 1-4 dalje se deli na dva podpodskupa jednako verovatnih mogućih rešenja (npr. da li je taj broj manji od 2), i na kraju ostaje konačno pitanje da li je to prvi ili drugi broj u preostalom skupu jednako verovatnih rešenja. Proces sukcesivnog deljenja skupa na pola završava se u nekom  $n$ -tom koraku, a taj  $n$ -ti korak je u stvari logaritam od ukupnog broja elementa skupa, sa osnovom dva. Za jednako verovatne slučajeve kao što je ovaj, Hartlijeva formula (16) daje odgovor da je potrebno postaviti 3 pitanja.

Šenonova teorija pak, primenljiva je i za slučajeve sa različitom verovatnoćom događaja. Najjednostavnija prezentacija primenljivosti te teorije je primer sa šest kuglica, po dve u bojam (npr. crvena, bela, plava). Bira se jedna kuglica od šest jednako verovatnih, ali tražen je jedan od odgovora: da li je izvučena kuglica crvena? Verovatnoća za tako što je  $2/6$ , a da nije izvučena je  $4/6$ . Po Hartliju verovatnoća za prvi slučaj bila bi:

$$I_1 = -\log_2 \frac{2}{6},$$

a za drugi:

$$I_2 = -\log_2 \frac{4}{6},$$

Srednja vrednost, odnosno matematičko očekivanje za ova dva broja je:

$$I = -p_1 I_1 - p_2 I_2,$$

Uopšteno, kada postoje dva moguća događaja sa verovatnoćama  $p_1$  i  $p_2$ , rezultat slučajnog biranja donosi nam informaciju:

$$I = -p_1 \log_2 p_1 - p_2 \log_2 p_2, \tag{17}$$

odnosno, kada imamo niz mogućih događaja  $n = 2, 3, 3, \dots$ , istih ili različitih verovatnoća  $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ , tada rezultat slučajnog događaja daje informaciju  $I$  koja je srednja vrednost (matematičko očekivanje) pozitivnih vrednosti logaritama verovatnoća (Fazlollah, 1994):

$$I = -p_1 \log_2 p_1 - p_2 \log_2 p_2 - \dots - p_n \log_2 p_n, \quad (18)$$

#### 2.4.2. Teorija neodređenosti

Po Vineru neodređenost je negacija informacije, a količinski su jednake:

$$(\text{informacija}) = (\text{neodređenost})$$

U svom delu „Kibernetika“ Viner je definisao informaciju kao meru organizovanosti sistema, a neodređenost kao meru neorganizovanosti sistema. Uopšteno rečeno koliko se ima neodređenosti pre realizacije slučajnog događaja toliko se ima informacija o događaju nakon realizacije samog događaja. Bolcman koji je izučavao i razradio teoriju nereda u termodinamičkim sistemima, došao je do saznanja da je meru nereda termodinamičkog sistema sa verovatnoćama događaja  $p_1, p_2, p_3, \dots$ , gde je  $p_1 + p_2 + p_3 + \dots = 1$ , (tj. entropije) koju je označio sa  $H$ , moguće iskazati kroz izraz:

$$H(p_1, p_2, p_3, \dots) = -p_1 \log_2 p_1 - p_2 \log_2 p_2 - p_3 \log_2 p_3 - \dots \quad (19)$$

Zbog sličnosti neodređenosti sistema u teoriji informacija sa veličinom nered u termodinamičkim sistemima, Šenon je umesto izraza neodređenost upotrebio izraz entropija, a nezavisno od Šenona, Viner je koristeći Bolcmanove radove, došao do iste formule za količinu informacija obziroma da je  $I=H$ .

Neka od situacija se može opisati sa neodređenošću ukoliko za događaj postoji više mogućnosti, a da se pri tome ne zna koja će se od njih realizovati. Primer, mogućnosti možemo označiti sa  $e_1, e_2, e_3, \dots, e_m$ , a skup mogućnosti sa  $S(e_1, e_2, e_3, \dots, e_m)$ , te ga možemo nazvati konačnom šemom izbora. Nekom „voljom“, izborom ili mehanizmom bira se jedna od mogućnosti. Nedređenost pridružena konačnoj šemi izbora  $S$  je posledica neznanja koja će od  $m$  mogućnosti biti izabrana. (Milosavljević, & Adamović, 2017) Što je veći broj elemenata skupa  $S$ , to je veća i neodređenost, jer je veći broj mogućnosti, odnosno povećava se izbor, a shodno tome smanjuje se verovatnoća izvesnosti nekog događaja.

U slučaju šeme izbora  $S$  sa  $m$ , odnosno  $|S|$  mogućnosti, količina neodređenosti  $h(|S|)$  definisana je logaritmom broja mogućnosti, a logaritam je osnove 2 u skladu sa formom pitanja, tj. binarnih pitanja.

$$h(|S|) = \log_2 |S| \quad (20)$$

U slučaju postavljanja pitanja tako da postoje više od dva moguća odgovora, tj.  $k$  odgovora, tada se skup od  $m$  mogućnosti deli na podskupove sa približno  $m/k$  elemenata. U slučaju da je  $|S| = k^n$ , tada je neophodno postaviti  $n = \log_k |S|$  pitanja, tj. tada je količina neodređenosti  $h(|S|) = \log_k |S|$ . Obzirom da je  $\log_k |S| = \log_k 2^{\log_2 |S|}$ , ispostavlja se da je promena osnove logaritma po značenju slična promeni jedinice merenja, stoga se po suštini može zanemariti.

U realnim situacijama češći su slučajevi da se mogućnosti pojavljuju sa različitom verovatnoćom pojavljivanja u posmatranom sistemu mogućnosti  $S$ . U tom slučaju uvode se formalne verovatnoće  $p_i$  po mogućnostima u sistemu mogućnosti  $S = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ , gde formalne verovatnoće moraju zadovoljiti uslov da je  $0 \leq p_i \leq 1$ , za  $i=1, 2, \dots, m$ . Ovakav sistem izbora mogućnosti  $S$  zajedno sa pridruženim skupom verovatnoća  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$ , obrazuje verovatnosni sistem izbora mogućnosti. U ovakvom slučaju minimizacija očekivanog broja postavljenih pitanja nije trivijalna, a tehnika koja se koristi u podeli na podskupove nije više po kriterijumu kardinalnosti skupa mogućnosti, već po jednakosti verovatnoća izbora mogućnosti. Veličina koja predstavlja meru količine neodređenosti verovatnosnog sistema mogućnosti  $(S, P)$  naziva se entropijom i definisana je sledećim izrazom:

$$H(P) = - \sum_{i=1}^m p_i \log p_i \quad (21)$$

U izrazu (21) izostavljanjem osnove logaritma data je određena proizvoljnost, jer baza  $k$  logaritma odgovara broju mogućih dobijenih odgovora na postavljena pitanja, ali kao što je predhodno prezentovano ono se može i zanemariti suštinski gledano, tj. prevesti u logaritam osnove 2. (Milosavljević, & Adamović, 2017)

### **3. Pregled relevantnih karakteristika studenata bitnih za praćenje tokom kursa u cilju projekcije uspeha i predviđanja potrebnih korektivnih akcija u DL sistemima**

Prilagodljivost, fleksibilnost, sagledavanje individualnih karakteristika i sposobnosti studenata, su obavezne karakteristike i radnje svakog dobro organizovanog predavanja. U skladu sa ovim očekuje se da savremene ITC tehnologije, telekonferencije, Internet, ..., decentralizuju, depersonalizuju, individualizuju, proces obrazovanja i time doprinesu ostvarivanju društvenog i ekonomskog razvoja. Promene u ponašanju studenata tokom učenja (iako veoma složena pojava) neophodno je pratiti i analizirati i u novorazvijenim tehnikama učenja na daljinu. Savremeni koncept DL sistema učenja podržava ALE sistem, kako je napred rečeno inteligentno prilagođeno okruženje po pet faktora bitnih za proces učenja: emocionalna prilagođenost, očuvanje motivacije, podrška različitosti stila učenja, prilagodljivost sposobnostima učenja te razvoj veština u učenju i prilagođen pristup problemu. Savremeni DL sistemi moraju biti efektivni ali i efikasni. To ne zavisi samo od adekvatnosti u reakciji i prilagođavanju potrebama studenata već zavisi od prilagođenosti okruženju obrazovnog procesa i od brzine reakcije. Brzina i bolja prilagodljivost (adaptivnost) može se povećati sa povećanjem količine informacija o karakteristikama studenta na samom početku kursa i što kvalitetnijom tipizacijom pojedinaca (homogenizacija), tj. formiranjem tipskih grupa studenata. Baza znanja (teoretska znanja), baza iskustva (praktična znanja i primene) i baza scenarija (emocionalni modeli i projekcije ponašanja) koje su uvedene u koncept, moraju biti vrlo ažurne. Njihova nadogradnja je permanentna. Baza scenarija u startu je “najsiriomašnija”, stoga je svaki podatak na početku kursa, pri formiranju grupa i dodeljivanju odgovarajućih obrazovnih tehnika, modula, vrlo važan. Važnost je posebno izražena ako sistem ima “multi-label” klasifikatore za predviđanje događaja i ostvarenja. (Olmo, et al., 2015) Isto tako, Evansova hipoteza adaptivne strategije sugerije da kada sistem detektuje frustraciju, momentalno treba da odgovori na nervozu i samoomalovažavanje, davanjem pohvale i redefinisanjem problema. (Evens, 2002) Taj čin je neophodano sprovesti u startu, pri prvoj komunikaciji, ako se problem pojavi, a u cilju izbegavanje pojava zbunjenosti, anksioznosti i odbojnosti prema DL okruženju, ali i prema obrazovnom procesu u celini. Prikupljene povratne informacije moraju biti iz različitog skupa

reakcija, tj. ponašanja u procesu učenja. Na osnovu ulaznih i opserviranih podataka o studentu, grupi i okruženju obrazovnog procesa, povratnim informacijama nagoveštavaju se trendovi i procenjuje uspeh obrazovnog procesa.

### **3.1. Faktori koji utiču na funkcionalnost, kvalitet, efikasnost i efektivnost DL sistema**

Rešavanje problema je važan deo svakog obrazovnog procesa, bez obzira na koncept izvođenja nastave, jer tako se produbljuje stečeno teorijsko znanje u praksi. No, samo rešavanje, bez opštih-teoretskih saznanja, malo je verovatno da će dovesti do poboljšanja veština ili dubljeg razumevanja predmeta izučavanja. Shodno tome uspešnost učenja u DL konceptu obrazovanja najbolje se podržava generisanjem povratnih informacija sistemu. Povratne informacije su način da se poboljša proces učenja na osnovu kontinuiranog praćenja i procene rezultata učenja, analize njihovog kvaliteta i performansi. Procenom potrebnih korekcija u DL sistemu, kroz različite module podstiče se željeno ponašanje u učenju, te omogućava projekcija rada s ciljem da učenik bude uspešan (bez obzira na okruženje), a tako se sprovede korektivne radnje u otklanjanju zablude i predrasuda. (Anohina, 2007)

Činjenica je da student kroz DL sistem realizuje “dijalog” kroz odnos tipa čovek-mašina. “Mašina” analizirajući reakcije studenta, pomoću Emotional Speech Recognition (ESR) algoritma analize glasa, Soft Biometrics aplikacija za prepoznavanje izgleda (lica), Computer Expression Recognition Toolbox (CERT) za praćenje gestikulacija, aplikacije za praćenje položaja i pokreta tela, aplikacije za praćenje somatskih promena, u realnom vremenu („on-line“), prati emocije, tj. emocionalna stanja studenta. Na ovaj način se obezbeđuje vrlo dobar pokazatelj u kom psihičkom stanju student pristupa rešavanju problema, te procena kakvi su mu kognitivni procesi i u kom pravcu se emocije razvijaju u toku trajanja kursa (prate se kako u toku sesije tako i tokom celog semestra, odnosno do uspešnog okončanja kursa). Nadalje, uz podatke o nivo znanja, idividualnim karakteristikama i tekućim procesima, detektujući ključne reči u studentskim odgovorima, usmerava se dijalog ka uspešnoj realizaciji započete komunikacije i iskorišćenju svih idividualnih kapaciteta.

Automatizovani sistemi za DL obrazovanje koji ne podržavaju „feedback“ funkcije, tj. ne daju povratne informacije studentu (zašto zadatak nije dobro urađen, kako ga ispravno uraditi, korak po korak – tutorski) više nisu prihvatljivi. Savremeni sistemi DL obrazovanja kao odgovor na različitost karakteristika, potreba i mogućnosti studenta sadrže alternativne planove reakcije.

Reaktivni planovi, kao posledica SIMPLAN (Simulation Based Planner), predviđaju radnje i akcije koje treba izvršiti od strane agenata u zavisnosti od stanja i okruženja u procesu učenja. (Nkambou & Kabanza, 2001) Osim na povratnim informacijama toka apsolviranja znanja, savremeni DL sistemi danas uglavnom svoju aktivnost i „inteligenciju“ zasnivaju na bazičnim ulaznim podacima (nivo predznanja, motivacija, profesionalna orijentacija, kognitivne sposobnosti, moć pamćenja i zapažanja, stilovi učenja i pamćenja, i sl.).

### 3.1.1. Predznanje kao factor uticaja na tok obrazovnog procesa

Uvek se očekuje da studenti poseduju neka osnovna predznanja, logičke sposobnosti zaključivanja i operativne veštine (npr. u programiranju ili dokazivanju), ali ne i sposobnost da sami izvedu postavke i rešenja, a posebno je to izraženo kod naprednih kurseva. Kroz vežbe i zadatke namenjene za samostalno rešavanje (domaći), koji se rešavaju prvo na papiru, a zatim uz pomoć kompjlera (mašina) ili na času, mogu se detektovati znanja, sposobnosti i motivisanost svakog studenta ponaosob. U takvom okruženju moguće je predvideti uspešnost DL sistema obrazovanja kao i stepen mogućeg napredovanja studenta tokom realizacije kursa. Bez obzira koliko su moduli DL sistema racionalno i sistemski kreirani i organizovani, neophodno je pratiti tok kursa. Za svaku novu nastavnu jedinicu, celinu ili oblast za uspešno proučavanje, razumevanje i povezivanje gradiva sa predhodno realizovanom nastavom neophodno je predznaje stečeno kroz predhodnu nastavu ili učenjem. Kontinualna analiza povratnih informacija neophodna je radi korekcija u prezentaciji, edukaciji i metodologiji, ali i zbog ažuriranja baze znanja o studentima i baze scenarija o događajima. Ulazni podaci pre polaganja ispita su: s kojim predznanjem smo startovali, koja količina informacija je data tj. apsolvirana tokom kursa, testa, kolokvijuma, te ukupno ostvaren rezultat kao jedna od ocena uspešnosti, ne samo studenta, već i samog DL sistema.

Kada se govori o predznanju posmatraju se dva polja znanja: tematsko predznanje (iz oblasti izučavanja) i opšte predznanje. Cilj svake provere znanja je detektovati suštinsko znanje, tj. traži se kvark istine, tačnosti. Tematsko znanje se testiranjem ne može sa sigurnošću detektovati i često se može pomešati sa enciklopedijskim, opštom znanjem. Jedan od načina provere tematskog znanja je problemsko rešavanje zadataka, logičko povezivanje, izvođenje, a što zahteva više vremena i energije. Brži, a dovoljno kvalitetan metod je čitanje stručnog teksta nakon koga se posle svakog pasusa student anketira o tome šta je pročitao i o čemu se u tom delu teksta radi. Nakon nekoliko

pasusa regresijom analize odrede se efekti znanja iz predmeta, tj. interesovanja, u kontekstu razumevanja sadržaja za svaki prolaz. Sa više prolaza, tematsko znanje i interes za temu postaju sve značajniji prediktori razumevanja, tj. značajni prediktori prepoznavanja i povezivanje u celinu pročitanoj tematskog teksta. Generalno, studenti više pokazuju zainteresovanost za razumljivije teme, a manje za nerazumljive, što je posledica težeg shvatanja, pamćenja i nemogućnosti suštinskog uključivanja u tok informacija kroz prolaze teksta. (Alexander, et al., 1994)

U smislu potrebe da se proceni i “izmeri” ostvareni pojedinačni rezultat tokom kursa neophodno je proveriti znanje (testovi, kvizovi, problemsko rešavanje zadataka, i sl.), jer je to jedan od načina da se dobije predstava o tome šta je student razumeo. Iz tog razloga, u literaturi koja se bavi komunikacijom i upravljanjem automatizovanim procesima, ekspertskim sistemima, autori često naglašavaju ulogu validne povratne informacije. Pretpostavka u procesu obrazovanja zasnovanom na DL sistemima, kao i u mnogim CRM teorijama, je da su donosioci odluka, prenosiooci znanja i slušaoci savršeno racionalni. Biti racionalan, znači biti u stanju da se primljena informacija maksimalno koristi, obzirom na sve druge spoznate ili raspoložive informacije. Racionalnost kao pretpostavka je ozbiljno dovedena u pitanje od strane istraživača praćanjem ponašanja učesnika u procesu obrazovanja, proučavajući kognitivne funkcije zasnovano na prepoznavanju reči i semantike, te ispravno razumevanje poruka i informacija. (Miljković, et al., 2015) U tom smislu adekvatno i kontinuirano obrazovanje, te ostvareno odgovarajuće predznanje je polazna pretpostavka za samopouzdanje, a time i osnov za uspešnu realizaciju kursa.

### 3.1.2. Motivacija kao factor uticaja na tok obrazovnog procesa

Termin motivacija je teorijski konstrukt, a koristi se da bi se objasnila inicijacija, pravac, intenzitet, upornost i kvalitet ponašanja, posebno ciljno usmerenog ponašanja. (Maehr, & Mayer, 1997). Kada se govori o studentskoj motivaciji, u kontekstu učenja, pod tim terminom se pre svega podrazumeva spremnost, želja i stepen uloženog truda i pažnje u cilju ostvarenja ličnih ambicija. Kao takve, mogu biti proizvod ličnih stremljenja („zašto to rade“), po osnovu ličnih iskustava i želja, ali mogu se projektovati i od strane predavača s ciljem razvoja motivacije za sticanjem znanja i veština kao primarnog cilja. Takav pristup utiče na lično zadovoljstvo studenta na povećanje efikasnosti nastavnog procesa, a u konačnosti i na ostvarenju boljih rezultata. (Miljković i Žižović, 2018) Motivacija je jedan od najznačajnijih faktora u nastavi, jer njeno

prisustvo može znatno da olakša i unapredi nastavni proces i samo učenje, ali isto tako njeno odsustvo da dovede do poražavajućih rezultata. (Miljković, et al., 2014)

Motivacija može biti pokrenuta kao spoljašnja ili unutrašnja, a sve zavisno od cilja kojim se pokreće motivisano ponašanje. Ako se motiv nalazi van organizma naziva se spoljašnjom motivacijom čak ako zadovoljava neku unutrašnju potrebu. Unapređujućim uticajem spoljne motivacije na napredovanje, razvijanje i obogaćenje ličnosti, obezbeđuje se ne samo očuvanje stečenih kompetencija, već i unapređenje istih ali i sticanje novih vrsta kompetencija. (Miljković, et al., 2016) Nažalost, spoljašnja motivacija je često rezultat nametnutih aktivnosti, te iz tog razloga ostvarenje cilja češće donosi olakšanje nego stvarno zadovoljstvo, koje donosi unutrašnja motivacija. Najpoznatiju definiciju unutrašnje motivacije dala je Desajeva: „Unutrašnje motivisane aktivnosti su one za koje ne postoji očigledna nagrada osim aktivnosti po sebi. Ljudi se bave aktivnostima za svoj vlastiti račun, a ne zbog toga što one vode nekoj spoljašnjoj nagradi. Cilj aktivnosti je u njima samima pre nego što su one sredstvo za postizanje cilja“. Osnovno pitanje koje se postavlja za razvoj unutrašnje motivacije jeste, kako razvijati kako podsticati kratkoročnu motivaciju da bude u funkciji razvoja dugoročne u DL okruženju koje je bazirano na potpuno drugačijim metodičkim i didaktičkim konceptima.

U pogledu obrazovnog procesa spoljašnja (ekstrinzična) motivacija je:

- usmerena na ispunjavanju obaveze u obrazovnom procesu,
- pod snažnim je uticajem podsticaja ili pritiska koji dolaze spolja,
- vodi prema površinskom pristupu učenju i strahu od neuspeha, i
- ishodi učenja nisu fleksibilni i ne mogu se lako transformisati u različit kontekst primene.

(Lungulov, 2010)

Najčešći vidovi spoljašnje motivacije su: materijalne nagrade, ocene, pohvale, priznanja, diplome, itd.

Savremena istraživanja, ukazuju na značaj unapređenja uticaja unutrašnje motivacije i unutrašnjih motivacionih faktora, posebno među studentima, jer nisu razvijeni u odgovarajućoj meri, a oni predstavljaju značajne faktore koji doprinose akademskom uspehu i motivaciji za učenje. (Marić i Sakač, 2014). Unutrašnja (intrinzična) motivacija:

- odražava ličnost,
- proizilazi iz interesa za područje izučavanja,



- zavisi od ličnog angažovanja u zadacima, koji se mogu odabirati,
  - zavisi od osećanja vlastite kompetencije i samouverenosti,
  - vodi prema dubinskom pristupu učenju i razumavanju koncepta, i
  - ishodi učenja su fleksibilni i mogu se lako transformisati u različite kontekste i primeniti.
- (Lungulov, 2010)

Svremene DL sisteme karakteriše fleksibilno, personalizovano, te učenje koje je zasnovano na kombinovanim stilovima učenja, s ciljem da učenje bude autentično, motivaciono i zamišljeno kao deo društvenog procesa, stvarajući mrežu ravnopravnih neformalnih interakcija, što dovodi do toga da se uči jedno od drugih. (Punie, et al. 2006) Kroz analizu motivacije kao nezaobilaznog factora procesa učenja, kao prateći efekti pojavljuju se stepen zadovoljstva, razvoj emocija, radna disciplina. R. Kvašček govori o sledećim karakteristikama pojedinca koji je dobro motivisan:

- razvijenost snažne motivacije za učenje,
- dobro integrisana ličnost,
- samouverenost , emocionalna stabilnost , samokontrola, nezavisnost,
- razvijene karakterne osobine i snažan super ego,
- sklonost riziku i tolerancija na frustraciju,
- ovladavanje metodama i tehnikama učenja. (Kvašev i Radovanović, 1977)

Kroz istraživanje Miljković – Mandić, o razvoju motivacije u nastavi zasnovanoj na IKT tehnologijama (kao oblika nastave tehnološki bliskog DL konceptu), kao suprotnosti “ex-chatedra” konceptu, uočena je korelacija sa drugim činiocima obrazovnog procesa, ali i samim uspehom u realizaciji nastave. (Miljković, & Mandić, 2017) U nastavi koja je prilagođena studentima, visoku motivaciju studenata prati visok nivo zadovoljstva studenata, razvoj visokog intenziteta pozitivnih emocija, a šum u nastavi, iako vrlo često na visokom ili srednjem nivou (posebno u grupnom i saradničkom učenju) nije remetilački faktor u uspešnoj realizaciji nastavnog procesa. Po pravilu, trendovi rasta i razvoja motivacije, zadovoljstva, pozitivnih emocija, pa čak i šuma tokom realizacije kursa prate jedne druge i obratno. Negativne emocije, nezadovoljstvo, prate nizak stepen motivacije, a u tom slučaju iako je šum vrlo često nizak, nema pozitivan efekat na tok realizacije nastave i krajnji uspeh.

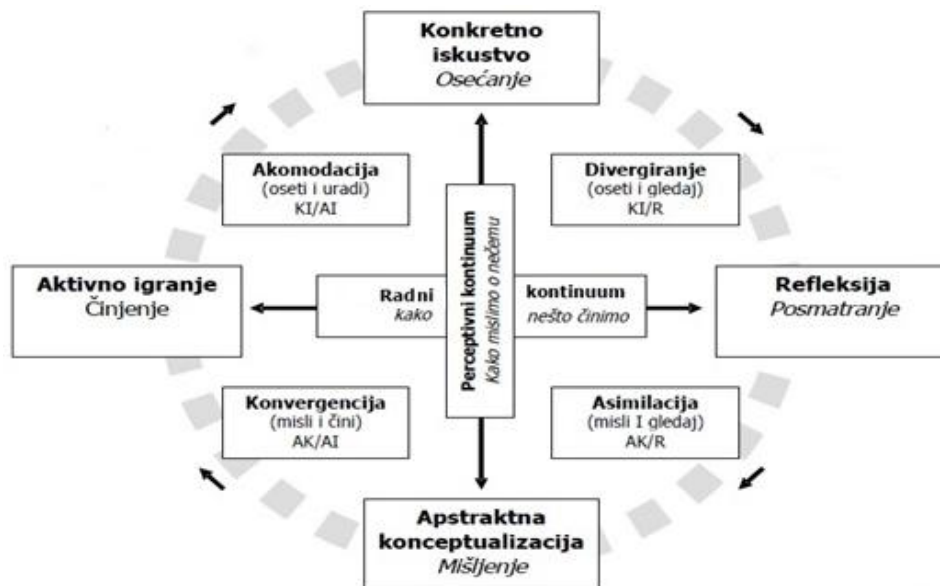
Razvojem i upotrebom savremenih ITS sistema u obrazovanju, postalo jasno da je ishod učenja (između ostalih) u korelaciji sa motivacijom, a motivacija u funkciji emocionalnih (afektivnih) stanja. Potvrđena je Kelerova teorija da motivacija studenata igra ključnu ulogu u procesu učenja. Stoga je danas centralni problem u istraživanju i razvoju DL sistema utvrđivanje strategije tutoriala, koji može na odgovarajući način balansirati i praviti kompromis između kognitivnih i motivacionih, ali i afektivnih reakcija studenata. (Miljković, et al., 2016)

Uočeno je da studenti koji redovno prate nastavu, konsultacije i koriste dostupne automatizovane sisteme za izvođenje nastave i vežbi (dodatni tutori), osim većeg nivoa znanja poseduju veću koncentraciju, sigurnost i staloženost. Staloženost se ogleda u tome da kod njih nije dominantno prisutna nijedna emocija, predrasuda. U pristupu kursu važna je polazna motivacija, tj. činjenica da li je student pristupio kursu zbog intelektualne radoznalosti ili puke, uslovne potrebe (zahteva) koji rezultira diplomom. (Brophy, 2010) U skladu s tim, teoretska prezentacija, izvođenja, dokazi i sl., nemaju istu težinu. Formalizam tokom studija navodi nas da sistem opciono prilagodimo osnovnim znanjima i veštinama rešavanja problema, bez insistiranja na apsolutnom razumevanju problema. Ovakav sistem, osim sistema vrednovanja-nagrađivanja mora da poseduje i sistem navođenja tj. sistem za pojednostavljenje i segmentiranje problema uz adekvatna obrazloženja i demonstracije. (Nipkow, 2012) Daljim praćenjem odziva studenata, može se proceniti tekuća motivisanost, te uloženi rad i potencijal za napredovanje. Četiri dimenzije motivacije mogu uticati na poboljšanje nastave: kontrola, radoznalost, izazov i poverenje. (Lepper, et al., 1993)

Povratne informacije sistema, tipski gledano, mogu biti različite. Mogu biti one koji osnažuju dobar učinak, to je motivacioni „feedback“ koji stimuliše sagovornika za urađeno (pohvala), čime se uvećava mogućnost da se uspeh ponovi i ubuduće. Daje se neposredno nakon objavljenog zadatka, tako da kod osobe koja se pohvaljuje podiže samopouzdanje i čini ga zadovoljnim sa ostvarenim postignućem. Tek nakon toga se prosleđuje drugi „feedback“, informativni „feedback“, koji savetuje sagovornika šta da ispravi ili poboljša. Tim se ukazuje na specifičnost problema i proceduru kako bi se efektivno rešio. Ovaj proces predstavlja model adekvatnog prilagođavanja motivacionih obrazaca pojedincu, a koji je vrlo važan ali i primenljiv model u konceptu DL sistema. Adaptivnost DL sistema, koji prilagođavaju svoje strategije prema motivaciji studenata, su obećavajući pravac za poboljšanje dijaloga sa TS, što direktno utiče na efikasnost obrazovnog procesa. (Ezen-Can, & Boyer, 2015)

### 3.1.3. Stil učenja kao factor uticaja na tok obrazovnog procesa

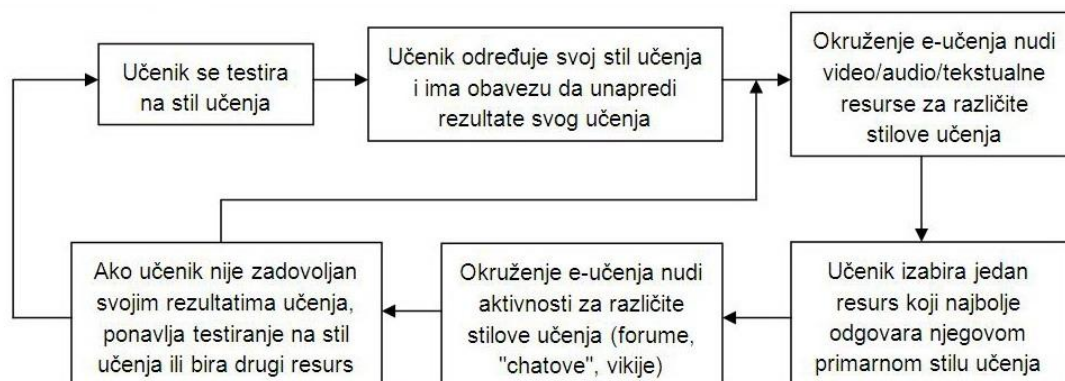
Slaganje detalja u logičke celine, te način na koji studenti percipiraju, obrađuju i uče informacije, a pri tom postižu najbolje rezultate zove se stil učenja. Strategija učenja temelji se na stilu učenja, a pravilan izbor strategije može maksimizirati kapacitet učenja i učenje učiniti ugodnijim i efikasnijim. Učenje je po svojoj prirodi kompleksno i dinamično, a stil učenja formira pojedinac kroz interakciju sa okruženjem. To u celini predstavlja okruženje učenja. Za implementaciju i stvaranje prostora po principu okruženje za učenje, neophodan je holistički program institucionalnog razvoja koji uključuje razvoj nastavnog plana i programa, osavremenjavanje i razvoj obrazovnih ustanova, podizanje i razvoj studentske svesti, razvoj administracije i stručno osposobljavanje osoblja, te razvoj i osavremenjavanje tehničkih resursa. (Kolb & Kolb, 2005) U tom smislu u istraživanju je prihvaćeno da se DL konceptualno prilagođava okruženje učenja po Kolbovim tehnikama efikasnog učenja.



Slika 11. Kolbov model stilova učenja

Kroz dostupne DL tehnologije i razvijene module može se ostvariti podrška za različite stilove učenja, individualno ili grupno. Individualne razlike među studentima ogledaju se u tome kako studenti prihvataju i obrađuju informaciju. Studentima treba dati mogućnost da sami izaberu stil učenja, kroz nastavu, komunikaciju sa nastavnikom i svojim kolegama. Nakon prepoznavanja stilova učenja, uređuju se strukture gradiva, prilagođava se način na koji se gradivo povezuje u celinu i obim koraka učenja. Nakon toga, potrebno je definisati način i

postupak evaluacije znanja koji vodi ka efikasnijem DL učenju. Izborom odgovarajuće organizacije e-učenja, odgovarajućeg toka DL nastave i postupaka praćenja i proveravanja usvojenog znanja studenta, indirektno se planira izbor adekvatnog modela DL studija.



Slika 12. Određivanje stila učenja u DL okruženju (Naser, 2007)

Ovako organizovano DL učenje, studentima donosi veću odgovornost. Oni se ponekad moraju sami motivisati, sami procenjivati potrebu za učenjem, što može dovesti do promenljivih rezultata i objektivno slabog napretka u procesu učenja. Velik broj modela stilova učenja usložnjava izradu konceptualnog okvira DL sistema. Pored Kolbovog modela, od poznatijih su još: Sternbergov model (Sternberg, & Sternberg, 2012), Gardnerov model višestrukih inteligencija (Ezoic, 2018), Felder-Silvermanov model (Study.com, 2018), kao i model koji su predložili Honey i Mumford 1984. godine. (Honey, & Mumford, 1983)

Kao inicijalni, polazni model u formiranju okvirnih grupa studenata po stilu učenja može se koristiti najjednostavniji VAK (Visual-Auditory-Kinesthetic) model (Prilog 1). VAK se zasniva se na posmatranju kanala apsolviranja informacija: vida, sluha i osećaja, tabela 10. U disertaciji, za analizu stilova učenja koristio se Kolbov model, koji u obzir uzima više složenih aspekata učenja, a u cilju olakšanog odabira strukture obrazovnog materijala, načina povezivanja gradiva u celinu, definisanja obim koraka učenja, kao i načina i postupka evaluacije znanja koji vode ka efikasnijem DL sistemu (Prilog 2 i 3) . U tabeli 11, dat je pregled potreba i preporuka aktivnosti učenika koje treba sprovesti u DL konceptu učenja, uzevši u obzir Kolbov model stilova učenja.

Tabela 10. VKA stilovi učenja u e-učenju

<b>Stil učenja</b>	<b>Preferira u učenju</b>	<b>Preporučena aktivnost u organizovanju e-učenja</b>
<b>Vizuelno, verbalni</b>	Tekst	E-knjige, stručni članci, zabeleške
<b>Vizuelno, neverbalni</b>	Grafikoni, tabele	Slike, grafikoni, tabele, mape, videa, animacije,
<b>Auditivni</b>	Zvuk	Grupni rad, video konferencije, virtuelna nastava, zvučni primeri i demonstracije
<b>Kinestatički</b>	Praktično, problemski-realno razmatranje problema	3D modeli, praktični testovi sa odgovarajućom programskom podrškom

Tabela 11. Kolbovi stilovi učenja u e-učenju (Filppula, 2000.)

<b>Stil učenja / kombinacija procesa</b>	<b>Potrebe učenika u organizovanju e-učenja</b>	<b>Preporučena aktivnost u organizovanju e-učenja</b>
<b>Aktivista (delovanje i iskustvo)</b>	Interakcija među učenicima, slobodna forma učenja i mišljenja, bez striktnih rokova	Grupni rad, rešavanje eksper. problema, konverzacija u realnom vremenu
<b>Reflektor mislilac (iskustva i refleksije)</b>	Organizovane metode e-učenja, naglašen sadržaj učenja, sistematske instrukcije	E-knjige, diskusioni forumi
<b>Teoretičar (refleksije i mišljenja)</b>	Tradicionalno učenje, jasno definisani ciljevi, dobro pripremljene vežbe, testovi znanja	Logički zadaci i izrade studije slučaja, kvizovi tokom učenja
<b>Pragmatičar (mišljenja i delovanja)</b>	Mogućnost eksperimentalnog učenja, primene ideja	Praktične primene i vežbe, konverzacija u realnom vremenu

Prepoznavanje stilova učenja je jedna od važnih procedura za adekvatan izbor koncepta DL nastave, jer jedna od očekivanih povratnih informacija DL sistema je da li studentu odgovara organizacija prezentacije, dinamika kursa, pristup problemu, provera znanja i sl. Povećanje efekta e-učenja je kontinuiran proces. Uticaj stila učenja iziskuje prilagođenja, kompromise, dodatno angažovanje, a jedno od njih jeste kolaborativno i saradničko e-učenje, omogućeno kroz različite dostupne komunikacione kanale DL sistema, grupisanjem učenika po kriterijumima

VAK i Kolbovog modela u cilju kvalitetnije elektronske komunikacije i saradnje. Na taj način studenti saraduju i stiču životno iskustvo rada u grupi. Uslov ovako koncipirane nastave je da grupe budu sastavljene od učenika koji imaju slične stilove učenja, očekivanja, predznanje, itd., tj. da homogenost grupa u tom smislu bude što veća.

U ocenjivanju stila učenja uvek postoji doza subjektivnosti, jer studenti moraju biti istinski motivisani za pravilno odgovaranje na upitnike za procenjivanje stilova učenja, a moraju biti i samosvesni o svojim željama i načinom učenja. Upravo zbog toga, često određivanje stila učenja nije konačna aktivnost, već je neophodno da se proverama krajnjih rezultata, uspeha, utvrdi da li je okruženje e-učenje organizovano prema stilu učenja studenta, postiglo željeni cilj. Kada se kreira odgovarajući diapazon u ponudi e-materijala prilagođen i oblikovan tako da će program edukacije imati efekta za različite stilove učenja, rezultati procesa učenja ostvariće željene promene u svesti studenta. (Sekulić, 2010) Time se direktno utiče na motivaciju, kognitivne procese i emocionalnu stabilnost i konačan uspeh studenta.

#### 3.1.4. Profesionalna orijentacija ili sklonost kao faktor uticaja na tok obrazovnog procesa

Profesionalna orijentacija ili sklonost je važana individualna karakteristika studenta. U disertaciji je pre svega sagledana kroz izbor srednješkolskog usmerenja i studija, a proverena kariernim testom, test profesionalne orijentacije (Prilog 4). Profesionalna orijentacija ili sklonost je najčešće vezana za odgovor o našim individualnim sposobnostima koje su u stvari zbir naših unutrašnjih, prirodnih talenata, našeg iskustva i dosadašnjeg postignuća. Profesionalna orijentacija, sklonost, snažno određuju način na koji student prilazi problemu i rešava isti. To je urođeni stil razmišljanja i rezonovanja. Ta urođena sklonost koja pomaže studentu da lakše odvoji bitno od nebitnog u donošenju odluka i kreiranja stavova. Na taj način, ako je oblast učenja u skladu sa urođenom sklonošću, olakšava se i ubrzava proces učenja i razumevanja, te se obezbeđuje ostvarenje boljih rezultata u obrazovnom procesu. U suprotnom, tj. u slučaju nesklada, kao prateće pojave se mogu javiti stres, kognitivne smetnje, neefikasnost u učenju, loši rezultati, demotivacija, itd. Istraživanja individualne koncepcije inteligencije ukazuju na povezanost profesionalne orijentacije sa kognitivnim i motivacionim faktorima, te na zajedničku vezu ka akademskim performansama i ostvarenjima. (Mueller, & Dweck, 1998)

Po konstruktivističkom pristupu studenti konstruišu znanje u svom umu i u tom procesu uglavnom, bilo razrešavanjem problema ili učenjem otkrivaju istine. Polazeći upravo od ove

prepostavke često se tesovi profesionalne orijentacije ili karijerni testovi zasnivaju na vizuelnim sadržajima. Jedan takav pristup određivanja profesionalne orijentacije je izbor slikovno prikazanih poslova, a koje prikazuju pojedine radne aktivnosti, slika 13. Svaka slika prikazuje radnu aktivnost, a koja se povezuje sa određenim tipom ličnosti.



U prilogu broj 4 prikazani su preostali koraci

Slika 13. Test profesionalne orijentacije (isečak, celina u Prilogu 4)

(<https://www.123test.com/career-test/index.php>)

Izborom slike posla iz bloka (blok sačinjen od četiri slike koji predstavljaju vrstu poslova), koji se preferira ili posla koji se isključuje kao opcija zanimanja (precrtavanjem slike), kroz šesnaest koraka (isključivanjem i pridruživanjem vrste zanimanja) postepeno se definiše tip ličnosti. Nakon sprovedene kompletne procedure u konkretnom Holandovom testu, podaci o kandidatu se dopunjuju sa informacijama o polu, starosti, stepenu i vrsti stručne spreme, nakon čega se algoritamski generiše „Holandov Kod“, sačinjen od početnih slova tipova ličnosti. Ovi tipovi ličnosti su izvedeni prema teoriji Dr. J. Holland-a, o karijeri i profesionalnom izboru, a pripadaju jednom od šest tipova profesionalnog interesovanja, poznatoj kao „Holandov Kod“. „Holandov Kod“ dobija se kroz RIASEC heksagon (oznake temena heksagona), koji je cirkularan (kružni), a koji se može mapirati kroz dve dimenzije, slika 14.

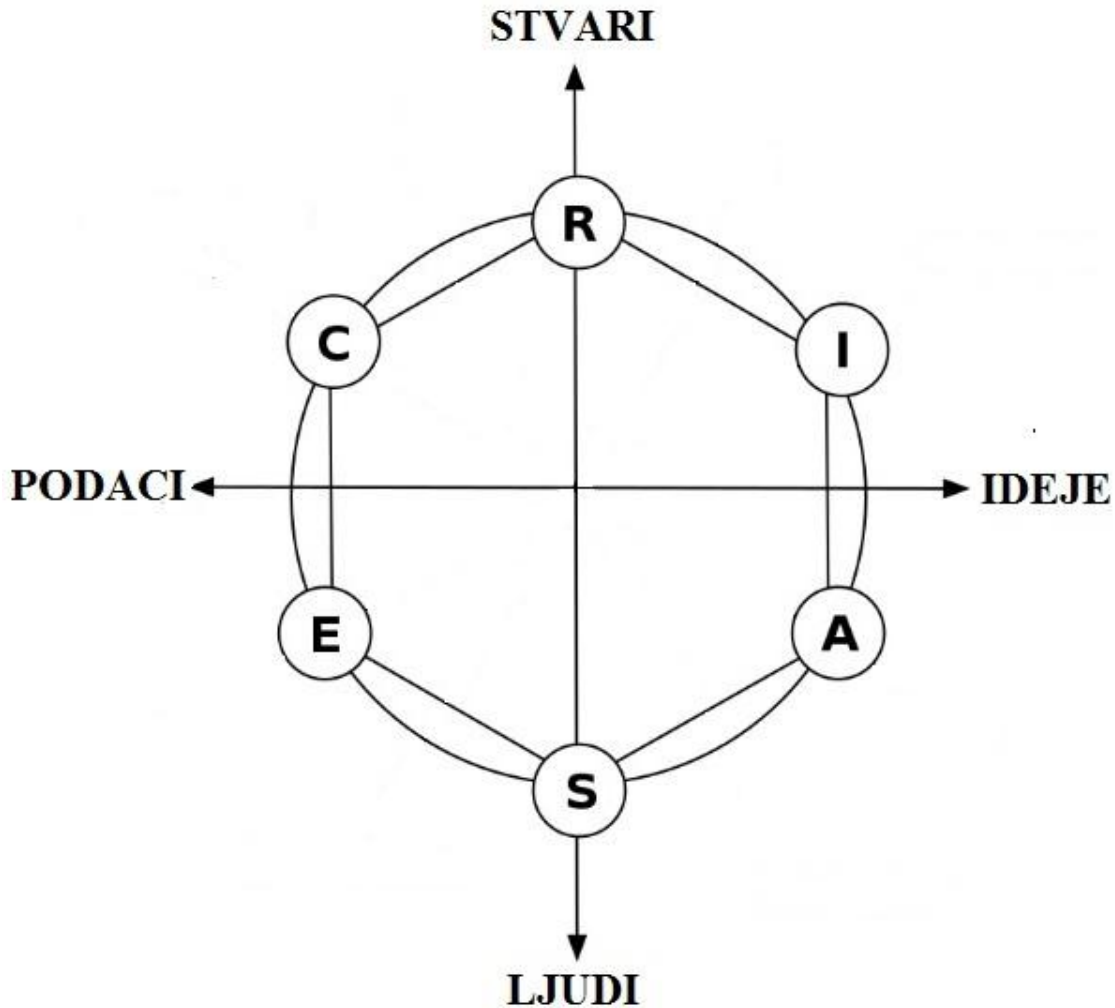
Šest tipova ličnosti u Holandovom modelu su:

- Realistički (R): sklonost praktičnim i konkretnim aktivnostima, u kojima se pomoću alata ili mašina može vešto izraditi nešto vidljivo i korisno;
- Istraživački (I): sklonost naučnom radu, sistematičnom i strpljivom prikupljanju informacija, otkrivanju i objašnjavanju nepoznatih pojava i oblikovanju novih teorija;
- Umetnički (A): sklonost umetničkom izražavanju;
- Socijalni (S): sklonost strpljivom slušanju i razumevanju ljudi, njihovom poučavanju i savetovanju, pomaganju pri rešavanju osobnih problema;
- Preduzetnički (E): sklonost preduzetničkim ili menadžerskim poslovima koji uključuju vlastitu inicijativu, smisao za organizaciju i vođenje drugih ljudi;
- Konvencionalni (R): sklonost kancelarijskim, administrativnim ili finansijskim poslovima u kojima je važna tačnost, sredenost i smisao za detalje. (Hedrih i Šverko, 2007)

Na osnovu ove teorije interesovanja svakog pojedinca mogu se opisati koristeći svih šest tipova ličnosti, te prezentovati putem heksagona, gde svaka tačka (oznake temena heksagona) predstavlja jedno interesovanje. Bitna pretpostavka ove teorije jeste konzistentnost profila, tj. činjenica da su određena interesovanja međusobno sličnija od drugih. Oznake interesovanja koja su udaljena za jednu tačku na heksagonu su umereno slična, a oznake interesovanja koja se nalaze na suprotnoj strani heksagona su najrazličitija. Najpoznatiji faktorski model Holandovog heksagona je Predigerov model. Predigerov model čine dve dimenzije „Holandovog heksagona“. Dimenzije su određene ortogonalom „ljudi–stvari“ koja je položena tako da prolazi kroz oznake



temena heksagona R i S, tj. interesovanja R i S. Time se određuje sklonost prema radu sa ljudima i u radu sa stvarima, a drugu dimenziju čini normala “podaci–ideje”, položena tako da daje projekcije strane E i C interesovanja, i I i A interesovanja. Tako je opisana sklonost u radu sa podacima i sklonost u kreiranju ideja.



Slika 14. Holandov RIASEC heksagon (Rayman, & Atanasoff, 1999)

Važno je napomenuti da Holand nije rekao da su tipovi ličnosti monolitni po „Holland kod“-u tj. da osoba ima samo jedan tip ličnosti. Naprotiv, interesovanja jedne osobe mogu biti povezana sa svih šest tipova ličnosti. Rangiranja vrste ličnosti vrše se počevši sa onim inicijalima za koje kandidat ima najviše interesovanja, pa redom do one sa najmanjim interesom. Tako se dobija svojstven „Holland kod“, od oko 72 različite projekcije, (kao što su ISERAC, AIRSEC, CSERIA, ...). Širokom upotrebom i proverom teorije u praksi, pokazano je da su samo dva ili tri slova, generalno gledano, neophodna za stvaranje korisnog opisa ličnosti, na primer: SC, IRC, ili

AIC. (Gottfredson, 1999) Ovakav opis može se primeniti kako na osobu tako i na radno okruženje, a takvom tipizacijom (u oba slučaja) može se proceniti kompatibilnost međusobnog spoja, što u mnogome olakšava procenu potencijalne karijere ili stručnog izbora za datu ličnost u datom okruženju.

Navedena procedura je iskorišćena i primenjena u disertaciji pri izboru DL sistemu obrazovanja, zbog potreba adaptivnosti DL modula nastave za konkretnu grupu ili pojedince, odnosno zbog prilagođenja nastave, prezentacionih modela, dinamike i metoda izvođenja nastave, te provera znanja i evaluacije za konkretnu grupu ili pojedince.

### 3.1.5. Emocionalne reakcije kao faktor uticaja na tok obrazovnog procesa

Emocionalne reakcije su prirodne, pa tako i u procesu obrazovanja. U suštini, sve emocije su nagon za delovanjem, trenutni planovi (akcije) za očuvanje života, a koji nam je nametnula evolucija. Sam koren reči *emocija* jeste *motere*, latinski glagol u značenju “kretati se”, uz dodatni prefiks “e” koji označava “kretati se unapred”, što nagoveštava da je tendencija za delovanjem prirodna svakoj emociji. (Goleman, 2012) Svaka emocija priprema telo za specifično delovanje. Sve te fiziološke promene, (ubrzani puls, napregnuti mišići, povećano prisustvo adrenalina, itd.) potiskuju u stranu druge funkcije organizma, pre svega racio ili kognitivnu svest. (Miljković, et al., 2014) Psihologija se danas zanima prvenstveno za psihičke procese koji su doveli do neke reakcije ali i one koji nemaju vanjsku reakciju, poput mišljenja, pamćenja, učenja i sl. Kada istražuju neko ponašanje, psiholozi ga posmatraju u kontekstu kako bi doznali što ga je izazvalo. To je indirektno merenje, kod kojeg je predmet merenja drugačiji od jedinica mjernog instrumenta. (Kišan, 2010) Emocionalne reakcije u sistemu obrazovanja prate se kao pojave koje se manifestuju pri učenju, a posebno u konceptima obrazovanja gde direktne interakcije sa predavačem nema, tj. DL sistemima.

Savremena tehnološka dostignuća danas omogućavaju neegzaktna merenja i detektovanja kao što je prepoznavanje tipa emocije i određivanja njegove relativne vrednosti. Emocije u govoru odražavaju se kroz varijacije govornih obeležja na tri nivoa: (1) prozodijskom tj. suprasegmentnom kroz specifične promene frekvencije, intenziteta i trajanja, (2) segmentnom nivou (promene kvaliteta artikulacije) i (3) intrasegmentnom nivou (opšti kvalitet glasa, čiji akustički korelati su oblik glotalnog impulsa i raspodela njegove spektralne energije, amplitudske varijacije (*shimmer*), frekvencijske varijacije (*jitter*)) (Jovičić et al., 2003).

Prepoznavanje emocija u govoru ESR (eng. *Emotional Speech Recognition*) teži automatskoj identifikaciji emocionalnog ili psihofizičkog stanja čoveka na osnovu analize njegovog govora.

Upotrebom savremenih multimedijalnih tehnologija, tj. kroz dostupnost video snimka lica govornika, povećava se pouzdanost ocene emocionalnog stanja na 95% tačnosti, slika 15. Multimedijalna komunikacija danas predstavlja sasvim standardni servis, dostupan većini korisnika, i kao takva je neizostavna u DL sistemima.



Slika 15. Osnovne emocije (po Ekmanu)

Dodatni podaci koji se prikupljaju prilikom formiranja baze za prepoznavanje emocionalnih stanja najčešće su laringograf, puls i krvni pritisak (D. Ververidis, et al., 2004). Baza, ciljano sadrže uglavnom 6 emocionalnih stanja uz neutralni govor. Te emocije su najčešće: bes, strah, tuga, gađenje, iznenadenje, sreća, slika 15.

Prilikom modelovanja „mašine“ u govornoj interakciji čovek-mašina neophodno je da mašina u cilju razumevanja poruka, kombinuje informacije iz dva izvora: (1) obradom slike govornika i (2) obradom samog govora. (V. Delić, M. Sečujski, 2008). U okviru multimodalne komunikacije čovek-mašina, mašina „sluša“ pomoću sistema za automatsko prepoznavanje govora, ASR (*Automatic Speech Recognition*) modula u okviru koga se implementira ESR algoritam (prepoznavanje emocija) kako bi se povećala pouzdanost prepoznavanja govora i omogućila prirodnost i neposrednost u dijalogu čovek-mašina. Samo uz ispravno prepoznavanje reči i semantike, prepoznavanja korisnikovog emocionalnog stanja, te ispravnog razumevanja

poruke i potreba korisnika, omogućuje se uspešan dijalog i postizanje cilja konverzacije, što je posebno važno u sistemima obrazovanja, u našem slučaju DL sistemu. (Miljković, et al., 2014)

Osnovna karakteristika (u komunikacionom procesu) svakog automatizovanog sistema, pa tako i DL sistema obrazovanja, jeste povratna informacija ocene trenutnog emocionalnog stanja korisnika sistema. Po osnovu prikupljenih informacija mogu se efikasnije predvideti karakteristike zahteva, obezbediti pravovremeno dodatne informacije za adekvatnu dodelu agenta/modula korisniku sistema, a time se broj neadekvatno opsluženih zahteva (nezadovoljstva, nejasnoća, itd.) svodi na minimum.

Emocije su individualne i povezane su između ostalog i sa organizacionim i problemskim izazovima nastavnog procesa, a mogu se ispoljavati u skladu sa nivoom predznanja, motivacijom, profesionalnom orijentacijom i sklonostima, predispozicijama, mogućnostima, spoljnjim uticajima, itd. Kada govorimo o emocijama, razlikujemo dve klase emocija u odnosu na njihovo poreklo. Interno generisane emocije, koje rezultiraju direktno iz interakcije sa sistemom, dok spoljno generisane emocije imaju svoje poreklo van sistema. (Ochs & Frasson, 2004) Iste emocije, mogu imati različit uticaj na performanse učenja, čak suprotan, zbog različitog porekla. Pozitivne emocije nastale u toku obrazovnog procesa imaju jak pozitivan uticaj na učenje i tok učenja iz dva razloga: prvo, pozitivne emocije uopšte dozvoljavaju više kreativan i fleksibilan proces razmišljanja, povećavaju motivaciju, tako da će se studenti u celini više potruditi, a manje odustajati. To bi značilo, da DL sistem mora prerasti u emocionalno inteligentne DL sisteme, EIDL. EIDL mora imati definisane algoritme, module koji su sposobni za otkrivanje i kompenzaciju emocionalnih stanja studenta, ali i rutine za prilagođavanje okruženja sistema učenju u skladu sa emocijama studenta, s ciljem poboljšanja učinka procesa obrazovanja.

Kao rezultat sprovedenih istraživanja, emocije u obrazovnom procesu zasnovanom na DL sistemima su razmatrane isključivo u kontekstu podele na pozitivne i negativne, bez obzira na generisano poreklo. (Litman & Forbes-Riley, 2004) Neutralne emocije, u istraživanju, su tretirane kao pozitivna reakcija obzirom da je negativn efekat znatno manji nego pozitivan.

Pored modula testiranja, modula za praćenje motivacije, implementacija algoritma za praćenje i prepoznavanje emocija u DL sistemima obrazovanja je vrlo važna. Iako su testovi i analize prisustva i razvoja emocija pre svega indirektno merenje, vrlo su korisni u izboru modula

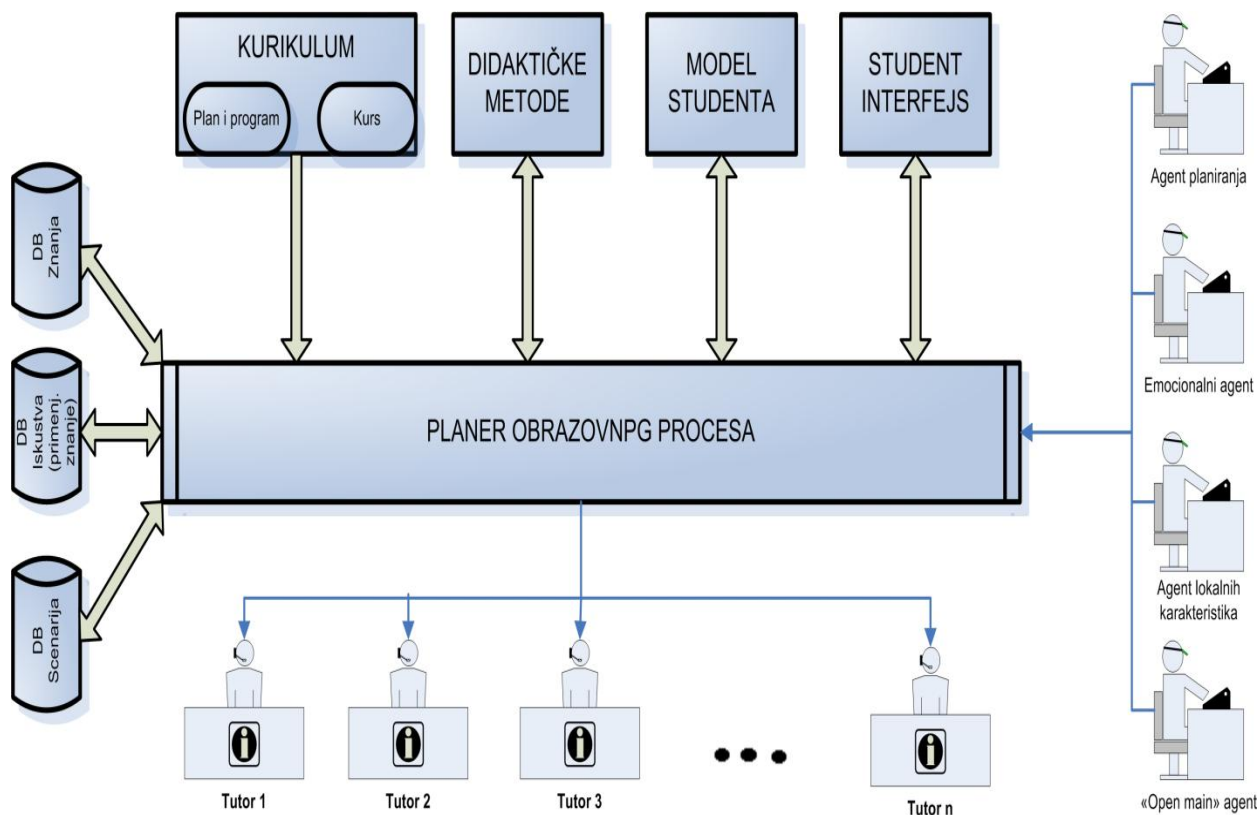
DL sistema radi povećanja adaptivnog kapacitet DL sistema kursu, te fleksibilnijeg prilagođavanja procesa učenja potrebama i mogućnostima grupe ili pojedinca. Dilema je, koju emocionalnu poruku podrške u komunikaciji DL sistema sa studentom treba da koristi sistem kao odgovor na povratnu informaciju u procesu obrazovanja, da bi ga podstakao (primer: pohvale, primereni emotivni odraz, ili savet). (Dennis, et al., 2016)

U razmatranju kvaliteta DL sistema važno pitanje je sa kojim podacima DL sistem raspolaže, koje događaje može da prati, analizira i razume, tako da može da odabere adekvatnu reakciju i prilagođenje u daljem procesu obrazovanja za konkretnog studenta u aktuelnom okruženju. Svim ovim prilagodnim koracima DL sistem pospešuje, prati i održava motivisanost studenta, kako na samom početku kursa tako i tokom trajanja kursa. Praćenje pojave emocija u grupi tokom istraživanja vršene su u funkciji događaja, tj. hronologije obaveza i aktivnosti studenta tokom semestra. Ovaj aspekt je posebno interesantan sa stanovišta vremenske dinamike karakterističnih događaja tokom semestra, a koji karakterišu radno i životno okruženje, životni ambijent studenata u tom periodu. To znači da su određene emocije vremenski periodične, jače i češće prisutne. Negativne emocije (u smislu da otežavaju kognitivne procese) pojavljuju se u fazama intenzivnih obaveza samih studenta. To su periodi pred kolokvijum ili ispit. Generalno, jake emocije, i pozitivne i negativne, mogu da blokiraju delove mozga koji su uključeni u proces razmišljanja, a samim tim sprečavaju studente da se koncentrišu, pamte i analitički pristupaju problemu. (Miljković, et al. 2016, *Norma*). Tokom istraživanja nametnuo se zaključak da kvalitetni automatizovani DL sistemi moraju obezbediti optimalne uslove za učenje, kompenzacijom emocija, razlikovanjem emocija po tipu, intenzitetu i poreklu, pojedinačno za svakog studenta ili grupu. (Miljković, et al. 2014).

### **3.2. Eksperimentalni model DL sistema sa “feedback”-om**

Za sagledavanje, analizu i ocenu funkcionalnosti DL sistema, kao etalon korišćen je prošireni model planiranja obrazovnog procesa po Kabanza et al. modelu (Kabanza, et al., 1997), proširen SIMPLAN sistemom planiranja (Kabanza, 1999), a dopunjen Nkambou and Kabanza dizajnom savremenog koncepta DL obrazovnog sistema, odnosno pripadajućim modulima učenja i ITS-a. Kako je ova arhitektura otvorena, tako mogu da se koriste različiti algoritmi planiranja. Model podržava reaktivne planove, tj. mogućnost da se kreiraju uslovni planovi koji specificiraju aktivnosti koje treba izvršiti u zavisnosti od trenutnog toka i trenutne situacije

realizacije procesa ali i od stanja okruženja. (Nkambou, et al., 2001) Za prepoznavanje individualnih karakteristika u cilju grupisanja studenata, model je proširen interaktivnim DB serverima sa ažuriranim polaznim podacima o studentima, događajima i scenarijima, koji su prikupljeni tokom ranijih sesija, tj. kursa i dosijea. Kvalitet i vrsta usluge ovako koncipiranog DL sistema, obezbeđena je kroz nekoliko pristupnih kanala za različite aplikacije, preko kojih se prate verbalne i neverbalne reakcije, a analizirani podaci se pohranjuju u DB servere, slika 16.

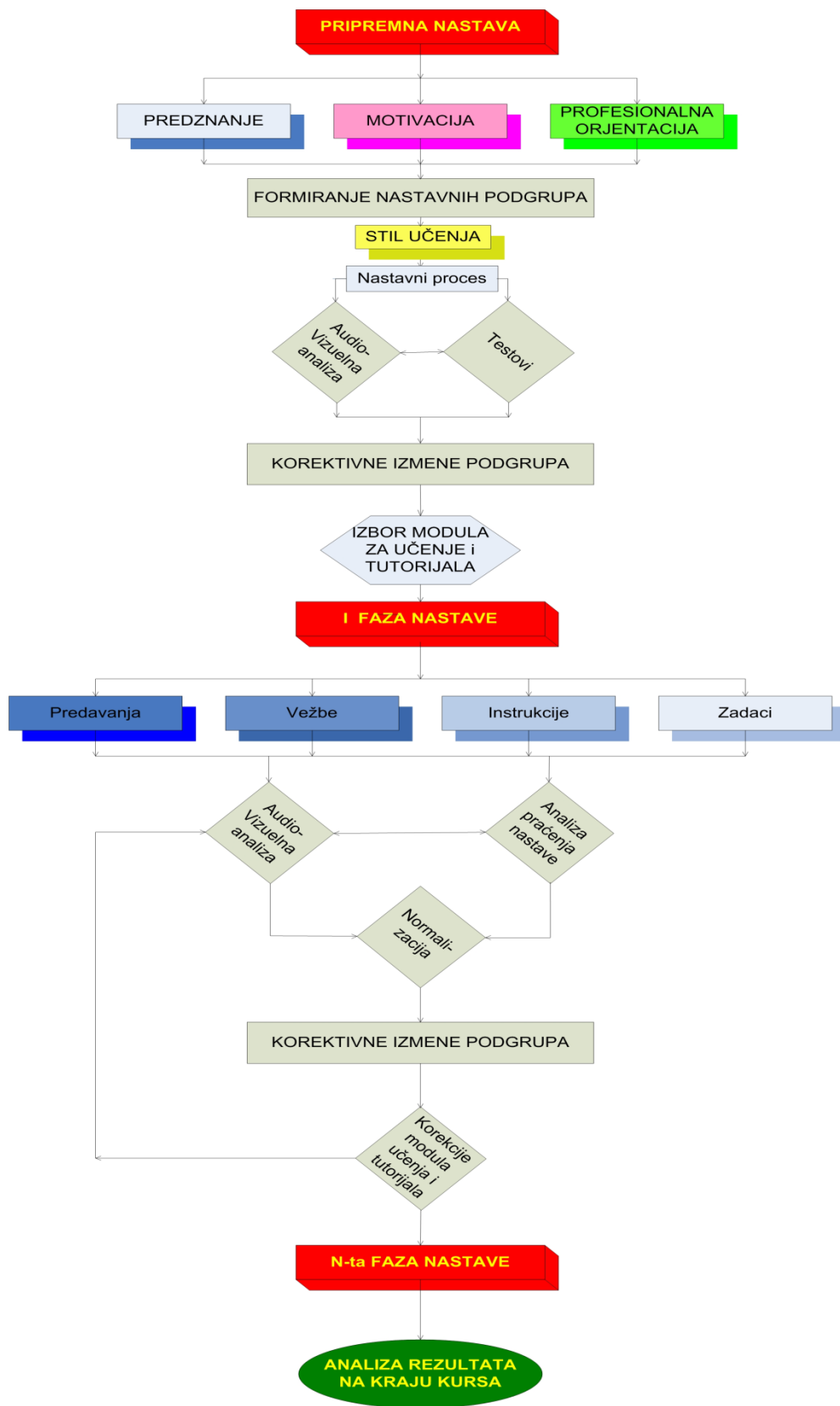


Slika 16. Ekperimentalni model obrazovnog sistema

U ovom modelu, moduli za podršku učenju su projektovani kao agentske ili supervizorske aplikacije distribuirane na različite uređaje, a koji su povezani u računarsku mrežu, Intranet ili Internet. U modelu je iskorišćena činjenica da je povećanje efekta e-učenja pod uticajem stilova učenja značajna, te se ostvaruje kroz kolaborativno i saradničko e-učenje, što je omogućeno povezivanjem, grupisanjem studenata kroz elektronsku komunikaciju i saradnju, (Facebook, Chet, e-mail, Blog, VPN, ...). U cilju homogenizacije grupe studenata, tj. karakteristika studenata, neophodno je voditi računa o sastavu grupa, tako da studenti u grupi imaju slična očekivanja tj. motivaciju, predznanje i stil učenja. Otežavajuća okolnost u formiranju

karakterističnih homogenih grupa je ta što ni sami studenti u velikoj meri nisu potpuno svesni koji im stil učenja najviše odgovara. Iz tog razloga, kroz polaznu platformu na početku kursa, za studijsko okruženja DL-a neophodno je ponuditi širok spektar raznorodnih e-materijala, s ciljem da sami studenti vrlo brzo mogu da dođu u situaciju da odrede i prepoznaju svoj prirodni, a time i primarni stil učenja.

Da bi se odabrao adekvatan koncept DL sistema za konkretnu grupu, neophodno je determinisati podatke (faktore uticaja na obrazovni proces) koji su dominantni u predviđanju i određivanju skupa neophodnih modula za učenje za konkretno okruženje. Cilj ove procedure je da se moduli učenja i ITS-a (određeni svojim osnovnim karakteristikama dinamike, tipa, stila prezentacije, vrstom provera znanja, vrstom “feedback”-a) definišu u što ranijoj fazi (nakon analize karakteristika pojedinaca i grupe, a najkasnije po mogućnosti na uvodnom času). Eventualne individualne korekcije sprovode se naknadno tokom trajanja kursa ali unutar i nad izabranim skupa modula. U tom smislu cilj prikupljanja podataka je analiza i sagledavanje karakteristika koje trebaju da imaju moduli učenja i ITS-a u obrazovanju, te koja je dozvoljena standardnu devijacija (determinisanih podataka) prilikom formiranja podgrupa, da bi sistem mogao uspešno da funkcioniše. Praćenjem reakcija u karakterističnim situacijama, tokom obrazovnog procesa, sagledavaju se i analiziraju pokazatelji (intenzitet, tip i vrsta emocija, racionalnost, motivisanost, memorijski kapaciteti, uspešnost). Grupisanjem podataka prema reakcijama na zadatke koji se rešavaju kroz vežbe, rad kod kuće, konsultativnu nastavu, zatim prema reakcijama na pogrešno rešene zadatke, prema reakcijama na savete koji vode rešenju i konačno prema reakcijama na uspešno rešen zadatak, formiraju se grupe sa visokom homogenošću po osnovu karakteristika studenata.

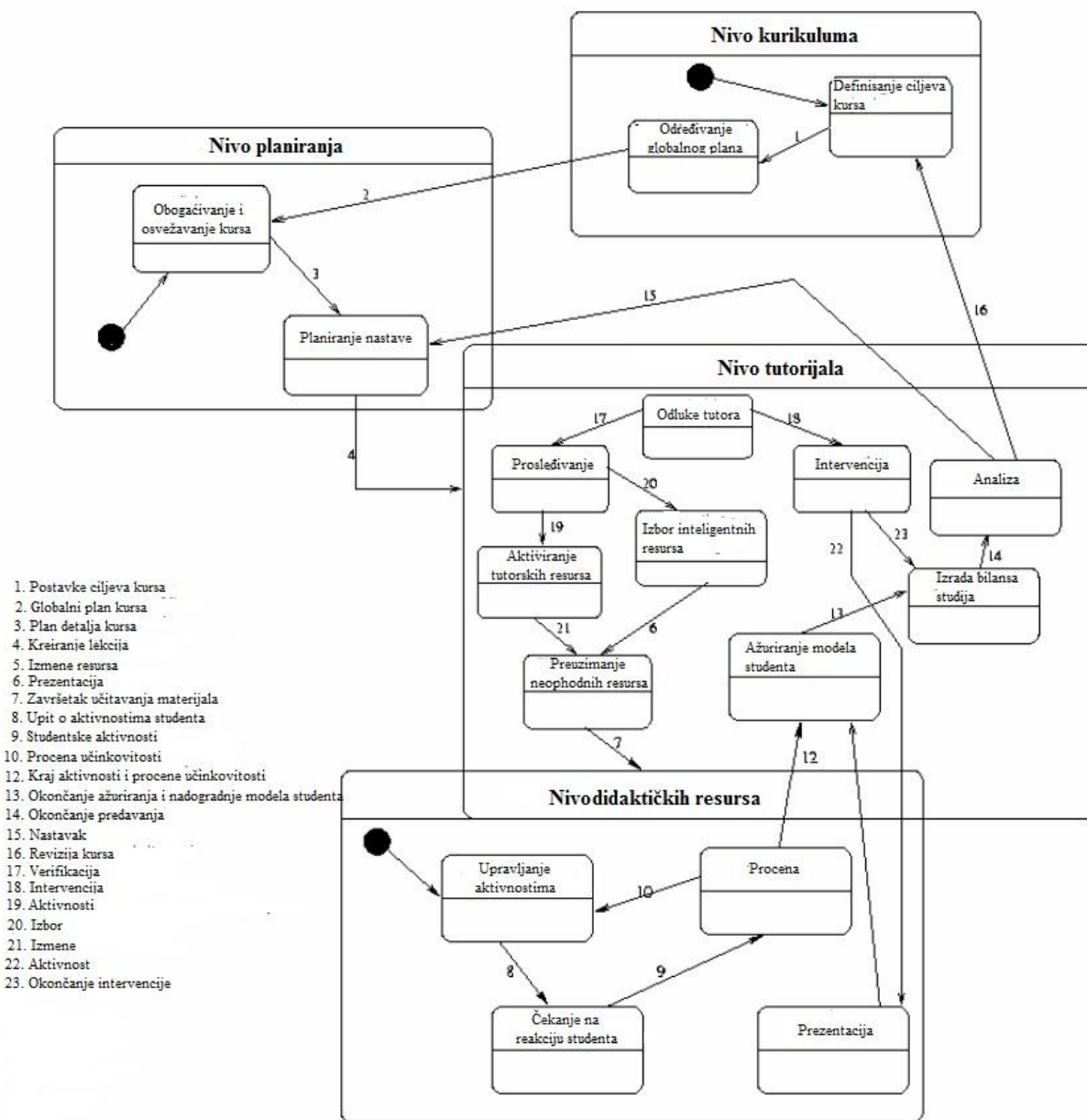


Slika17. Tok procesa formiranja podgrupa i izbora okruženja učenja, (Miljković et al., 2016)



Formiranjem homogenih grupa (podgrupa) izbegava se klasifikacija nastave s ciljem da se zadrži efikasna nastava. Jedan od čestih stavova u metodici kao naučnoj disciplini je da se klasifikacijom nastave unižva dostignuće cele grupe, tj. programa nastave. Iako je u istraživanjima detektovano nekoliko varijacija metodologije uspešnog grupisanja, i dalje postoji otvorena dilema među istraživačima zbog činjenice da je bilo malo pokušaja da razjasne načini na koje predavači mogu da razmotre prakse jednakosti i uticaja u vezi sa postupcima grupiranja.

Algoritmi prilagođenja grupi su sastavni deo adaptivnih DL sistema, a u svrhu prilagođavanja koriste se metode i tehnike kombinovanja podatka i scenarija iz sistema (baze podataka) ali i iz okruženja (povratne informacije od studenata i obrazovnog okruženja). Iz tog razloga izbor modula učenja i ITS-a, na početku realizacije nastavnog procesa, mora biti što adekvatniji za grupu i okruženje. Adaptivnost i personalizacija savremenih DL sistema, tj. njegovih modula je jedna od osnovnih karakteristika kvaliteta svakog od njih pojedinačno. Projektovanje, analiza i testiranje adaptivnosti DL sistema i pripadajućih modula je nemoguća bez eksperata, koji su prezentovane situacije rešavali u „hodu“. Za krajnje korisnike, obrazovne ustanove, zasnovane na DL konceptima studija, s druge strane za ocenu adaptivnosti i prilagodljivosti za konkretno studijsko okruženje, neprihvatljiva je činjenica da sam menadžment ustanove ne može izvršiti procenu, bez pomoći eksperata. U tom smislu neophodno je sagledati celo obrazovno okruženje (studenti, programi, tehnička podrška, funkcionalnost DL sistema, dostupnost servisa u DL sistemu, itd.), te definisati kriterijume (eventualno i podkriterijume) za ocenu kvaliteta konkretnog DL sistema i procenu očekivane uspešnosti u konkretnom okruženju. Okruženje se po Nkambou i ostalim svodi na tri glavne komponente: kurikulum, planer nastave i tutor (pedagoški model). Sa druge strane su karakteristike studenta, didaktički resursi i interfejsi dostupni studentima. U tom smislu priprema jednog kursa započinje definisanjem ciljeva i kreiranjem grupa. Identifikacijom grupa pomaže se dizajneru nastave u prilagođenju nastavnog plana i programa. U slučaju da se ustanovi da studenti ne zadovoljavaju elementarne uslove za praćenje nastave organizuje se pripremna nastava (poseban program). Ovom procedurom obezbeđuje se kvalitetna interakcija svih komponentata DL sistema i studenta.



Slika 18. Arhitektura interakcije komponenta DL obrazovnog sistema

U ovom istraživanju suočili smo se sa „prilivom“ velike količine podataka različitog tipa i stepena vrednosti, koje je trebalo grupisati, analizirati, normirati, te na osnovu njih doneti odluke u realnom vremenu. U prvoj fazi prikupljanja podataka fokusirali smo se na podatke koje su nam odredile osnovni okvir karakteristika i funkcija DL sistema za formiranje podgrupa. U drugoj fazi na osnovu povratnih informacija „fino“ smo prilagođavali okruženje i metode, potrebama i mogućnostima cele ili dela podgrupe, slika 17. U situacijam “nedostatka” kvalitetnih povratnih informacija, poslužili smo se dostupnim video-igrama koje su detektovale kompetenciju, veštine,

te pojačale stimulanse da bi se lakše odmerile reakcije, a na osnovu prikupljenih informacija upodobili odluke o potrebi i izboru modula DL sistema. Krajnji cilj procedure je prikupljanje i obrade informacija u cilju maksimalno moguće personalizacije kursa, tj. individualanog (prilagođenog) pristupa studentu.

Student u ovako koncipiranom sistemu učenja na daljinu, osim prilagođenog izgleda i dizajna modula, ima i „primerenog sagovornika“. Može se reći sagovornika istog nivoa. Takva komunikacija je razumljivija i efikasna za prezentacije znanja kroz teoretske i praktične vežbe, te demonstracije. Na ovaj način se specificiraju i pojednostavljaju programirani koraci ka ostvarenju konačnog cilja obrazovnog procesa. Ovakav sistem u obrazovnom procesu vodi računa o individualnim znanjima, sposobnostima i profesionalnim ciljevima. Ako je cilj teško ostvarljiv, traže se međufaze, koje će u nekoliko interaktivnih koraka, u nekom vremenskom periodu, obezbediti uspešnu realizaciju nastave, tj. preko ciljeva B i C u nekom vremenskom periodu realizovaće se i cilj A. (Miljković, et al., 2017)

Upoređivanjem podataka studenata sa početka kursa (nivo predznanja, motivacija, ...) i ostvarenih rezultata na kraju kursa, konstatuje se uspešnost i napredak studenata. Posebno se stavlja akcenat na individualom uspehu (iako su studenti često deo grupe), jer pojedini studenti prilagođenom nastavom mogu nadoknaditi velike početne zaostatake i ostvariti odlične rezultate. (Gravells & Simpson, 2010) Ovakav pristup odabiru i korišćenju DL sistema obezbeđuje da se kroz samo četiri osnovne funkcije praćenja obezbedi kontinuiran kvalitet i efikasnost sistema:

1. kontinuirano praćenja aktivnosti i ostvarenja rezultata učenja studenta,
2. procena ishoda učenja u definisanim vremenskim tačkama – analiza trenda,
3. sesije planiranja (individualne i grupne), i
4. stalno preispitivanje dizajna kursa na osnovu povratnih informacija.

#### **4. Višekriterijumski pristup problemu u konceptu sistema učenja na daljinu**

Kocept funkcionisanja DL sistema učenja, u jednom delu analize, može se povezati sa konceptom mašinskog učenja. Izbor karakteristika obrazovnog okruženja bitnih za integraciju po osnovu metoda učenja i pristupa učenju je od presudne važnosti za optimizaciju sistema. Dobro odabrane karakteristike obrazovnog okruženja omogućuju tačnost u predviđanju (projekciji) uspeha, smanjuju troškove (dodatno angažovanje), povećavaju kvalitet obuke i nadzora. (Zare, & Nizi, 2016) Izbor koncepta DL sistema, a time i pripadajućih karakteristika, dostupnih modula, alata za prenos znanja i učenje, načelno treba da bude usklađen sa karakteristikama obrazovnog okruženja: karakteristikama studenata, dostupnost tehničke podrške, karakteristika obrazovne ustanove, kurikuluma i ciljeva. Iako obrazovno okruženje čini skup navedenih karakteristika, najveći izazov, a ujedno i cilj je prilagoditi sistem učenja potrebama i mogućnostima studenata. Obzirom na velik broj različitosti karakteristika idividua, razumno je pretpostaviti veliki broj podskupova, potencijalno formiranih po karakteristikama studenta. Neke karakteristike imaju manji značaj, neke su nevažne za prediktivno modelovanje, tako da je samo mali deo relevantnih karakteristika bitan za organizaciju efikasnijeg učenja i postizanja ciljeva. Apsolutno individualno prilagođenje je neekonomično, a u praksi i nemoguće. Takođe, neekonomično je i svođenje jedne klase studenata na velik broj grupa i podgrupa po karakteristikama studenata. Prepreka je pre svega cena jednog takog sistema, koji u startu iziskuje velike troškove kako u materijalnom tako i u kadrovskom smislu (projektovanje), zatim dugačak period realizacije takovog projektnog zahteva (razvoj i realizacija), i u konačnom eksploatacija, administracija i održavanje, takog jednog sistema je znatno kompleksnija. Optimalnu podelu grupisanja koju smo zastupali u ovom istraživanju zasnovana je na nehijerariskoj metodi grupisanja. Broj formiranih grupa je 2-3 grupe, formirane po osnovu homogenizacije karakteristika studenata po predznanju, profesionalnoj orijentaciji, stilu učenja, a za formirane grupe pomoću metoda VKA tj. tipskom klasifikacijom po osnovu kriterijuma, dodeljen je odgovarajući tip nastave. Nehijerarhiska metoda k-sredina korišćena je zbog verovatnih naknadnih prebacivanja studenata iz jedne grupe ili podgrupe u drugu grupu ili podgrupu, po osnovu emocionalnih doživljaja. (N. Papić-Blagojević i D. Bugar, 2009)

U disertaciji istraživanje je sprovedeno nad dve klase studenata tokom letnjeg semestra druge godine osnovnih akademskih studija, školske 2014/2015. i 2015/2016. godine, nastavna oblast informatika, predmet: Softverski praktikum – C programski jezik. Prvu klasu studenata čini 27 studenata, a drugu klasu 20 studenata.

#### **4.1. Klasifikacija studenata u grupe**

Klasifikaciju studenata u grupe neophodno je sprovesti u što ranijoj fazi, barem okvirnu ako je nemoguće detaljnu. (Hoffait, & Schyns, 2017) Stoga, u ranoj fazi podele u grupe, veća težina data je ostvarenim rezultatima u predhodnom period školovanja, ostvarenje na predhodnim ispitima iz srodnih predmeta (informatika, matematika), ostvarenim rezultatima tokom predhodnog nivoa školovanja i ostvarenim rezultatima na prijemnom testu. Na osnovu ovih polaznih podataka normiran je nivo predznaja i stepen motivacije. Predznaje je normirano skalom raspona od 50-100 bodova, a motivacija lingvističkim ideksima m – motivisan, d- demotivisan, f – formalan pristup obrazovanju, što predstavlja modifikovanu skalu razvijenu od strane Dona Sandre & Debole Mur (Sundre, & Moore, 2002) i Hane Eklof (Hanna Eklöf 2006, 2008). Kako su profesionalna orijentacija studenata i stil učenja indirektno povezani, u fazi određivanja stila učenja i profesionalne orijentacije, a u skladu sa priložima 1, 2, 3 i 4, dodeljena su odgovarajuća pedagoško-didaktička sredstava i metode. (Camelia, & Tiberiu, 2016)

Grupe možemo posmatrati kao lejere gde se grupama dodeljuje prilagođeno okruženje prezentacija i predavanja u DL sistemu, a za rešavanje zadataka i vežbi iz predmetne nastavne oblasti dodeljuju im se prilagođeni tutorski moduli (primeri, literatura, metod i prezentacija tema, vežbe, eksperimenti, itd.). Ovakav pristup, naveo nas je da ceo proces posmatramo kroz dve faze. Prva faza – pripremna nastava – formiranje grupa i pridruživanje grupama adekvatnog DL okruženja, druga faza – faza nastave – “fina” podešavanja (korekcije) izabranih modula individualnim potrebama studenta, slika 18. Prolazak kroz treću fazu smatra se uslovno prihvatljivom i dozvoljenom (u smislu redefinisavanja grupa ili prilagođavanja pridruženih modula izabranom DL sistemu), dok se svaka dalja akcija redefinisavanja grupa, korekcije ili određivanja novog DL okruženja samatra okasnelom, tj. neuspehom. Ocena neuspeha, vođena je principima efikasnosti, ekonomičnosti i stepenom zadovoljstva studenata.

U prvom koraku formiranja grupa, motivacija je procenjena po osnovu posmatranja studenatskih postignuća, pre svega prema kontinuitetu uspeha i kao takva zadržava dodeljenu vrednost do trenutka prijema i analize prvih povratnih informacija iz DL sistema, a posebno emocionalnih reakcija, tokom kursa. Tokom kursa stepen motivisanosti vrednovan je kroz analizu prisustva nastavi, konsultacijama, analizom dodatnog angažovanja i aktivnostima na srodnim predmetima (seminarski radovi, referati, članci), i evaluacijom (Prilog 6). (Culture Amp Pty Ltd, 2016) Motivacija kao jedna od karakteristika studenta povezna je, tj. u funkciji je sa ostalim posmatranim karakteristikama. Kao takva posmatra se tokom kursa, a posebno se analizira prilikom promena vrednosti ostalih posmatranih karakteristika.

Emocionalne reakcije prate se kroz povratne informacije tokom kursa. Povratne informacije se dobijaju kao odgovor studenata kroz psihofizičke reakcije, kognitivne funkcije, stepen koncentracije, racionalnost, sagledavanje aktivnosti i ostvarenja rezultata tokom sesija: broju pitanja po sesijama, količina nejasnoća, po postavci problemskog zadatka, po komentarima, tačnosti i brzini rešavanja problemskog zadatka. Informacije se prikupljaju kroz monitoring emocionalnog agenta, agenta lokalnih karakteristika i "open main" agenta, slika 17. Promene se prate kontinualno tokom celog kursa, a korekcije se sprovode kada trendovi razvoja i ostvarenja izađu iz opsega očekivanih vrednosti.

#### 4.1.1. Klasifikacija studenata po predznanju

Za određivanje nivoa predznaja, umesto testa predznanja pre početka kursa, preuzeti su podaci ranije ostvarenih rezultata, tokom predhodnog nivoa školovanja i predhodnih ostvarenja na odslušanim studijskim predmetima. U našem istraživanju (za drugu godinu studija) posmatrana je kompatibilnost planova programa predhodnog nivoa školovanja (Prilog 7), ostvareni rezultati tokom predhodnog nivoa školovanja na srodnim predmetima, kao i ostvareni rezultati na srodnim predmetima u predhodna tri semestra studija. Prva faza podele studenta na grupe sprovedena je po osnovu standardne devijacije nivoa predznanja (u skladu sa predhono navedenim), tj. koliko predznanje studenata odstupa od aritmetičke sredine klase, što predstavlja modifikovan i prilagođen model k-sredine, u slučaju klase 2014/2015. Na osnovu  $\sigma$  odstupanja formiraju se grupe.

Tabela 12. Normirani nivo preznanja studenata. (Prilog 6)

<b>Klasa 2014/2015</b>	
R. br. Student	Ukupno bodova (max. 100) /z/
1	84.81
2	83.29
3	69.82
4	83.99
5	80.15
6	64.84
7	93.81
8	84.18
9	76.91
10	65.81
11	85.25
12	88.01
13	67.76
14	70.36
15	83.72
16	77.75
17	71.66
18	61.22
19	64.58
20	79.88
21	78.65
22	83.16
23	82.17
24	93.72
25	82.60
26	79.36
27	62.45
<b><math>\mu</math></b>	<b>77.77</b>

<b>Klasa 2015/2016</b>	
R. br. Sudenta	Ukupno bodova (max. 100) /z/
1	<b>50</b>
2	89.28
3	93.44
4	81.00
5	77.90
6	79.95
7	81.06
8	78.29
9	63.26
10	64.46
11	57.47
12	56.84
13	53.89
14	54.05
15	70.28
16	59.69
17	63.95
18	69.12
19	60.67
20	83.66
<b><math>\mu</math></b>	<b>69.41</b>

Srednje odstupanje se izračunava se po formuli:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2} \quad (22)$$

gde je:

$N$  - broj elemenata

$\mu$  - aritmetička sredina

$x_i$  -  $i$ -ti član skupa ( $i=1,2,\dots, N$ ), pa je

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2} = 9.03, \text{ a } \sigma_2 = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2} = 13.55$$

Normirani rezultati u 95% vrednosti se nalazi u intervalu od plus-minus dve standardne devijacije, a oko 99,7% se nalazi unutar plus-minus 3 standardne devijacije, tabela 13.

Tabela 13. Intervali poverenja nivoa predznanja

<b>Klasa 2014/2015</b>			
Inter. pov.	%	Nominalni interval	Broj elem. u intervalu
$\pm\sigma$	66.66%	~ 68.7 – 86.8	18
$\pm 2\sigma$	100%	~ 59.71 – 68.7	7
		~ 86.8 – 95.8	2
$\pm 3\sigma$	100%	~ 50 – 59.71	0
		~ 95.8 – 100	
<b>Klasa 2015/2016</b>			
Inter. pov.	%	Nominalni interval	Broj elem. u intervalu
$\pm\sigma$	52.94%	~ 58.45 – 82.41	11
$\pm 2\sigma$	94.11%	~ 50 – 58.45	4
		~ 82.41 – 94.39	4
$\pm 3\sigma$	100%	~ 50	1
		~ 94.39 – 100	

Obzirom na raspon intervala, i različitost karakteristika studenata definisani su novi manji intervali koji homogenizuju karakteristike studenata (m, 5):

Klasa 2014/2015:  $I_1 - [61, 66); n=5$

$I_2 - [66, 71); n=3$

$I_3 - [71, 76); n=1$

$I_4 - [76, 81); n=6$

$I_5 - [81, 86); n=9$

\  $I_6 - [86, 91); n=1$

$I_7 - [91, 96); n=2$

odnosno za klasa 2015/2016:

$I_1 - [50, 56); n=3$



$I_2 - [56, 61); n=4$

$I_3 - [61, 66); n=3$

$I_4 - [66, 71); n=2$

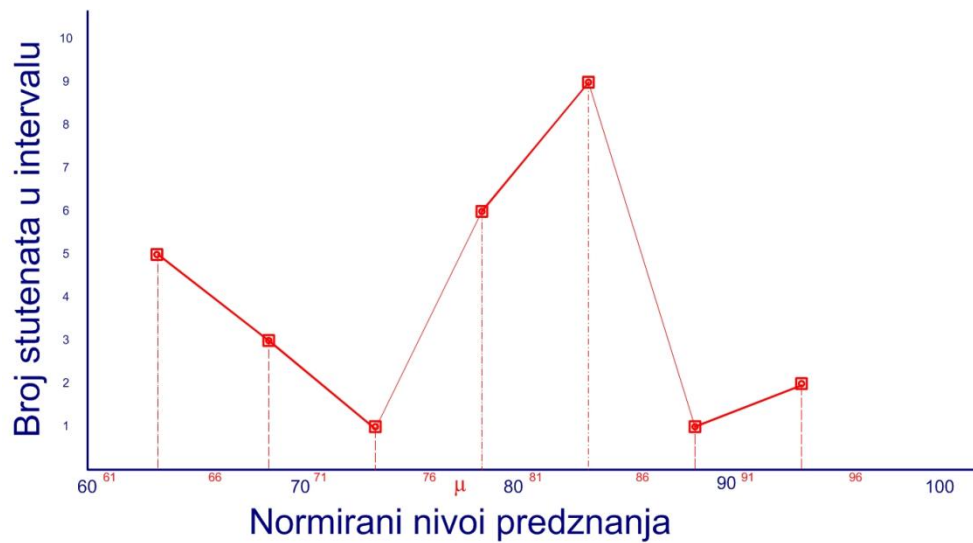
$I_5 - [71, 76); n=0$

$I_6 - [76, 81); n=3$

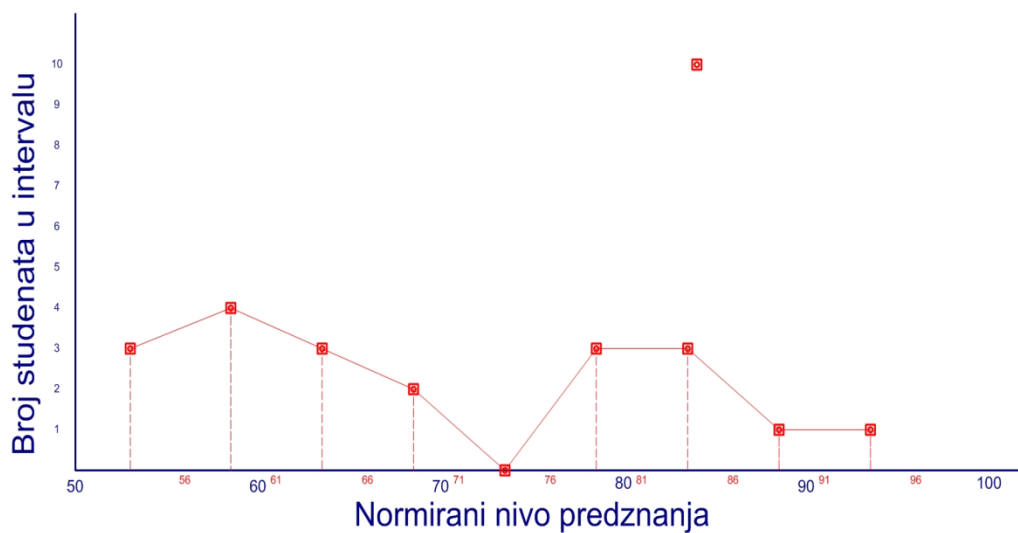
$I_7 - [81, 86); n=3$

$I_8 - [86, 91); n=1$

$I_9 - [91, 96); n=1$



Slika 19. Histogram raspodela ocenjenog nivo predznanja – Klasa 2014/2015



Slika 20. Histogram raspodela ocenjenog nivo predznanja – Klasa 2015/2016

Kvalitet formiranih grupa određen je vrednostima njihove homogenosti, u našem slučaju homegenošću ocena nivoa predznanja. Visoka homogenost determinisanh podataka pri formiranju grupa je jedna vrsta garanta zadržavanja homogenosti u ostvarenju rezultata na kraju obrazovnog procesa, uspeha. Kako homogenost grupe u interval  $\pm \sigma$  za klase nisu u potpunosti zadovoljavajuće, tabela 13, pretpostavili smo da nemamo garant zadržavanja homogenosti u ostvarenju konačnih rezultata. U tom smislu klasu 2014/2015 smo podelili u sledeće podgrupe:

- Podgrupa 1 (PG1) – koju čine studenti intervala  $I_1$ ,  $I_2$  i  $I_3$ , čija je homogenost znatno veća nego za ceo interval poverenja  $\sigma$
- Podgrupa 2 (PG2) – koju čine studenti intervala  $I_6$  i  $I_7$
- Podgrupa 3 (PG3) – koju čine studenti intervala  $I_4$  i  $I_5$ , tabela 14

U konačnosti formirane su tri podgrupe klase 2014/2015: PG1, PG2 i PG3, sa očekivanom visokom homegenošću. Za klase 2015/2016 u konačnosti formirane su četiri podgrupe:

- Podgrupa 1 (PG1) – koju čine studenti intervala  $I_1$  i  $I_2$ ,
- Podgrupa 2 (PG2) – koju čine studenti intervala  $I_3$  i  $I_4$
- Podgrupa 3 (PG3) – koju čine studenti intervala  $I_6$  i  $I_7$ ,
- Podgrupa 3 (PG4) – koju čine studenti intervala  $I_8$  i  $I_9$ , tabela 15

Obzirom da je broj podgrupa, četiri, tj veći od 3, tad se od sistema zahteva više tipskih modula za podršku prilagođenom učenju u DL sistemu. Eventulno smanjenje broja podgrupa dalje se sprovodi kroz analizu ostalih karakteristika studanta, a u skladu sa prihvatljivim nivoom homgenosti.

Na osnovu evidentiranih podataka, odnosno prosečnog predznanja studenata, izračunava se i proverava homogenost predznanja podgrupa. Svakom studentu pridružujemo broj  $S$ , tj. ako u opštem slučaju student  $S_j$  poseduje predznanje  $z_j$ , tada se analogon konačnog verovatnosnog sistema predznanja grupe studenata može prikazati izrazom 23.

$$S: \begin{pmatrix} st_1 & st_2 & st_n \\ \frac{z_1}{\sum z_k} & \frac{z_2}{\sum z_k} & \dots & \frac{z_n}{\sum z_k} \end{pmatrix} \quad (23)$$

Primenom teorije informacija (poglavlje 2.4), izračunava se homogenost predznanja definisanih podgrupa prema relaciji:

$$H(S) = - \sum \frac{z_i}{\sum_{k=1}^n z_k} \log_2 \frac{z_i}{\sum_{k=1}^n z_k} \quad (24)$$

Ovaj broj je manji ili jednak od  $\log_2 n$ , koji bi se dobio kada bi svi studenti imali isto predznanje tj. kada bi za svako  $k$ ,  $1 \leq k \leq n$  bilo  $Z_k = \bar{Z}$ .

Homogenost predznanja izračunata je kao:

$$h(S) = \frac{H(S)}{\log_2 n}, \quad 0 < h(s) \leq 1 \quad (25)$$

tj. ovaj broj pomnožen sa 100, daje procentualnu vrednost za homogenost predznanja unutar grupe ili podgrupe:

Tabela 14. Izračunavanje homogenosti predznanja podgrupa Klase 2014/2015

Student	Ocenjeno predznanje	S(P1)	H(P1)	h(P1)	S(P2)	H(P2)	h(P2)	S(P3)	H(P3)	h(P3)
S 1	84.81	0.069184	3.906149	<b>0.999810</b>	1.584329	<b>0.999600</b>	<b>0.999600</b>		3.168015	<b>0.999398</b>
S 2	83.29	0.067944								
S 3	69.82									
S 4	83.99	0.068515								
S 5	80.15	0.065382								
S 6	64.84									
S 7	93.81									
S 8	84.18	0.068670								
S 9	76.91	0.062739								
S 10	65.81									
S 11	85.25	0.069542								
S 12	88.01									
S 13	67.76									
S 14	70.36									
S 15	83.72	0.068294								
S 16	77.75	0.063424								
S 17	71.66									
S 18	61.22									
S 19	64.58									
S 20	79.88	0.065162								
S 21	78.65	0.064159								
S 22	83.16	0.067838								
S 23	82.17	0.067030								
S 24	93.72									
S 25	82.6	0.067381								
S 26	79.36	0.064738								
S 27	62.45									

Iz priloženog, tabela 14, može se konstatovati da je homogenost podgrupa klase 2014/2015 u potpunosti zadovoljavajuća, što implicira da je za očekivati zadovoljavajuću homogenost i u slučaju podgrupa za klasu 2015/2016, tabela 15.

Tabela 15. Izračunavanje homogenosti predznanja podgrupa Klase 2015/2016

Student	Ocenjeno predznanje	S(P <sub>1</sub> )	H(P <sub>1</sub> )	h(P <sub>1</sub> )	S(P <sub>2</sub> )	H(P <sub>2</sub> )	h(P <sub>2</sub> )	S(P <sub>3</sub> )	H(P <sub>3</sub> )	h(P <sub>3</sub> )	S(P <sub>4</sub> )	H(P <sub>4</sub> )	h(P <sub>4</sub> )	S(P <sub>3+P<sub>4</sub></sub> )	H(P <sub>3+P<sub>4</sub></sub> )	h(P <sub>3+P<sub>4</sub></sub> )
S 1	50	0.1274														
S 2	89.28										0.4886			0.1343		
S 3	93.44										0.5114			0.1406		
S 4	81							0.1681						0.1219		
S 5	77.9							0.1617						0.1172		
S 6	79.95							0.1659						0.1203		
S 7	81.06							0.1682						0.1220		
S 8	78.29							0.1625						0.1178		
S 9	63.26				0.1911											
S 10	64.46				0.1947											
S 11	57.47	0.1464	2.8046	0.9990		2.3206	0.9994		2.5845	0.9998		0.9996	0.9996		2.9973	0.9991
S 12	56.84	0.1448														
S 13	53.89	0.1373														
S 14	54.05	0.1377														
S 15	70.28				0.2123											
S 16	59.69	0.1520														
S 17	63.95				0.1932											
S 18	69.12				0.2088											
S 19	60.67	0.1545														
S 20	83.66							0.1736						0.1259		

#### 4.1.2. Klasifikacija studenata po stilu učenja

Važan factor u apsolviranju znanja i zadržavanja pozitivnog toka motivacije je prilagođenje obrazovnog okruženja stilu učenja. Kolbov modela učenja adaptiran od strane Peter Honey & Alan Mumford iz 2006 godine (Prilog 2 i 3) i VAK upitnik (Prilog 1) za samoprocenu stilova učenja korišćeni su u radu u određivanju stila učenja studenata, u cilju postizanja boljeg akademskog uspeha. (Graf, et al., 2006) (Dijanošić, 2009)

Tabela 16. Rezultati procene stila učenja – Klasa 2014/2015

Oznaka podgrupe	Sudent	Stil učenja
PG1	S2	Auditivni, Activist, Grupni
	S4	Auditivni, Teoretičar, Grupni
	S5	Kinestetički, Pragmatik, Grupni
	S8	Auditivni, Activist, Grupni
	S9	Vizuelni, Teoretičar, Individualni
	S11	Auditivni, Mislilac, Individualni

	S15	Auditivni, Pragmatik, Individualni
	S16	Vizuelni, Aktivist, Grupni
	S20	Auditivni, Teoretičar, Grupni
	S21	Auditivni, Aktivist, Grupni
	S22	Auditivni, Mislilac, Grupni
	S23	Auditivni, Aktivist, Grupni
	S25	Auditivni, Teoretičar, Grupni
	S26	Auditivni, Aktivist, Grupni
	S1	Auditivni, Mislilac, Grupni
PG2	S7	Auditivni, Mislilac, Grupni
	S12	Auditivni, Aktivist, Grupni
	S24	Auditivni, Teoretičar, Individualni
PG3	S27	Vizuelni, Aktivist, Grupni
	S3	Vizuelni, Pragmatik, Grupni
	S6	Kinestetički, Aktivist, Grupni
	S10	Kinestetički, Aktivist, Grupni
	S13	Vizuelni, Pragmatik, Individualni
	S14	Vizuelni, Pragmatik, Grupni
	S17	Kinestetički, Pragmatik, Grupni
	S18	Kinestetički, Aktivist, Grupni
	S19	Kinestetički, Aktivist, Grupni

Prvi korak u odabiru DL koncepta zasnovan je na tipu tutora i agenata, i kao takav inicijalno se postavlja za realizaciju obrazovnog procesa formiranih grupa. Radni okvir DL sistema učenja definisan je:

- Kurikulum – koje tematske celine, sadržaje, pripreme, kurs, treba da sadrži sa pedagoško-didaktičke tačke, koji su grupni ciljevi i svrha kursa
- Didaktički resursi – koja sredstva i metode će se koristiti za definisane podgrupe (asistencije tokom sesija, vežbe, problemski pristup, multimedijalni pristup sa sopstvenim sistemom upravljanja, e-biblioteka, baze podataka)
- Interfejs – koji interfejs i koje okruženje se simulira po podgrupama
- Model studenta – izbor pedagoških resursa, načina komunikacije i potreba.

Tabela 17. Kolbovi stilovi učenja u e-učenju (Filppula, 2000.)

Stil učenja i kombinacija procesa	Potrebe učenika u organizovanju e-učenja	Preporučena aktivnost u organizovanju e-učenja
<b>Aktivista</b> (delovanje i iskustvo)	Interakcija među učenicima, slobodna forma učenja i mišljenja, bez striktnih rokova	Grupni rad, rešavanje eksper. problema, konverzacije u realnom vremenu
<b>Reflektor, mislilac</b> (iskustva i refleksije)	Organizovane metode e-učenja, naglašen sadržaj učenja, sistematske instrukcije	E-knjige, diskusioni forumi
<b>Teoretičar</b> (refleksije i mišljenja)	Tradicionalno učenje, jasno definisani ciljevi, dobro pripremljene vežbe, testovi znanja	Logički zadaci i izrade studije slučaja, kvizovi tokom učenja
<b>Pragmatičar</b> (mišljenja i delovanja)	Mogućnost eksperimentalnog učenja, primene ideja	Praktične primene i vežbe, konverzacije u realnom vremenu

U ovom koraku klasa 2014/2015 nije dalje deljena na podgrupe studenata, jer je pretpostaka da se za okvir sadržaja (u izabranom DL sistemu) lakše mogu prilagoditi prezentacioni modeli tipskih DL modula po stilovima učenja, nego što bi bio razvoj novih konkretno prilagođenih modula, agenata, tutora za nove podgrupe.

Tabela 18. Rezultati procene stila učenja – Klasa 2015/2016

Oznaka podgrupe	Sudent	Stil učenja
PG1	S11	Auditivni, Mislilac, Individualni
	S12	Auditivni, Aktivist, Grupni
	S13	Vizuelni, Pragmatik, Individualni
	S14	Vizuelni, Pragmatik, Grupni
	S16	Vizuelni, Aktivist, Grupni
	S19	Kinestetički, Aktivist, Grupni
PG2	S9	Vizuelni, Teoretičar, Individualni
	S10	Kinestetički, Aktivist, Grupni
	S15	Vizuelni, Pragmatik, Grupni
	S17	Kinestetički, Pragmatik, Grupni
	S18	Kinestetički, Aktivist, Grupni
PG3	S4	Auditivni, Teoretičar, Grupni
	S5	Kinestetički, Pragmatik, Grupni
	S6	Kinestetički, Aktivist, Grupni
	S7	Auditivni, Aktivist, Grupni
	S8	Auditivni, Pragmatik, Grupni
	S20	Auditivni, Teoretičar, Individualni

PG4	S2	Auditivni, Teoretičar, Individualni
	S3	Audi-oVizuelni, Teoretičar, Individualni

U ovom koraku, za klasu 2015/2016, sprovedena je korekcija grupa. Studenta S2 podgrupe PG4 pridružili smo podgrupi PG3, obzirom da ima iste karakteristike stila učenja kao student S20 u podgrupi PG3, kao i studenta S3 koji ima slične karakteristike stila učenja kao student S4 u podgrupi PG3, a čije prilagođenje obrazovnog okruženja nije previše zahtevno. Promene pri tome nisu bitno narušile homogenost podgrupe PG3, tabela 19, stoga u konačnosti ostale su tri podgrupe klase 2015/2016: PG1, PG2 i PG3.

Tabela 19. Izračunavanje homogenosti predznanja korigovanih podgrupa Klasa 2015/2016

Student	Ocenjeno predznanje	S(P1)	H(P1)	h(P1)	S(P2)	H(P2)	h(P2)	S(P3+P4)	H(P3+P4)	h(P3+P4)
S 1	50	0,1274	2.8046	0,9990		2.3206	0,9994		2.9973	0,9991
S 2	89.28				0.1343					
S 3	93.44				0.1406					
S 4	81				0.1219					
S 5	77.9				0.1172					
S 6	79.95				0.1203					
S 7	81.06				0.1220					
S 8	78.29				0.1178					
S 9	63.26									
S 10	64.46				0.1911					
S 11	57.47	0,1464			0.1947					
S 12	56.84	0,1448								
S 13	53.89	0,1373								
S 14	54.05	0,1377								
S 15	70.28				0.2123					
S 16	59.69	0,1520								
S 17	63.95				0.1932					
S 18	69.12				0.2088					
S 19	60.67	0,1545								
S 20	83.66				0.1259					

#### 4.1.3. Klasifikacija studenata po profesionalnoj orijentaciji

U cilju određivanja profesionalne orijentacije, analiziran je program i ostvareni rezultati na predhodnom nivou školovanja (Prilog 7), analiziran je upitnik za otkrivanje sklonosti i stavova učenika prema studijama sproveden u srednjoj školi i sproveden je test profesionalne orijentacije (Prilog 4., Test razvoja karijere). (Noaman, et al., 2016; Career test:

<https://www.123test.com/career-test/index.php>) Na osnovu prikupljenih podataka definisali smo stepen profesionalne motivisanosti indeksima: m – motivisan, d- demotivisan, i f – formalan pristup obrazovanju radi projekcije mogućnosti za svaku podgrupu, po osnovu pojedinačnih karakteristika studenata odnosno članova podgrupe. Kako su profesionalna orijentacija studenata i stil učenja indirektno povezani, u fazi određivanja stila učenja i profesionalne orijentacije opredeljuju se odgovarajuća pedagoško-didaktička sredstava i metode. (Camelia & Tiberiu, 2017)

Tabela 20. Stepen profesionalne motivacije po podgrupama – Kalasa 2014/2015

Podgrupa	Motivisanost	Projekcija mogućnosti
PG1	m – 67%	Visok potencijal postoji – neophodno dodatno angažovanje uz grupni rad, korišćenje tutora i sprovođenje motivacionih vežbi
	f – 33%	
	d – 0%	
PG2	m – 100%	Visok potencijal postoji – neophodne prilagodne akcije, dodatno angažovanje metodičko-didaktičkih sredstava i dodatno angažovanje za vanredna ostvarenja u obrazovnom procesu
	f – 0%	
	d – 0%	
PG3	m – 0%	Potencijal postoji – neophodno dodatno angažovanje pedagoško-psiholoških metoda, prilagođeno tutorstvo, korektivne aktivnosti, dopunska nastava i sprovođenje motivacionih vežbi
	f – 88%	
	d – 22%	

Tabela 21. Stepen profesionalne motivacije po podgrupama – Kalsa 2015/2016

Podgrupa	Motivisanost	Projekcija mogućnosti
PG1	m – 0%	Potencijal mali – neophodne prilagodne akcije, dodatno angažovanje metodičko-didaktičkih sredstava i pedagoško-psiholoških metoda, vežbi i tutorstva, stalan nadzor i kontrola
	f – 67%	
	d – 33%	
PG2	m – 0%	Potencijal postoji po nivou preznanja– neophodne prilagodne akcije, dodatno angažovanje metodičko-didaktičkih sredstava i pedagoško-psiholoških metoda, vežbi i tutorstva, stalan nadzor i kontrola i sprovođenje motivacionih vežbi
	f – 40%	
	d – 60%	
PG3+PG4	m – 63%	Visok potencijal postoji – neophodno dodatno angažovanje uz grupni rada, korišćenje tutora i sprovođenje motivacionih vežbi
	f – 37%	
	d – 0%	

U zavisnosti od determinisanih karakteristika grupa, koriste se različiti student interfejsi DL sistema kako bi na taj način bio omogućen pristup različitim tutorima i agentima, da bi se simuliralo najprimerenije radno okruženje, ali i da bi se bliže odredio skup scenarija za očekivana ponašanja i događaje. Tutori, pružaju dodatne informacije, tumačenja, navođenja i pripreme učenika za rešavanje problema. Agent lokalnih karakteristika utiče na simuliranje



okruženja koje apstrahuje karakteristike odabrane situacije vs. karakteristika studenta, a koji u narednim interacijama vežbi podižu pragove i potenciraju situacije zasnovane na učeničkim “slabostima” radi prevazilaženja istih. Na taj način osim konstatacije ispravnosti rešenja i postupka, omogućeno je praćenje kvaliteta i dinamike rasuđivanja, snalaženja u situacijama i prostoru, te praćenje improvizacija, korišćenje stečenih znanja, dostupne literatutre i alata, kao i brzine, kvaliteta i efikasnosti postizanja cilja. (Miljković i Žižović, 2018)

U DL sistemima osim sadržaja koji su kreirani kao nastavni materijal, vrlo je važno pružiti studentima mogućnost uključivanja vlastitih sadržaja kao alternativnih prikaza, događaja ili samog tumačenja, radi integracije i povezivanja stečenih znanja sa nastavnim sadržajima.

#### 4.1.4. Praćenje emocionalnih reakcija studenata

Drugi korak ili normalizacija, slika 18., je “fino” podešavanje modula, tokom eksploatacije odabranog DL sistema za formirane podgrupe, a vrši se po osnovu analize povratnih informacija. Povratne informacije, tokom DL kursa, čine odgovori studenata kroz psihofizičke reakcije, kognitivne funkcije, stepen koncentracije, racionalnost, aktivnosti i ostvareni rezultat tokom sesija (broju pitanja po sesijama, količina nejsanoća, postavke problema, komentari, tačnost i brzina rešavanja problemskog zadatka). Informacije se prikupljaju kroz monitoring emocionalnog agenata, agenta lokalnih karakteristika i “open main” agenta, kao modula za praćenje rada, napredovanja i ponašanje studenata. Svaki sistem za prepoznavanje spontanih emocija zahteva detaljno ispitivanje, prilagođenje okruženju, izbor akustičkih obeležja koji će se pratiti, izbora odgovarajućih klasifikatora, sagledavanje parametara pokreta, gestikulacija i mimika. Sistem u osnovi izdvaja segmente rečenica (iskaze govornika), pokreta tela, tikove i sl., za koje je procenjeno da nose glavnu emocionalnu informaciju za sesiju (upitnik, vežba, test, i sl.). Svaki izdvojeni segment dobija svoju oznaku (labelu) o emociji kojoj pripada. Obradeni podaci i snimci razvrstaju se u po odgovarajući emocijama (u ovom slučaju: radost, strah, tuga, bes, iznenađenje, gađenje i neutralno stanje). U okviru jedne sesije i selektovane emocije (npr. strah) analize se razvrstaju po studentima. Za analizu se uvek uzima i prati dominantna emocija (iako je uvek prisutno više emocija, jedna je uvek dominantna). Intenziteti se mogu odrediti unutar skupa maksimalnih i minimalnih vrednosti konstatovanih prilikom “treniranja sistema”, a mogu se determinisati, kako je odabrano u radu, skalom od 0-1.

Svaka korespodencija sa DL sistemom predstavlja jednu sesiju koja se okončava kada je upit, primer, zadatak ili prezentovani materijal uspešno shvaćen, odnosno kada su ostvarene pozitivne emocije. U predmetnoj analizi, postavka je da imamo 5 zadataka, koji pokrivaju predmetne nastavne oblasti Softverski praktikum – C programski jezik, a koji su podeljeni na segmente. Svaki pristup (javljanje) DL sistemu konstatuje se u svakom od segmenata po broju, npr.:

St1: zadatak 1

1	3	2
segment 1	segment 2	segment 3

St2: zadatak 1

2	4	2
segment 1	segment 2	segment 3

itd. . . . .

U interakciji sa DL sistemom razvijaju se emocije, negativne koje se po pravilu javljaju na početku nastavne jedinice, vežbe, rešavanja zadatka, (no, moguća je situacija da je nekom od studenata sve jasno već posle same nastave, te nisu prisutne negativne emocije) i pozitivne koje se kao obavezne javljaju na kraju sesije po razrešenju dilema. Može desiti da imamo nulu za negativne emocije u nekoj sesiji, a potom se pojave te negativne emocije u okviru istog segmenta - ovo je situacija kada student uspešno savlada neki deo oblasti ali ne i celinu, te u sledećoj sesiji nailazi na problem. Pored tipa emocija (grube podele na negativne i pozitivne) konstatuje se jačina emocija oba tipa za svakog studenta, te se kreira tabela: javljanja, emocija (tip i intenzitet). Pored ovih podataka neophodni su nam podaci o javljanjima (broj pristupa DL sistemu) po segmentima, zadacima u toku semestra, tabela 20. Kako je napred navedeno, 5 zadataka koji pokrivaju predmetnu nastavnu oblast podeljeni su na segmente, tako da imamo predviđeno 15 segmenata, gde se u svakom meri broj javljanja, npr.:

St1:

1	3	2	2	4	2	2	2	3	4	4	2	2	2	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

U opštem slučaju javljanja po segmentima su  $b_1, b_2 \dots b_{15}$ , a prosek se računa prema izrazu:

$$\bar{J} = \frac{\sum_{i=1}^{15} b_i}{15} \quad (26)$$

odnosno za St1 prosečan broj javljanja u segmentima u toku kursa je:

$$37/15 \cong 2.47$$

Da bi mogli korektivno delovati u toku trajanja kursa, prati se i analizira prosečan broj javljanja u segmentima po zadatku:

$$\bar{J}_z = \frac{\sum_{i=1}^3 b_i}{3} \quad (27)$$

Takođe, sagledava se kolika je homogenost javljanja (opšti slučaj) po zadatku, ali i za ceo kurs:

$$J: \begin{pmatrix} S_1 & S_2 & S_{15} \\ \frac{b_1}{\sum b_i} & \frac{b_2}{\sum b_i} & \dots & \frac{b_{15}}{\sum b_i} \end{pmatrix} \quad (28)$$

$$J_z: \left( \frac{b_1}{b_1+b_2+b_3} + \frac{z_1}{b_1+b_2+b_3} + \frac{b_3}{b_1+b_2+b_3} \quad \frac{b_4}{b_4+b_5+b_6} + \frac{z_2}{b_4+b_5+b_6} + \frac{b_6}{b_4+b_5+b_6} \dots \frac{b_{13}}{b_{13}+b_{14}+b_{15}} + \frac{z_5}{b_{13}+b_{14}+b_{15}} + \frac{b_{15}}{b_{13}+b_{14}+b_{15}} \right) \quad (29)$$

To je analogan konačnog verovatnosnog sistema, za kojeg možemo izračunati pripadajuće vrednosti:

$$H(J) = - \sum_{j=1}^{15} \frac{b_j}{\sum_{i=1}^{15} b_i} \log_2 \frac{b_j}{\sum_{i=1}^{15} b_i} \quad (30)$$

$$H(J_z) = - \sum_{j=1}^3 \frac{b_j}{\sum_{i=1}^3 b_i} \log_2 \frac{b_j}{\sum_{i=1}^3 b_i} \quad (31)$$

Poređenjem ovog broja sa  $\log_2 15$  (logaritam osnove dva od ukupnog broja segmenata u toku semestra), odnosno sa  $\log_2 3$  (logaritam osnove dva od broja segmenata po zadatku) dobija se homogenost javljanja za konkretnog studenta po kursu:

$$h(J) = \frac{H(J)}{\log_2 15} \quad (32)$$

odnosno po zadatku:

$$h(J_z) = \frac{H(J_z)}{\log_2 3} \quad (33)$$

U gore prezentovanom primeru homogenost javljanja za ceo kurs bi bila:

$$\begin{aligned} H(J) &= -1 \frac{1}{37} \log_2 \frac{1}{37} - 9 \frac{2}{37} \log_2 \frac{2}{37} \\ &\quad - 2 \frac{3}{37} \log_2 \frac{3}{37} - 3 \frac{4}{37} \log_2 \frac{4}{37} \\ &= \frac{1}{37} \log_2 37 + \frac{18}{37} \log_2 37 + \frac{6}{37} \log_2 37 + \frac{12}{37} \log_2 37 - \frac{18}{37} - \frac{6}{37} \log_2 3 - 2 \frac{12}{37} \\ &= \log_2 37 - \frac{6}{37} \log_2 3 - \frac{42}{37} \end{aligned}$$

$$h(J) = \frac{\log_2 37 - \frac{6}{37} \log_2 3 - \frac{42}{37}}{\log_2 15} = 0,9771 ,$$

Tabela 22. Evidencija javljanja i homogenost poziva St1

Zadatak	Segment	Javljanja	Intenz. neg. em. /Ni/	Intenz. poz. em. /Pi/	$\bar{J}_z$	$\bar{J}$	H(Jz)	h(Jz)	H(J)	h(J)
1	1	1	0.01	0.8	2.0000	2.4667	1.4591	0.9206	3.8173	0.9771
		2	0.2	0.5						
	2	2	0.15	0.6						
		3	0.01	0.7						
	3	1	0.05	0.7						
		2	0.01	0.8						
2	1	1	0.25	0.6	2.6667					
		2	0.01	0.7						
	2	1	0.25	0.6						
		2	0.15	0.6						
		3	0.01	0.7						
		4	0.01	0.85						
	3	1	0.1	0.8						
		2	0.01	0.9						
3	1	1	0.2	0.5	2.3333					
		2	0.01	0.7						
	2	1	0.15	0.5						
		2	0.01	0.8						
	3	1	0.2	0.5						
		2	0.01	0.6						
		3	0.01	0.9						
4	1	1	0.2	0.5	3.3333					
		2	0.1	0.5						
		3	0.01	0.6						
		4	0.01	0.8						
	2	1	0.25	0.6						
		2	0.01	0.7						
		3	0.01	0.8						
		4	0.01	0.9						
	3	1	0.01	0.85						
		2	0.01	0.9						
5	1	1	0.15	0.7	2.0000					
		2	0.01	0.8						
	2	1	0.01	0.7						
		2	0.01	0.8						
	3	1	0.01	0.9						
		2	0.01	1						

Za svako javljanje je zapisana „prosečna“ negativna količinu emocija. U primeru St1 bilo je 37 javljanja koji su opisani sledećim zapisom:

$$\begin{array}{cccccccccccc}
N_1 & N_2 & N_3 & N_4 & N_5 & N_6 & \dots & \dots & \dots & \dots & N_{37} \\
0.01; & 0.2; & 0.15; & 0.01; & 0.05; & 0.01; & \dots & \dots & \dots & \dots & 0.01
\end{array}$$

U analizi dobijenih rezultata za negativne emocije umesto vrednost "nula" korišćen je termin vrednosti "skoro nula". Najbliži opis pojma "skoro nula", tj. da je minimalna vrednost za negativne emocije kao pojave određena kao vrednost 0.01, a koju možemo nazvati kao "nelagodnost javljanja", mada su negativne emocije praktično nula u odnosu na predmetno gradivo. Posle završenog prvog zadatka, računa se homogenost negativnih i pozitivnih emocija, te prosečna veličina negativnih i pozitivnih emocija tokom javljanja u realizaciji prvog zadatka. Zatim se prelazi na drugu oblast i drugi zadatak u kome se prema rezultatima pre svega homogenosti negativnih emocija iz prvog zadatka i vrednosti prosečnih negativnih emocija, zadaju zadaci različite težine, prilagođeni za različite studente. Studenti koji nisu imali negativne emocije ili su imali mali broj javljanja dobijaju odmereno teže zadatke. Ceo postupak se nastavlja do okančanja kursa, tj svih pet oblasti. U poslednjem koraku izračunava se homogenost i prosek pozitivnih i negativnih emocija, za ceo kurs.

U primeru St1 ukupno je zapisano 37 negativnih emocionalnih stanja (od kojih su neke i nule), a prosek po zadatku, odnosno kursu računat je u skladu sa relacijama:

$$\bar{q}_{z1} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 N_i \quad (34)$$

$$\bar{q} = \frac{1}{37} \sum_{i=1}^{37} N_i \quad (35)$$

Na osnovu evidentiranih podataka izračunava se za St1 homogenost negativnih emocija u javljanjima u toku izučavanja, rešavanja jednog zadatka i u toku realizacije celog kursa. U opštem slučaju segment  $S_j$  ima  $s_j$  javljanja, zadatak  $Z_k$  ima  $z_k$  javljanja, a pripadajuće negativne emocije po javljanju u segmentu su:  $N_{s1}, N_{s2}, \dots, N_{sj}$ , odnosno u zadatku  $N_{z1}, N_{z2}, \dots, N_{zk}$ , i tada je analogan konačnog verovatnosnog sistema za negativne emocije za konkretnog studentat izrazom:

$$q_{z1} : \begin{pmatrix} q_1 & q_2 & q_3 & \dots & q_6 \\ 0.01 & 0.2 & 0.15 & \dots & 0.01 \end{pmatrix} \quad (36)$$

$$q : \begin{pmatrix} q_{z1} & q_{z2} & \dots & q_{zk} \\ \frac{N_{z1}}{\sum z_k} & \frac{N_{z2}}{\sum z_k} & \dots & \frac{N_{zk}}{\sum_{k=1}^n z_k} \end{pmatrix} \quad (37)$$

Shodno tome izračunava se homogenost negativnih emocija po zadatku za studenta St1, tabela 22, prema relaciji:

$$H(q_z) = - \sum_{i=1}^k \frac{N_i}{\sum_{i=1}^k N_i} \log_2 \frac{N_i}{\sum_{i=1}^k N_i} \quad (38)$$

$$h(q_z) = \frac{H(q_z)}{\log_2 k} \quad (39)$$

odnosno homogenost negativnih emocija za ceo kurs za studenta St1, tabela 23, izračunata je prema relaciji:

$$H(q) = - \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{\sum_{i=1}^n N_i} \log_2 \frac{N_i}{\sum_{i=1}^n N_i} \quad (40)$$

$$h(q) = \frac{H(q)}{\log_2 n} \quad (41)$$

Analogno prethodnoj proceduri za analizu i praćenje negativnih emocija, sprovodi se algoritam za analizu i praćenje pozitivnih emocija. Za uzeti primer sada imamo da je „prosečna“ pozitivna količina emocija za svako javljanje za studenta St1:

$$\begin{array}{cccccccccccc} P_1 & P_2 & P_3 & P_4 & P_5 & P_6 & \dots & \dots & \dots & \dots & P_{37} \\ 0,8; & 0,5; & 0,6; & 0,7; & 0,7; & 0,8; & \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \end{array}$$

$$\bar{w}_{z1} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 P_i \quad (42)$$

$$\bar{w} = \frac{1}{37} \sum_{i=1}^{37} P_i \quad (43)$$

Na osnovu predhodnog izračunava se homogenost pozitivnih emocija za konkretnog studenta u toku izučavanja jedne oblasti (rešavanje zadatka) i u toku realizacije celog kursa na sledeći način:

$$w_{z1}: \begin{pmatrix} w_1 & w_2 & w_3 & \dots & w_6 \\ 0,8 & 0,5 & 0,6 & \dots & 0,8 \end{pmatrix} \quad (44)$$

$$W: \begin{pmatrix} w_{z1} & w_{z2} & w_{z5} \\ \frac{P_{z1}}{\sum z_k} & \frac{P_{z2}}{\sum z_k} & \dots & \frac{P_{zk}}{\sum z_k} \end{pmatrix} \quad (45)$$

$$H(w_z) = - \sum_{j=1}^k \frac{P_i}{\sum_{i=1}^k P_i} \log_2 \frac{P_i}{\sum_{i=1}^k P_i} \quad (46)$$

$$h(w_z) = \frac{H(w_z)}{\log_2 k} \quad (47)$$

odnosno:

$$H(w) = - \sum_{j=1}^n \frac{P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \log_2 \frac{P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (48)$$

$$h(w) = \frac{H(w)}{\log_2 n} \quad (49)$$

U opštem slučaju, negativne emocije po javljanju su:  $N_{z1}, N_{z2}, \dots, N_{zk}$ , gde je  $0,01 \leq N_k \leq 1$ , a pozitivne su:  $P_{z1}, P_{z2}, \dots, P_{zk}$  gde je  $0 < P_k \leq 1$ .

Tabela 23. Pregled analize emocija po tipu i intenzitetu, i određivanje homogenost emocija po zadatku i kursu za studenta St1, klasa 2014/2015

Student St1, Klasa 2014_2015																																									
Zadatak	Segm.	Javljanja	Int. neg. emoc. /Ni/	Intenz. pozitiv. emoc. /Pi/	$\bar{J}_z$	$\bar{J}$	H(Jz)	h(Jz)	H(J)	h(J)	$\bar{q}_z$	$\bar{q}$	H(qz)	h(qz)	H(q)	h(q)	$\bar{w}_z$	$\bar{w}$	H(wz)	h(wz)	H(w)	h(w)																			
1	1	1	0.01	0.8	2.0000		1.4591	0.9206			0.0717		1.7832	0.6898			0.6833		2.3289	0.9009																					
		2	0.15	0.6																																					
	2	1	0.05	0.7																																					
		2	0.01	0.8																																					
	2	1	1	0.25																			0.6	2.6667		1.5000	0.9464			0.0988		2.2023	0.7341			0.7188		2.9828	0.9943		
			2	0.01																			0.7																		
2		1	0.25	0.6																																					
		2	0.15	0.6																																					
3		1	0.1	0.8																																					
		2	0.01	0.9																																					
3	1	1	0.2	0.5	2.3333	2.4667	1.5567	0.9821	3.8173	0.9771	0.0843	0.0711	1.9592	0.6979	4.2119	0.8085	0.6429	0.7135	2.7692	0.9864	5.1815	0.9946																			
		2	0.01	0.8																																					
	2	1	0.15	0.5																																					
		2	0.01	0.8																																					
	3	1	0.2	0.5																																					
		2	0.01	0.6																																					
4	1	1	0.2	0.5	3.3333		1.5219	0.9602			0.0620		2.1517	0.6477			0.7150		2.9618	0.8916																					
		2	0.1	0.5																																					
		3	0.01	0.6																																					
		4	0.01	0.8																																					
	2	1	0.25	0.6																																					
		2	0.01	0.7																																					
3	1	0.01	0.85																																						
	2	0.01	0.9																																						
5	1	1	0.15	0.7	2.0000		1.5850	1.0000			0.0333		1.3918	0.5384			0.8167		2.5728	0.9953																					
		2	0.01	0.8																																					
	2	1	0.01	0.7																																					
		2	0.01	0.8																																					
	3	1	0.01	0.9																																					
		2	0.01	1																																					

Gruba analiza dobijenih podatke za studenta St1, klase 2014/2015, nagoveštava potrebu “finog” podešavanja (korekcije) dodeljenih modula individualnim potrebama studenta. Neka od mogućih tumačenja, odnosno mogućih solucija primera radi u odsustvu negativnih emocija su:

- A. student je izvanredan i sve zadatke lako rešava,
- B. zadatak koji je student dobio nije težak (trivijalan je), te nema dilema oko njegovog rešavanja,

C. odsustvo negativnih emocija u nekom javljanju, a potom pojava istih u okviru istog segmenta, znači da je student završio uspešno neki deo oblasti ali ne i celinu, pa ponovnim javljanjem pokušava prevazići problem na koji je naišao u sledećem koraku.

Primenom razvijenog modela u analizi emocionalnih reakcija svakog pojedinačnog studenta (Prilog 8) mogu se predvideti neophodni prilagodni koraci, aktivnosti koje je potrebno sprovesti u toku kursa, kao potreba studenata za ostvarenjem cilja, tj. uspešnim završetkom kursa, uz minimizaciju utrošenog vremena, energije, stresa i troškova, a maksimizaciju uspeha. Na ovaj način sistem obrazovanja postaje efektivniji i efikasniji.

#### 4.1.5. Korektivne akcije u DL sistemu

Nakon postavki, prilagođenja i praćenja parametara DL učenja, nameće se sledeći korak, a to su akcije sistema. Već posle prvih zadataka, odnosno reakcija studenata, mogu se praviti korekcije u težini zadataka ili korekcije u prezentaciji gradiva, kako za pojedinca tako i za celu grupu. Za svaku situaciju, sistem mora imati odgovarajući odgovor (scenario), ali i alternativni scenarij, koji vodi do potpunog ili zadovoljavajućeg uspeha. Promene se prate kontinualno tokom celog kursa, a korekcije se spovode kada korektivni factor, koji predstavlja trendove uspešnosti, iziđe iz opsega vrednosti. Predloženi korektivni factor kao indikator potrebe za reakcijom tj. normalizacijom, dat je izrazom (50). On predstavlja srednju vrednost kvaliteta odziva studenta na proces učenja za formiranu podgrupu i dodeljeni DL sistem. Ukoliko vrednost korektivnog faktora ne zadovoljava, dalje praćenje se vrši izračunavanjem pojedinačnih korektivnih vrednosti za studenata, relacija (51).

$$\bar{k} = \frac{\sum_{j=1}^{n_k(t_i)} (BP_{j(t_i)} * TF_{(t_i)} + BN_{j(t_i)} * TF_{(t_i)} + IE_{j(t_i)} * TS_{j(t_i)})}{n_k} \quad (50)$$

$BP_{j(t_i)}$  – broj pitanja studenta  $j$  u savladavnju teme  $t_i$

$TF_{(t_i)}$  – težinski faktor teme  $t_i$  (važnosti teme nastavne oblasti, kognitivna zahtevnost teme, potreba za predznanjem, povezivanje više tematskih oblasti), npr. [1 – 5]

$BN_{j(t_i)}$  – broj nejasnoća/zbunjenost studenta  $j$  izražen tokom savladavnja teme  $t_i$

$TF_{(nt_i)}$  – težinski faktor iskazanih nejasnoća u tematskoj oblasti  $t_i$  (stepen nerazumevanja, “rupe” u predznanju, kognitivna ograničenja, nedostatak vežbi, ...), npr. [1 – 5]

$IE_{j(t_i)}$  – prosečno iskazan intenzitet emocija studenta  $j$  u savladavnju teme  $t_i$ , (tabela 23)



$TS_{j(t_i)}$  – ukupno trajanje sesija (broj sesija\*prosečan broj konsultacija po sesiji ( $\bar{J}_z$ ))\* prosečno vreme trajanja konsultacija, (tabela 23) studenta  $j$  u savladavnju teme  $t_i$

$n_k$  – broj studenata koji su koristili dokumentaciju koja pokriva temu  $t_i$

$$k_j = E_{(t_i)} \frac{(BP_{j(t_i)}*TF_{(t_i)}+BN_{j(n_{t_i})}*TF_{(t_i)}+IE_{j(t_i)}*TS_{j(t_i)})}{n_k} \quad (51)$$

$E_{(t_i)} = (-1, +1)$  – koeficijent koji izražava dominantni tip emocija koji je prisutan u savladavnju teme  $t_i$  (pozitivne ili negativne)

$n_d$  – broj korišćenih dokumenata od strane posmatranog studenta koja pokriva temu  $t_i$

Primer računice faktora korektivne vrednosti za studenta St1, klase 2014/2015, za prvu temu kursa:

$$k_{St1} = E_{(t_i)} \frac{(BP_{j(t_i)}*TF_{(t_i)}+BN_{j(n_{t_i})}*TF_{(t_i)}+IE_{j(t_i)}*TS_{j(t_i)})}{n_d} =$$

$$+1 \frac{(1*3+0*2+0,6833*(2*3*0,25))}{5} = 0,25$$

Planer obrazovnog procesa, na osnovu izračunate vrednosti  $\bar{k}$ , preduzima (ili ne) odgovarajuće akcije u okviru dodeljenog DL sistema i njegovih modula. Ako je neophodno preduzeti korekcije, generišu se novi reaktivni planovi u zavisnosti od skupa do tada determinisanih karakteristika podgrupe. Sekvencijalni planovi, koji se generišu su individualni i relizuju se pojedinačno za studenta u skladu sa koeficijentom  $k_j$ .

Činilac  $E_{(t_i)}$  uveden je kao smer delovanja korektivnih radnji. Ako koeficijent  $k_j$  znatnije raste u pozitivnom domenu, dominantne emocije su pozitivnog tipa, potrebna su pojašnjenja i dodatne vežbe. Ako koeficijent  $k_j$  ima pozitivnu ali malu vrednost, studentu izražava potrebu za dodatnim sadržajima, tj. znanjima i veštinama, sadržajima koji šire, tj. napredno daju pojašnjenja, obrazlažu primene, prezentuju analize i primere. U slučaju studenta St1 nemamo problema sa nejasnoćama, a broj dodatnih pitanja o gradivu je mali. Međutim, broj pristupa DL sistemu je iznad proseka, kao i broj pristupa dokumentima kursa (sadržajima). To je situacija kada studenti izražavaju izrazitu znatiželju, a broj dostupnih dokumenata u sistemu im je mali, nedovoljan ili im je zanimanje za tematsku oblast prevazišlo akademske aspekte izučavanja na kursu i prešao u domen praktične primene i iskustava. U suprotnom, ako koeficijent  $k_j$  opada u negativnom domenu (dominantne emocije su negativnog tipa), reč je o korekcijama koje su

vezane za nerazumevanje i nejasnoće. One mogu biti posledica nedovoljne ili nekvalitetne dokumentacije, neadekvatne prezentacije ili tutorstva. Stoga, pretpostavka je da studenti ne dobijaju odgovore na svoja pitanja, ne dobijaju adekvatne savete ni objašnjenja na iskazane nejasnoće. Broj sesija, kao potrebe za pojašnjenjem, je velik, a sesije su neprimereno duge. Emocije su negativne, a one po svojoj prirodi blokiraju kognitivne procese. U tom slučaju neophodne su korekcije u prezentacionom modelu, obaviti ponavljanje gradiva, te sprovesti dodatne i stimulative vežbe, a u krajnjem slučaju neophodno je redefinisavanje formiranih podgrupa, ili promena dodeljenog koncepta DL sistema.

#### **4.2. Višekriterijumska analiza izbora koncepta DL sistema**

U predhodnoj analizi prikazan je jedan algoritam podele studenata na grupe, podgrupe. Kroz klasifikaciju studenata po predznaju, stilu učenja i profesionalnoj orijentaciji, kao prvog koraka, stvoren je grubi okvir za izbor koncepta DL sistema za klasu. Obzirom na visoku homogenost grupa, svakoj grupi se može dodeliti jedna metodologija realizacije kursa. Kako su definisane tri grupe, u svakoj od klasa, izabrani koncepta DL sistema mora posedovati fleksibilnost i adaptivnost za primenu u sve tri formirane grupe studenata ali i obe klase. Nakon konceptualnog izbora, u narednom koraku više se konkretna prilagođenja (adaptacije) za svakog studenta pojedinačno, po osnovu prikupljenih povratnih informacija. Osim emocionalnih reakcija, kao jedne od povratnih informacija koje sistem generiše, prati se brzina i kvalitet apsolviranja znaja, postignuće - uspeh (testovi, demonstracije, kolokviji, itd.), razvoj motivacije, sociološki aspekti napredka tokom kursa (rad u grupi, komunikacija u klasi, pružanje i zahtevanje pomoći – saradnja sa kolegama, itd.). Uspešnost ovog koraka, a time i toka kursa, zavisi pre svega od kvaliteta odluke koja je doneta u predhodnom koraku. Hijerarhijski gledano, kvalitetno prepoznavanje karakteristika studenata, odnosno grupe i podela na podgrupe predstavlja prvi korak, izbor koncepta DL sistema (jednog od više dostupnih) je drugi korak, a “fino podešavanje” prilagođavanje individualnim potrebama studenata DL okruženja je traći korak, slika 18.

Svaki DL sistem ima svoju arhitekturu, metodologiju kao i metodičke principe pri realizaciji kurseva. Cilj svakog predavača (onog ko priprema i izvodi nastavu, i primenjuje određene metodologije) je da odabere adekvatnu metodologiju u datim uslovima i za konkretno okruženje. Izbor, znači plansku aktivnost da se uticaj nekih činioca na ishod obrazovnog procesa

svesno mora maksimizirati, a druge minimizirati. No, za donošenje kvalitetne odluke postavlja se pitanje kompetencija, subjektivnosti, analize velike količine podata koje čine obrazovno okruženje i iskustva nosioca predmeta koji treba doneti odluku.

Ideja primene metoda VKA jeste prevazilaženje navedenih problema i dilema na konzistentan način, na koje predavač kao donosilac odluke nailazi prilikom rada sa velikom količinom kompleksnih informacija koje definišu obrazovni proces. Kompleksne informacije odnose se na rad sa velikim brojem parametara sa kojima se analizira višekriterijumski problem, različite merne jedinice u kojima se izražavaju parametri, kao i različite skale. Primena modela VKA u izboru koncepta DL sistema za konkretno obrazovno okruženje, ne zamenjuje proces donošenja odluke, već pruža podršku pri odlučivanju i definisanju modela problema, a na osnovu sagledanih karakteristika grupa studenata i individualnih karakteristika samih studenata.

#### 4.2.1. Postavka VK problema pri izboru DL sistema

Cilj primene VKA u definisanju adekvatnog izbora DL sistema je optimizacija izbora u skladu sa postavljenim ciljevima. U skladu sa opštom postupkom definisanja VK problema sprovedeni su sledeći koraci:

1. definisanje cilja,
1. definisanje kriterijuma i potkriterijuma (tzv. strukturiranje problema),
2. definisanje (generisanje ) alternativa,
3. upoređivanje kriterijuma u odnosu na cilj (određivanje uticaja kriterijuma na cilj),
4. upoređivanje alternativa u odnosu na kriterijume (određivanje relativnog uticaja svake alternative po određenom kriterijumu),
5. sinteza alternativa u odnosu na cilj (agregacija rešenja) i
6. analiza osetljivosti. (Fakultet organizacionih nauka, 2015)

Cilj primene VK modela u izboru koncepta DL sistema za konkretno obrazovno okruženje je:

- ostvarenje primenljivog znanja
- ostvarenje većeg uspeha u obrazovnom procesu
- kraće vreme učenja
- ostvarenje većeg stepena zadovoljstva studenata u procesu obrazovanja.

Dostupni alati i tehnologije tj. alternative u postizanju zadatih ciljeva, koje se konceptualno razlikuju u metodologiji pristupa DL sistema učenju su:

- broudkast zasnovani DL sistemi učenja – Bk
- WBL zasnovani DL sistemi učenja
- MOOCs zasnovani DL sistemi učenja
- DL sistemi zasnovani na tehnologiji “oblaka” – CC sistemi učenja

Globalno posamtrajući, kriterijumi koji se nameću u oceni alternativa izbora koncepta DL sistema za obrazovne ustanove su:

- Cena DL sistema
- Funkcionalnst DL sistema:
  - Lakoća instalacije (stručno osoblje, potreba za obukom krajnjeg korisnika ili samostalno)
  - Prilagodljivost sistema okruženju (stručno osoblje ili samotalno)
- Fleksibilnost ka terminalnim uređajima za pristup DL sistemu:
  - ograničenje u korišćenju hardvera (PC, tablet, pametni telefon, ..)
  - ograničenja u korišćenju softvera (Windows, Android, Linux, Mac, ...)
- Praćenje i verifikacija ostverenih rezultata u toku kursa
- Dostupnost servisa (ITS, LMS, ...)
- Prikupljanje, analiza i primena povratnih informacija u organizaciji i sprovođenju kursa (praćenje kvaliteta apsolviranog znanja, motivacije, psihosomatskih promena, emocija, ...)
- Podrška saradničkom učenju, grupnom radu i konsultacijama (“chat-room”, e-pošta, društvene mreže, blog, video-konferencije, ...)
- Multimedijalnost
- Lakoća upotrebe
- Sigurnost DL sistema (mala, zadovoljavajuća, visoka)
- Administracija i podrška (24/7, periodična, po zahtevu)
- itd.

Optimizacija celog spektra kriterijuma vrši se određivanjem težinskih faktora (faktora važnosti) kriterijuma, sa stanovišta uticaja na ciljeve, i određenjem njihovih međusobnih relativnih važnosti, a što je obrazloženo u poglavlju 5. Korisnički gledano (sa tačke studenata), taj skup se

može optimizovati u kontekstu ostvarenja individualnih ciljeva, i u tom smislu odabrani kriterijumi su:

C<sub>1</sub> – cena, (kupovina, zakup, pretplata na iznajmljeni servis, ili neki drugi finasijski model)

C<sub>2</sub> – dostupnost dodatnih servisa (koji obezbeđuju fleksibilnost i adaptivnost sistema)

C<sub>3</sub> – analiza povratnih informacija u cilju prilagođenja DL koncepta individualnim potrebama

C<sub>4</sub> – podrška saradničkom učenju, grupnom radu i konsultacijama

C<sub>5</sub> – multimedijalnost (fleksibilnost ka različitim stilovima učenja)

Analizom mogućih slučajeva po selektovanim kriterijumima, može se opisati kvalitet kriterijuma za posmatrano obrazovno okruženje i uticaj kriterijuma na ishode procesa u posmatranom obrazovnom okruženju. Primer sagledavanja uticaja kriterijuma na ishode cilja:

- za kriterijum C<sub>1</sub>
  - fakultet je državni, svi nastavni resursi i servisi su besplatni, ili je u sklopu školarine obuhvaćeno besplatno korišćenje resursa i dostupnost svim servisima (besplatan i neograničen pristup)
  - fakultet naplaćuje korišćenje i pristup dodatnim resursima i servisima (individualni izbor pristupa dodatnim servisima)
  - cene korišćenja i pristupa dodatnim resursima i servisima zasnovani su na rasporedu i planu i program nastave (selektivan pristup po vremenu i obimu)
  - pristup e-materijalima kursa i dodatnim servisima kupuje se kao klasična literature
- za kriterijum C<sub>2</sub>
  - pristup servisima zasnovanim na ITS-u, LMS-u, u cilju pomoći u razumevanju gradiva, kontinualnog praćenja i analize postignutog nivoa znanja, te izrade projekcija za ostvarenje ciljeva (u definisanim tačkama kursa)
  - pristup dodatnim e-vežbama i simulacijama, (dodatno angažovanje za razjašnjenje dilemma i nejasnoća, generisanje prilagođenih primera, naknadno (pre)slušanje predavanja, problemske analize “korak po korak”, is l.)
  - pristup e-testovima i e-upitnicima
  - udaljeni pristup klasičnim konsultacijama (video-link, veb-streaming, ...)
- za kriterijum C<sub>3</sub>

- povratne informacije se prikupljaju, a analiziraju se po osnovu “OFF-line” provera, te se sprovode naknadne korekcije metodologije kursa
- “ON-line” analize aktivnosti tokom kursa, aktivnosti na času, rešavanje upitnika, testova, a korekcije metodologije i dinamike kursa vrše se nakon tematskog završetka nastavne oblasti u skladu sa konstatovanim slabostima i potrebama
- Sinhrono praćenje psiho-somatskih promena, motivacije, razvoja zanja, kognitivnih funkcija i stepena zadovoljstva, korekcije se sprovode trenutno (“u hodu”) tj. prilagođavanje metodologije nastavne, dinamike, ambijenta tj. nastavnog okruženja potrebama i željama grupe
- za kriterijum C<sub>4</sub>
  - “OFF-line” podrška saradničkom učenju (konsultacije na “mreži”, intranetu/internetu, e-pošta, društvene mreže, itd.)
  - “ON-line” podrška saradničkom učenju (“chat-room” konsultacije, “live-streaming” konsultacije, video-konferencijske konsultacije, itd.)
  - Grupni pristup e-vežbama, e-laboratoriji, e-simulacijama, sa “ON-line” audio-video konekcijom
- za kriterijum C<sub>5</sub>
  - klasični pristup prezentaciji nastavnog materijala, (tekst, slika, grafikoni)
  - klasični internet pristup prezentaciji nastavnog materijala, (tekst, slika, grafikoni sa mogućnošću linkovanja, npr. posebnih termina i pojava kao vrste dodatnog pojašnjenja, ili dodatnog sadržaja u nastavi)
  - klasični internet pristup prezentaciji nastavnog materijala, uz zvučne efekte radi kreiranja ambijenta “živog predavača” i prilagđenog nastavnog okruženja
  - multimedijalni pristup nastavi, demonstracija pojava kroz animaciju i film uz klasične sadržaje
  - internet multimedija, sa svim funkcionalnostima i prednostima “ON-line” pristupa dostupnim podacima na internetu i “ON-line” grupnom i saradničkom učenju
  - internet elektronska učionica, 3D vizuelizacija, 3D modelovanje, 3D simulacije

Na osnovu izabranih kriterijuma (suženog izbora kriterijuma) i konstatovanih alternativa, može se kreirati višekriterijumska matrica odlučivanja, kao u tabeli 24.

Tabela 24. Višekriterijumska matrica odlučivanja o izboru DL sistema

$A_i/C_j$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
Bk	$a_{11}$	$a_{12}$			$a_{1n}$
WBL	$a_{21}$	$a_{22}$			$a_{2n}$
MOOCs	...	...			...
CC	$a_{m1}$	$a_{m2}$			$a_{mn}$

Ovim VK modelom se rešava problem rangiranja dostupnih DL sistema, tj. alternative (Bk, WBL, MOOCs, i CC) po pet definisanih i odabranih kriterijuma ( $C_1, \dots, C_5$ ).

Elementi matrice  $a_{ij}$  su vrednosti koje alternativa  $A_i$  ( $i=1, \dots, 4$ ) ima u odnosu na kriterijum  $C_j$  ( $j=1, \dots, 5$ ). Kriterijumi su poređani po stepenu važnosti od najvažnijeg  $C_1$  do najmanje važnog  $C_5$ . Kriterijumi su maksimizirajućeg tipa, tj. najbolja vrednost je najveća vrednost.

Skale vrednosti kriterijuma  $C_2 - C_5$  date su opisno, lingvistički, stoga je neophodno izvršiti kvantifikaciju lingvističkih izraza. Kriterijum cena, u većini realnih slučajeva je minimizirajućeg tipa (najbolja vrednost je najmanja vrednost), pod uslovom da se iskazuje nominalno. U našem slučaju kriterijum  $C_1$  izražen tablicom vrednosti, obzirom da se pojedini DL sistemi ne mogu vrednovati kao programski paketi koji se kupuju (po nekoj ceni), već se iznajmljuju kao servisi u željenom obimu i načinu (limit funkcija, vremena konekcije, sadržaja i sl.). U ovom slučaju nominalne cene su neuporedive, ali odnos cena/potreban i dovoljan kvalitet usluge, jeste uporediv. Npr. neograničen pristup programskom paketu ili trajno vlasništvo nad njim je često nepotrebno, jer se odnosi na matreijale kursa za deo predavanja, za ceo kurs, ali ne i celu godinu studija ili cele studije. Takođe, individualne potrebe zakupa su različite (a time i cena), zbog individualnih sposobnosti u razumevanju materijala i apslovanju znanja, i zbog samih razlika u predzanju studenata.

Tabela 25a. Tablica vrednosti kriterijuma  $C_1$ 

Kvalitativ. ocena	Besplatno $Q_1$	Korisnič. zakup softv. i hardvera kao servis $Q_2$	Korisnički zakup naloga $Q_3$	Zakup vremena pristupa paketu $Q_4$	Zakup paketa $Q_5$	Prodaja paketa $Q_6$	Tip kriterijuma
Kvantifik. ocena	10	9	7	5	3	1	Max.

U slučaju kriterijuma  $C_2 - C_5$  koji su dati opisno, opisana su praktično očekivanja studenata po svakom od kriterijuma, te smo ih i vrednovali skalom 1–10. Vrednosti između 1 i 10 govore o stepenu očekivanja između minimalnog i maksimalnog. Pri tom, ocena 1 ukazuje na to da po kriterijumu nemamo nikakvih očekivanja i nikakvu dobit u kvalitetu, dok ocena 10 znači da u tom slučaju imamo na raspolaganju maksimalni kvalitet i dobit, “više nego očekivano”. Rasponi između ocena nisu simetrični, jer postoje trendovi razvoja novih servisa i razvoja novih sistema koji su poznati ali još nisu komercijalno dostupni, a na različiti način i sa različitim kvalitetom unapređuju DL sisteme. Novi kvalitet koji oni donose menjaju rangiranje, tj. ocene efikasnosti postojećih servisa. Uvođenjem novina, u razmatranje, menjala bi se i skala, a time i proračuni. U ovom, šire sagledanom slučaju (skale vrednovanja) dodaju se novi servisi kao novi kvalitet, a posle nekog vremena zastarele tehnologije ili servisi, koji su prerasli u standardne pakete usluga se isključuju, bez menjanja vrednosne skale. Takođe, ovako kreirana skala puža prostor za obuhvat eventualnih podkriterijuma bez širenja modela.

Tabela 25b. Kvantifikacija lingvističkih izraza  $C_2$

Kvalitativ. ocena	Izvrstan $Q_1$	Odličan $Q_2$	Vrlo Dobar $Q_3$	Prihvatljiv $Q_4$	Zadovoljava $Q_5$	Loš $Q_6$	Tip kriterijuma
Kvantifik. ocena	10	9	7	5	3	1	Max.

Tabela 25c. Kvantifikacija lingvističkih izraza  $C_3$

Kvalitativ. ocena	Izvrstan $Q_1$	Odličan $Q_2$	Vrlo dobar $Q_3$	Prihvatljiv $Q_4$	Zadovoljava $Q_5$	Loš $Q_6$	Tip kriterijuma
Kvantifik. ocena	10	9	7	5	3	1	Max.

Tabela 25d. Kvantifikacija lingvističkih izraza  $C_4$

Kvalitativ. ocena	Tri servisa $Q_1$	Dva servisa SUč+GrR $Q_2$	Dva servisa GrR+Kons. $Q_3$	Dva servisa SUč+Kons. $Q_4$	Jedan servis $Q_5$	Nema servisa $Q_6$	Tip kriterijuma
Kvantifik. ocena	10	7	6	5	2	1	Max.



Tabela 25e. Kvantifikacija lingvističkih izraza  $C_5$ 

Kvalitativ. ocena	Multimed. 3D vizueliz. +veb-link $Q_1$	Multimed. +veb-link $Q_2$	Multimed. $Q_3$	Tekst, slika, grafikoni, zvuk + veb-link $Q_4$	Tekst, slika, grafikoni + veb-link $Q_5$	Tekst, slika, grafikoni $Q_6$	Tip kritererij.
Kvantifik. ocena	10	8	5	3	2	1	Max.

Nakon kvantifikacije lingvističkih izraza za kriterijume  $C_2 - C_5$ , tabela 24, poprima konačan oblik postavke višekriterijumske matrice za izbor DL sistema.

Tabela 26. Višekriterijumska matrica odlučivanja o izboru DL sistema

$A_i/C_j$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
Bk	5	1	1	5	5
WBL	7	10	10	10	8
MOOCs	10	5	1	2	8
CC	9	10	7	10	10

#### 4.2.2. Normalizacija VK modela

Tablice vrednosti kriterijuma iako normirane 1 – 10, nemaju istu raspodelu vrednosti, tj. nisu jednake niti simetrične. Zbog mogućih dodatnih vrednosti kriterijuma, vrednosti nisu dodeljivane u nizu (npr. u tabeli 25e, moguća vrednost za tehničku karakteristiku sistema je “Interaktivna multimedija sa veb-linkom” koja bi poprimila ocenu 9, a koja je u razvoju, i sl.). U skladu sa tim, za svaki kriterijum  $C_j$  ( $j=1, \dots, 5$ ) u tabeli 26, imamo kolonu  $j$  sa vrednostima koje alternative uzimaju po tom kriterijumu  $C_j$ . Jasno je da su te vrednosti važne za donošenje odluke. Neke odluke su neprihvatljive, neke su jedva prihvatljive, neke su prihvatljive, dok su neke ekstremno dobre. Shodno tome, neophodno je definisati granice zadovoljstva sa mogućim vrednostima alternativa. Da bi se zadatak dalje mogao rešavati neophodno je vrednost atributa, koji opisuju određene kriterijume, prevesti u bezdimenzionalne vrednosti, a da se pri tome ne izgube vrednosti o relativnim odnosima atributa iz polazne postavke.

Dakle, za svaki kriterijumu  $C_j$  ( $j=1, \dots, 5$ ) definisaćemo  $r$  vrednosti ( $r \in \mathbb{N}$ ) takvih da je  $Q_{j1} > Q_{j2} > Q_{j3} > Q_{j4} > Q_{j5} > Q_{j6}$ , a dodeljene vrednosti definisane su kao:

- $Q_{j1}$  – vrednost idealna za donosioca odluke,
- $Q_{j2}$  – donja granica idealnih vrednosti,
- $Q_{j3}$  – odlična vrednost
- $Q_{j4}$  – prihvatljiva vrednost
- $Q_{j5}$  – vrednost odakle počinju jedva prihvatljive vrednosti,
- $Q_{j6}$  – vrednost ispod koje se ne ide (za maksimizirajući kriterijum  $C_j$ ).

Za kriterijume  $C_j$ , ( $j = 1, \dots, 5$ ), gde su svi maksimizirajućeg tipa, po osnovu konkretnih vrednosti  $Q_{jk}$ , ( $1 \leq k \leq 6$ ) determinisano je  $r - 1$ , odnosno pet intervala. Kako su tačke  $Q_{jk}$ ,  $2 \leq k \leq r - 1$  su granične tačke intervala, stoga se kao takve moraju odrediti kom intervalu pripadaju. U našem slučaju za kriterijum  $C_1$  smo definisali pet interval za potrebu donošenja odluke:

- $I_{11}$  – idealni interval odluke je  $(9, 10]$
- $I_{12}$  – donja granica idealnog interval je  $(7, 9]$
- $I_{13}$  – interval prihvatljive vrednosti je  $[5, 7]$
- $I_{14}$  – interval jedva prihvatljivih vrednosti je  $[3, 5]$
- $I_{15}$  – interval vrednosti ispod koje se ne ide je  $[1, 3)$ ,

sa napomenom da je kriterijum  $C_1$  maksimizirajućeg tipa. Za različite kriterijume broj ovih intervala može biti različit, što kod nas nije slučaj. Tako da u konkretnom slučaju imamo sledeću raspodelu intervala:

- $I_{21} - (9, 10]; I_{31} - (9, 10]; I_{41} - (7, 10]; I_{51} - (8, 10]$  – idealni interval odluke,
- $I_{22} - (7, 9]; I_{32} - (7, 9]; I_{42} - (6, 7]; I_{52} - [8, 5)$  – donja granica idealnog interval,
- $I_{23} - [5, 7]; I_{33} - [5, 7]; I_{43} - [5, 6]; I_{53} - [5, 3)$  – interval prihvatljive vrednosti,
- $I_{24} - [3, 5); I_{34} - [3, 5); I_{44} - [2, 5); I_{54} - (2, 3]$  – interval jedva prihvatljivih vrednosti,
- $I_{25} - [1, 3); I_{35} - [1, 3); I_{45} - [1, 2); I_{55} - [2, 1]$  – interval vrednosti ispod koje se ne ide.

Obzirom da intervali nisu jednaki, tačne vrednosti za interval odluke određeni su kao:

$$Q_{j1} = 10, Q_{j2} = 8.5, Q_{j3} = 6, Q_{j4} = 3.5, Q_{j5} = 1.5, \text{ za } j = 1, 2, 3$$

$$Q_{41} = 9, Q_{42} = 7, Q_{43} = 4.5, Q_{44} = 4, Q_{45} = 1, \text{ za } j = 4$$

$$Q_{51} = 9.5, Q_{52} = 7, Q_{53} = 4.5, Q_{54} = 2, Q_{55} = 1, \text{ za } j = 5$$

Tačne vrednosti intervala odluke dalje se koriste u normalizaciji vrednosti postavljene višekriterijumske matrice. Normalizaciju vrednosti kolona iz tabele 26, tj. normalizaciju vrednosti alternative  $A_i$  ( $i=1, 2, 3, 4$ ) po kriterijumu  $C_j$  ( $j=1, \dots, 5$ ) vršimo za svaki kriterijum  $C_j$ ,

pomoću (u opštem slučaju) definisane neopadajuće funkcije  $f_j$  (za kriterijum maksimizirajućeg tipa):

$$f_j(a) = \begin{cases} 1, & a \geq Q_{j1} \\ p_{jk}, & a \in I_{jk}, k = 1, 2, \dots, r - 1 \\ 0, & a \leq Q_{jr} \end{cases} \quad (52)$$

Za normalizaciju kriterijuma maksimizirajućeg tipa  $C_j$ , u konkretnom slučaju korišćena je linerna funkcija:

$$f_i(a_{ki}) = \begin{cases} 1, & a_{ij} \geq Q_{j1} \\ \frac{a_{ij} - Q_{j5}}{Q_{j1} - Q_{j5}}, & Q_{j1} > a_{ij} > Q_{j5} \\ 0, & a_{ij} \leq Q_{j5} \end{cases} \quad (53)$$

Na osnovu relacije (53) proizilazi tabela 27, sa normalizovanim vrednostima za kriterijume maksimizirajućeg tipa, tj VK matrica izbora adekvatnog DL sistema za potrebe kursa “Softverski praktikum – C jezik”:

Tabela 27. Normalizovana višekriterijumska matrica odlučivanja o izboru DL sistema za potrebe kursa “Softverski praktikum – C jezik”

$A_i/C_j$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
Bk	0.412	0	0	0.5	0.470
WBL	0.647	1	1	1	0.823
MOOCs	1	0.412	0	0.125	0.823
CC	0.882	1	0.647	1	1

Uočava se da je po svim kriterijumima maksimalna vrednost alternativa jedan. Upotrebom ovakve linearne normalizacije zadržan je odnos svih argumenata VK matrice podataka izbora DL sistema za potrebe kursa “Softverski praktikum – C jezik”, a ujedno se maksimalno zadržavaju početne informacije VK postavke zadatka. Određivanjem težinskih faktora i množenjem istih sa ovako normalizovanim podacima matrice, dobijamo konačnu matricu podataka nad kojom se može primeniti neka od metoda VKA, (poglavlje 5).

## 5. Dodeljivanje težinskih faktora u višekriterijumskom modelu

Nakon kreiranja normalizovane matrice odlučivanja, neophodno je odrediti koeficijente relativne važnosti kriterijuma  $w_j$ , koji se takođe normalizuju i svode na uslov:

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1, \quad (54)$$

U rešavanju problema VKA vrlo važan korak je određivanje težine kriterijuma. Važnost ovog koraka je određena pre svega njegovim uticajem na konačno rešenje VK problema. Iz tog razloga dodeljivanje težinskih faktora kriterijuma vrlo često prate kontraverze. Delom je to posledica kulturnih, socijalnih, političkih vrednosti ali i vremenske distance iz koje se sagledava problem. (Lederman, & Dimeo, 2017) Posledica tih kontraverzi je razvoj više različitih metoda za dodelu težinskih faktora, ali njihova jedinstvena podela još ne postoji. Ipak konceptualno metoda za dodelu težinskih faktora mogu se podeliti na subjektivne i objektivne. Dodela težinskih kriterijuma u VKA se razlikuje od metode do metode. Tako se u nekim slučajevima težinski faktori dodeljuju direktno, u čemu ključnu ulogu (znači i subjektivnu) ima DO ili ekspert koji je uključen u process donošenja odluke. U drugima slučajevima se težinski kriterijumi izračunavaju u zavisnosti od alternativa primenom određenih matematičkih modela, tj. na osnovu informacija sadržanih u matrici odlučivanja. Određivanje relativne važnosti kriterijuma u skladu sa određivanjem težinskih faktora je vrlo značajan deo postavke problema VK zadatka, a posebno sa stanovišta kvalitetnog i objektivnog sagledavanja odnosa kriterijuma, koji su vrlo često različitih važnosti.

Metode za dodelu težinskih faktora bilo da su subjektivne ili objektivne, obzirom da li se razmatra mogućnost kompenzacija između kriterijuma, mogu se podeliti na kompenzacione i nekompenzacione. U VKA izbora DL sistema za potrebe kursa “Softverski praktikum – C jezik” koristili smo se nekompenzacionim metodama. To znači da je samo težina kriterijuma ta koja čini doprinos kriterijuma u ukupnoj vrednosti varijante. Kod metoda objektivnog pristupa dodele težinskih faktora težište analize je na matrici odlučivanja, odnosno razmatraju se vrednosti alternativa u odnosu na definisan skup kriterijume, a na osnovu tog odnosa izvode se parametri za vrednovanje težina kriterijuma

### 5.1. Dodeljivanje težinskih faktora za VK matricu odlučivanja o izboru DL sistema

U želji da se obezbedi i subjektivni uticaj DO ili eksperta u određivanju težine kriterijuma (obzirom na čestu upotrebu opisnih skala vrednosti), korišćena je kombinacija subjektivnog i objektivnog pristupa u određivanju težinskih faktora. U postavci VK matrice odlučivanja o izboru DL sistema za potrebe kursa "Softverski praktikum – C jezik", kriterijumi su poređani po važnosti od najvažnijeg  $C_1$  pa do najmanje važnog  $C_5$ . Direktnim pristupom dodeljivanja težina, relativan odnos težine kriterijuma viđen od strane DO prem skali 1 – 10 je sledeći:

$$C_1 - 10; C_2 - 9; C_3 - 8; C_4 - 5; C_5 - 3$$

Tada važi da je:

$$w_1 \geq w_2 \geq w_3 \geq w_4 \geq w_5$$

Težinski koeficijenti iz datih odnosa su:

$$w_1 = w_1$$

$$w_2 = 9/10 w_1$$

$$w_3 = 8/10 w_1$$

$$w_4 = 5/10 w_1$$

$$w_5 = 3/10 w_1$$

Obzirom na izraz (54) sledi da je:

$$w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 = 1 \xrightarrow{\text{sledi}} w_1(1 + 9/10 + 8/10 + 5/10 + 3/10) = 1$$

Nakon realizacije proračuna dobijeni težinski faktori:

$$w_1 = 0.2857$$

$$w_2 = 0.2571$$

$$w_3 = 0.2286$$

$$w_4 = 0.1429$$

$$w_5 = 0.0857$$

Množenjem svakog elementa normalizovane matrice  $q_{ij}$  sa pripadajućim težinskim koeficijentom  $w_j$ , a u skladu sa izrazom (55), dobijamo konačnu matricu odlučivanja V (tabela 28). Elementi matrice odlučivanja V su:

$$e_{ij} = w_j * q_{ij} \quad \forall i = 1, \dots, 4 \quad \wedge \quad j = 1, \dots, 5 \quad (55)$$

Tabela 28. Matrica odlučivanja V

$A_i/C_j$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
Bk	0.1177	0	0	0.0714	0.0403
WBL	0.1848	0.2571	0.2286	0.1429	0.0705
MOOCs	0.2857	0.1059	0	0.0178	0.0705
CC	0.2520	0.2571	0.1479	0.1429	0.0857

U ovako dobijenoj tabeli sabiraju se vrednosti po vrsti, da bi se izračunala vrednost alternative:

$$V(A_i) = \sum_{k=1}^n e_{ik} , \quad (56)$$

a zatim se alternative u skladu sa dobijenim vrednostima rangiraju po veličini  $V(A_i)$ .

Tabela 29. Poredak alternativa

$A_i/C_j$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$\Sigma$
Bk	0.1177	0	0	0.0714	0.0403	$V(Bk) = 0.2294$
WBL	0.1848	0.2571	0.2286	0.1429	0.0705	$V(WBL) = 0.8839$
MOOCs	0.2857	0.1059	0	0.0178	0.0705	$V(MOOC) = 0.4799$
CC	0.2520	0.2571	0.1479	0.1429	0.0857	$V(CC) = 0.8856$

Pošto su vrednosti  $V(A_i)$  različite, odmah je dobijen poredak alternativa:

$$A_4 \rightarrow A_2 \rightarrow A_3 \rightarrow A_1$$

što se direktno može iskoristiti u donošenju odluke, odnosno poredak metodologija u izboru koncepta DL sistema nastave je sledeći:

$$CC \rightarrow WBL \rightarrow MOOCs \rightarrow Bk$$

Predhodna konstatacija, da se u slučaju različitih vrednosti  $V(A_i)$  odmah dobija poredak alternativa, vezana je za slučajeve kada su neke od vrednosti  $V(A_i)$  jednake. U slučaju da je  $V(A_i) = V(A_j)$  tada se rangiranje vrši prema prvom kriterijumu, to je:

$$A_i \text{ je slabije od } A_j \Leftrightarrow e_{i1} < e_{j1}$$

Ako je  $e_{i1} = e_{j1}$ , rangiranje se vrši prema drugom kriterijumu:

$$A_i \text{ je slabije od } A_j \Leftrightarrow e_{i2} < e_{j2}$$

Ako je  $e_{i2} = e_{j2}$ , rangiranje se vrši po trećem kriterijumu po važnosti, itd. Odnosno može se reći da su alternative  $A_i$  i  $A_j$  ekvivalentne jedino u slučaju ako su im sve vrednosti jednake.

U postavci problema, relativan odnos težine kriterijuma viđen prem skali 1 – 10, u slučaju prva tri kriterijuma je mali, a posebno između kriterijuma  $C_1$  i  $C_2$ . Zamenom pozicija relativnih odnosa težine za ova dva kriterijuma dobijaju se nove vrednosti težinskih faktora:

$$w_1=0.2571$$

$$w_2=0.2857$$

$$w_3=0.2286$$

$$w_4=0.1429$$

$$w_5=0.0857$$

Ova zamena nas dovodi u situaciju da se zamenom relativnih težinskih odnosa poredak alternative menja:

Tabela 30. Poredak alternativa u slučaju zamene relativnih težinskih odnosa između kriterijuma  $C_1$  i  $C_2$

$A_i / C_j$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$\Sigma$
Bk	0.1059	0	0	0.0714	0.0403	$V(Bk) = 0.2176$
WBL	0.1663	0.2857	0.2286	0.1429	0.0705	$V(WBL) = 0.8940$
MOOCs	0.2571	0.1177	0	0.0178	0.0705	$V(MOOC) = 0.4631$
CC	0.2268	0.2857	0.1479	0.1429	0.0857	$V(CC) = 0.8890$

$$A_2 \rightarrow A_4 \rightarrow A_3 \rightarrow A_1$$

odnosno poredak metodologija u izboru koncepta DL sistema nastave je nov:

$$WBL \rightarrow CC \rightarrow MOOCs \rightarrow Bk$$

To znači da, u slučaju da novac, tj. cena kupovine, zakupa, pretplate za DL sistem nije od presudne važnosti (kako obrazovnoj ustanovi tako i studentima,), već je to kvalitet, fleksibilnost i adaptivnost sistema, redosled alternativa, odnosno izbor najpogodnijeg DL sistema za dato

okruženje tada bi se promenio u korist WLB DL koncepta sistema. Kako je ranije rečeno u ovakvim slučajevima gde su razlike kod dominantnih kriterijuma male, presudan je relativni odnos kriterijuma. Subjektivnost u tom slučaju ima veliki značaj, stoga je potrebno dodatno analizirati slučajeve ili uvesti podkriterijume. U ovakvim situacijama neophodno je iskustvo DO, tj. pažljiva analiza stabilnosti rešenja, koja je u ovakvom i sličnim slučajevima možda i najbitnija faza u celokupnom procesu donošenja odluka.

Kao jedana od manjkavosti višekriterijumskih metoda (neki čak to smatraju i njihovom karakteristikom) smatra se činjenica da se u skoro svim poznatim metodama uvođenjem nove alternative u višekriterijumski model, poredak koji je predhodno dobijen po toj metodi, menja. U prezentovanoj metodologiji to nije slučaj. Uvođenjem nove alternative u višekriterijumski model, poredak koji je postojao u modelu ostaje isti. Nova alternativa zauzima svoje mesto nezavisno od predhodnog poretka.

## 5.2. Fleksibilnost VK pristupa

Pri analizi nekog problema neretko se javlja potreba za proširenjem modela, recimo potreba za uvođenjem novog kriterijuma (recimo iz proširenog spiska kriterijuma u našem slučaju), npr. uvođenje kriterijuma  $C_6$  – fleksibilnost ka terminalnim uređajima za konekciju (pristup) DL sistemu, i tada se matrica odlučivanja menja. Za novi kriterijum, kriterijum  $C_6$  definišemo pripadajuću tabelu vrednosti, kao u tabeli:

Tabela 31. Tabela vrednosti novouvedenog kriterijuma  $C_6$

Kvalitativ. ocena	Sve dostupne hardv., softv. konf. i veb – aplikacije <b>Q<sub>1</sub></b>	Hardv. PC, tableta, pametni telef. i pripad. OS uz poseban aplikat. softver <b>Q<sub>2</sub></b>	Hardv., softv. PC. i veb - aplik. <b>Q<sub>3</sub></b>	Hardv., softv. PC. uz poseban aplik. softv. <b>Q<sub>4</sub></b>	PC hardv. ogranič. OS <b>Q<sub>5</sub></b>	Posebni termin. uređaji i softver <b>Q<sub>6</sub></b>	Tip kriterijuma
Kvantifik. ocena	10	8	6	4	2	1	Max.

Matrica odlučivanja u tom slučaju poprima sledeće vrednosti i oblik:



Tabela 32. Proširena višekriterijumska matrica odlučivanja o izboru DL sistema

$A_i / C_j$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$
Bk	5	1	1	5	5	4
WBL	7	10	10	10	8	10
MOOCs	10	5	1	2	8	8
CC	9	10	7	10	10	10

Intervali odluke određeni su kao:

$$Q_{j1} = 10, Q_{j2} = 7, Q_{j3} = 5, Q_{j4} = 3, Q_{j5} = 1.5,$$

Na osnovu relacije (53) proizilazi tabela 33, sa normalizovanim vrednostima za prošireni skup kriterijuma:

Tabela 33. Proširena normalizovana višekriterijumska matrica odlučivanja o izboru DL sistema za potrebe kursa “Softverski praktikum – C jezik”

$A_i / C_j$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$
Bk	0.412	0	0	0.5	0.470	0.294
WBL	0.647	1	1	1	0.823	1
MOOCs	1	0.412	0	0.125	0.823	0.765
CC	0.882	1	0.647	1	1	1

Relativan odnos težine kriterijuma u ovom slučaju je sledeći:

$$C_1 - 10; C_2 - 9; C_3 - 8; C_4 - 5; C_5 - 3, C_6 - 2$$

Tada važi da je:

$$w_1 \geq w_2 \geq w_3 \geq w_4 \geq w_5 \geq w_6$$

a, težinski koeficijenti iz datih odnosa su:

$$w_1 = w_1$$

$$w_2 = 9/10 w_1$$

$$w_3 = 8/10 w_1$$

$$w_4 = 5/10 w_1$$

$$w_5 = 3/10 w_1$$

$$w_6 = 2/10w_1,$$

odnodno:

$$w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6 = 1 \xrightarrow{\text{sledi}} w_1(1 + 9/10 + 8/10 + 5/10 + 3/10 + 2/10) = 1$$

$$w_1 = 0.2702$$

$$w_2 = 0.2432$$

$$w_3 = 0.2162$$

$$w_4 = 0.1351$$

$$w_5 = 0.0811$$

$$w_6 = 0.0540$$

Tabela 34. Poređak alternativa – slučaj sa proširenim kriterijumom

$A_i/C_j$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$\Sigma$
Bk	0.1113	0	0	0.0675	0.0381	0.0159	$V(Bk) = 0.3759$
WBL	0.1748	0.2432	0.2162	0.1351	0.0667	0.0540	$V(WBL) = 0.89$
MOOCs	0.2702	0.1002	0	0.0169	0.0667	0.0413	$V(MOOC) = 0.4953$
CC	0.2383	0.2432	0.1399	0.1351	0.0811	0.0540	$V(CC) = 0.8916$

Kako se iz tabele 34 vidi, poređak alternative je ostao isti:

$$A_4 \rightarrow A_2 \rightarrow A_3 \rightarrow A_1$$

odnosno poređak u izboru koncepta DL sistema nastave je sledeći:

$$CC \rightarrow WBL \rightarrow MOOCs \rightarrow Bk$$

Po predloženoj metodologiji postoji velika mogućnost iskazivanja ličnih preferencija donosioca odluka i samim tim postizanja većeg kvaliteta u donošenju odluka. Zbog toga što uvođenje novih alternativa u model ne zahteva nova računanja i poređenja sa predhodno uvedenim alternativama, kao i zbog toga što ne dolazi do promene poređka, može se očekivati da će metoda imati zapaženu primenu u sistemu obrazovanja (ne samo u definisanju metodologija izvođenja nastave, već i u izboru postavke ciljeva u skladu sa mogućnostima ustanove, u izboru osavremenjavanja nastave, itd.). Takođe, jednostavno proračunavanje tabele odlučivanja

uvođenjem novog kriterijuma pruža DO mogućnost pažljive analize osetljivosti, tj. stabilnosti rešenja.

Drugi aspekt primena metoda VKA u podršci u odlučivanju u sistemu visokog obrazovanja proizilazi iz karaktera obrazovanja u kontekstu “finalnog proizvoda”. Visoko obrazovanje osim izvođenjem nastave, tj. obrazovanjem i osposobljavanjem budućih kadrova, bavi se i naučno-istraživačkim radom, a proizvodi su patenti, relevantne teorije, metode, tehnike, itd. Takođe, treći i često izostavljeni “proizvod” je uticaj na društvene procese, širi doprinos društvenoj zajednici, unapređenje pluralizma mišljenja i ideja, kritičkog mišljenja, itd. Visoko obrazovanje predstavlja sistem sa višestrukim ulazima i izlazima. Problem koji se javlja u ovom slučaju je merenje kvaliteta i uspešnosti organizacije sa višestrukim proizvodom, uz višestruke kriterijume. Ispitivanjem uspešnosti u svakom pojedinačnom segmetu usložnjava problem, a sveobuhvatna analiza dovodi do preklapanja indikatora pri posmaranju i primeni pojedinačnih informacija. Ne sme se pri tome izostaviti ni potencijalna sinergija u kontesktu stvaranja “proizvoda”. U ovom slučaju sinteza informacija može se izvršiti pomoću VK procene po modelu portfolia gde se uz pomoć preferencija određuju ponderi. Čak i u ovom slučaju (uz primenu VK modela portfolia) postoje određeni preduslovi tj. poznavanje preferencija zainteresovanih za konačnu validaciju i evaluaciju.

Predhodno u radu smo pomenuli značaj primene VKA u postavci i definisanja problema. U slučaju primene metoda VKA u visokom obrazovanju problem se ujedno vizualizuje rasponom optimizacionih kriterijuma. Analizirajući problem pomoću jednog kriterijuma, analizira se mogućnost pomeranja ograničenja u odnosu na posmatrani kriterijum, a da se pri tome bitno ne utiče na kvalitet rešenja (proizvoda). U praksi su različita ograničenja različitog značaja za različite aspekte, a jednostavna suma ograničenja (npr. troškova) ne odražava pravu sliku ukupnog uticaja na rezultat. Upravo ovaj segment rešen je VK pristupom problemu, gde je svakom ograničenju kao kriterijumu dodeljen težinski factor važnosti. Pod primenom kompenzacionih metoda podrazumeva se upotreba proračuna u kompenzovanju vrednosti između kriterijuma i težinskih faktora. Kod kompenzacionih metoda na osnovu koncepta kompenzacije ili razmene između kriterijuma, DO svesno se odriče dela vrednosti jednog kriterijuma radi povećanja vrednosti drugom kriterijumu. Tako dobijeni težinski faktori nemaju apsolutno značenje i ne odražavaju generalne vrednosti, već samo preference i prioritete u odnosu na opredeljene alternative. (Milićević, i dr., 2012b) Ovim pristupom kreira se detaljna

slika problema i slika rasporeda alternativnih rešenja, a dodelom težinskih faktora kriterijumima omogućava se sagledavanje problema iz više uglova (posebno ako je razlika težinskih faktora mala ili broj atributa po kriterijumu velik), što ovoj metodi daje fleksibilan pristup problemskom rešavanju, što nije karakteristika drugih metoda.

## 6. Verifikacija prezentovanog modela VKA u organizaciji i realizaciji DL koncepta obrazovanja

U cilju potvrde da li će predhodno prezentovana metodologija za izbor adekvatnog sistema učenja na daljinu, biti bolja ili ne, od standardnog pristupa upotrebe DL sistema, grupu studenata prve godine, klase 2016/2017, koji pohađaju kurs “Informatika u obrazovanju”, podelili smo u dve grupe, približno jednake po veličini, prosečnom predznanja i homogenosti predznanja. Grupa I, je grupa kojoj je deodeljen, tj. čiji je izbor DL sistem nastave zasnovan na metodologiji prezentovanoj u radu. Grupa II, je grupa kojoj su stavljeni na raspolaganje svi dostupni DL sistemi koji pokrivaju nastavne sadržaje kursa “Informatika u obrazovanju”. Za Grupu II konsultacije se izvode u fiksiranim terminima, uz zadavanje dodatnih vežbi istih ili sličnih, za sve studente odnosno grupe. Rezultati se putem Facebook-a i e-pošte komentarišu, nakon završetka nastave iz tematske oblasti, sa ukazom na eventualne greške. Obema grupama se posle predene prve od  $n$  celina, zadaje domaći. To se sprovodi za svaku tematsku oblast tokom semestra, sve do kraja kursa kada se organizuje ispit.

Da bi rezultati bili validni i uporedivi, sličnost opštih karakteristika grupa prikazana je pre svega po nivou predznanja. Za obe grupe izračunata je prosečna vrednost predznanja i homogenost grupa po nivou predznanja,  $\bar{Z}_I$  i  $h(S_I)$ , te  $\bar{Z}_{II}$  i  $h(S_{II})$ . Konstatovano je da je  $\bar{Z}_I \sim \bar{Z}_{II} \sim \bar{Z}$  i  $h(S_I) \sim h(S_{II}) \sim h(S)$ , što je uslov za kvalitetno i objektivno poređenje ostvarenih rezultata grupa tokom kursa. Uz postavljene uslove formirana je tabela predznanja studenata:

Tabela 35. Korak 1 – Podela studenata u grupe

Polazni podaci o predznanju studenata 1. godine studija kl. 2016/2017 Kursr: Informatika u obrazovanju															
R.br.	Grupa	Student	Uk. bod. $Z_k$	Pros.bod. $\bar{Z}$	Pros.bod. $\bar{Z}_I$	Pros.bod. $\bar{Z}_{II}$	S	H(S)	h(S)	$S_I$	H( $S_I$ )	h( $S_I$ )	$S_{II}$	H( $S_{II}$ )	h( $S_{II}$ )
1	I	St 8	82	65.80	65.63		0.0831	3.8918	0.9961	0.1562	2.9817	0.9939			
2		St 2	75				0.0760			0.1429					
3		St 1	74				0.0750			0.1410					
4		St 13	67				0.0679			0.1276					
5		St 4	64				0.0648			0.1219					
6		St 5	60				0.0608			0.1143					
7		St 15	53				0.0537			0.1010					
8		St 11	50				0.0507			0.0952					
9	II	St 7	79		66.00		0.0800						0.1710	2.7959	0.9959
10		St 6	74				0.0750						0.1602		
11		St 3	68				0.0689						0.1472		
12		St 14	66				0.0669						0.1429		
13		St 9	63				0.0638						0.1364		
14		St 12	60				0.0608						0.1299		
15		St 10	52				0.0527						0.1126		

Za Grupu I, urađena je analiza po modelu iz poglavlja 4. Primenom procedura u cilju homogenizacije grupa, konstatovano je da je neophodno po nivou predznaja kreirati 3 podgrupe po osnovu izabarnih centroida. Analizom stilova učenja konstatovano je da student pripadaju po osnovu stila učenja tipu “aktivista” i “reflektor, mislilac”. Za ove stilove učenja osnovne karakteristike su aktivnosti vezane za grupni rad, konverzacija u realnom vremenu, vežbe bazirane na rešavanju stručnih problema, odnosno pristup e-literaturi i diskusionim forumima.

Po motivaciji, studente možemo svrstati u dve osnovne grupe:

1. Grupu motivisanih studenata (bilo da je motiv znaje ili zvanje odnosno uspeh i diploma)
2. Grupu demotivisanih studenata (bilo da je reč o studentima koji imaju mali nivo predznaja ili studentima koji su upisali smer kao alternativu prvoj ili drugoj želji)

Obzirom na navedene karakteristike studenata, neophodne su prilagodne akcije, dodatno angažovanje metodičko-didaktičkih sredstava i pedagoško-psiholoških metoda, vežbi i tutorstva, stalan nadzor i kontrola, te praćenje emocionalnih reakcija i razvoj motivacije. Sagledavanjem kompatibilnosti karakteristika i sardničkog potencijala određen je dovoljan i potreban broj podgrupa, a to je dve podgrupe, da bi se objektivno definisao zahtev za adaptivnim kapacitetima DL sistema, s ciljem da se ostvari zadovoljavajući uspeh u obrazovnom procesu:

1. Podgrupa A koju čine student: St8, St2, St1, St13 i St4
2. Podgrupa B koju čine student: St5, St15 i St11

Tabela 36. Korak 2 – Podela studenata Grupe I u podgrupe

Grupisanje studenata grupe I po predznaju 1. godina studija kl. 2016/2017 Kurs: Informatika u obrazovanju															
R.br.	Pod-grupa	Student	Uk. bod. $Z_{kt}$	Pros.bod. $\bar{Z}_I$	Pros.bod. $\bar{Z}_{IA}$	Pros.bod. $\bar{Z}_{IB}$	$S_I$	$H(S_I)$	$h(S_I)$	$S_{IA}$	$H(S_{IA})$	$h(S_{IA})$	$S_{IB}$	$H(S_{IB})$	$h(S_{IB})$
1	IA	St 8	82	65.63	72.40		0.1562	2.9817	0.9939	0.2265	2.3164	0.9976			
2		St 2	75				0.1429			0.2072					
3		St 1	74				0.1410			0.2044					
4		St 13	67				0.1276			0.1851					
5		St 4	64				0.1219			0.1768					
6	IB	St 5	60		54.33		0.1143						0.3681	1.5807	0.9973
7		St 15	53				0.1010						0.3252		
8		St 11	50				0.0952						0.3067		

Osim opštih ciljeva (ostvarenje znanja, većeg stepena zadovoljstva studenata, bolji uspeha i kraće vreme učenja), parcijalni ciljevi definisani po podgrupama:

- A – ostvarenje primenljivog znanja, bolje pamćenje i razumevanje sadržaja, razvoj potencijala saradničkog učenja (timski rad)

- B – brže privikavanje studenata na obrazovno okruženje, smanjenje nelagoda i briga ako pogreše, stalna dostupnost i jednostavna distribucija sadržaja potrebnih za učenje, mogućnost merenja efikasnosti, razvoj potencijala saradničkog učenja (timski rad).

Po osnovu sagledanih karakteristika podgrupa, primarni kriterijumi za izbora koncepta DL sistema su:

C<sub>1</sub> – Dostupnost servisa (ITS, LMS, ...)

C<sub>2</sub> – Prikupljanje, analiza i primena povratnih informacija u organizaciji i sprovođenju kursa (praćenje kvaliteta apsolviranog znanja, motivacije, psihosomatskih promena, emocija)

C<sub>3</sub> – Podrška saradničkom učenju, grupnom radu i konsultacijama (“chat-room”, e-pošta, društvene mreže, blog, video-konferencije, ...)

C<sub>4</sub> – Praćenje i verifikacija ostvarenih rezultata u toku kursa

C<sub>5</sub> – Fleksibilnost ka terminalnim uređajima za pristup DL sistemu:

- ograničenje u korišćenju hardvera (PC, tablet, pametni telefon, ..)
- ograničenja u korišćenju softvera (Windows, Android, Linux, Mac, ...)

C<sub>6</sub> – Multimedijalnost.

Kriterijumi su poređani po važnosti C<sub>1</sub> → C<sub>6</sub>

Karakteristike koje su izostavljene iz razmatranja su premoštene od strane fakulteta ili nastavnog osoblja, stoga su izostavljene iz analize problema izbora koncepta DL sistema, a to su:

- Cena DL sistema
- Funkcionalnost DL sistema:
  - Lakoća instalacije (stručno osoblje, potreba za obukom krajnjeg korisnika ili je instalacija “user-friendly)
  - Prilagodljivost sistema okruženju (stručno osoblje ili samotalno)
- Lakoća upotrebe
- Sigurnost DL sistema (mala, zadovoljavajuća, visoka)
- Administracija i podrška (24/7, periodična, po zahtevu)

Dostupne DL tehnologije stavljene na raspolaganje za realizaciju sadržaje kursa “Informatika u obrazovanju” su:

- Web – Based Learning
- Broadcast Based Distance Learning – Live Streaming

- Web-Based Learning
- Cloud Computing

Nakon izvršene analize, tj. sagledavanja obrazovnog okruženja (karakteristika studenata, tehničke podrške, defnisanja ciljeva) postavljen je VK problem.

Tabela 37. Matrica VK problema

$A_i / C_j$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$
Bk	3	1	1	1	5	5
WBL	10	10	9	10	9	8
CC	9	10	10	7	10	10

Sprovođenjem procedure rešavanja ovog VKA problema, po predloženoj metodologiji od šest osnovnih koraka:

7. identifikacija rešenja,
8. identifikacija kriterijuma,
9. normalizacije VK modela,
10. dodeljivanja težinskih faktora kriterijumima,
11. izrade tabele vrednosti i izračunavanje,
12. Rangiranje.

Dobijena ocena za najadekvatnije rešenje (alternativu) je primena WBL metodologije nastave kao koncepta DL sistema nastave za konkretno okruženje.

U analizi problema i defnisanju izbora DL sistema najveća težina data je kriterijumima  $C_1$  i  $C_2$ , a zatim kriterijumima  $C_3$  i  $C_4$ . Generalno, kroz odabrani DL sistem, studenti su praćeni po osnovu realizacije nastave tj. postavljenih ciljeva. Kako je konstatovano u poglavlju 5, i prezentovano u priložima 8a i 8b, studenti na različite načine doživljavaju kurs. Te reakcije su u slučaju Podgrupe IB češće ometajuće, posebno na satru kursa, a u slučaju Podgrupe IA su neretko motivacijske. Stoga, ciljevi su različito defnisanu obzirom na karakteristike podgrupa. Šira lepeza servisa obezbeđuje integraciju Podgrupe IB u redovne tokove nastave, ali očekivana dobit od obrazovnog procesa je znatno manja, tj. uslov je elementarna integracija u grupu za dalje praćenje nastave i uopšte studija. Posmatrajući uopšteno studenti sa većim brojem konekcija i dužim sesijama uradili su veći broj zadataka i dobili veći broj rešenih primera za



analizu i diskusiju. Mogućnosti korektivnih radnji od strane DL sistema u ovim slučajevima su bile veće. Svi studenti čiji je nivo predznanja bio dovoljan da se uključe u nastavni proces (za koje se mogao izabrati primeren nivo i metod nastave i zadataka) koristili su WLB DL sistem kroz prilagođene module po modelu “korak po korak” (Podgrupa IA) Deo studenata koji su u startu imali problem u integraciju nastavnog plana i programa kursa (Podgrupa IB), koristili su posebne prilagođene (pripreme) module, kao prednastavne aktivnosti u cilju podizanju nivo predznanja, kako bi uspešno pristupili redovnom toku kursa (adaptivnost sistema). Dinamika realizacije kursa za svaku podgrupu je različita, obzirom na metodološka prilagođavanja, mogućnosti grupe i projekcija koje DL sistem generiše na osnovu trenutno prikupljenih i dostupnih podataka (LMS modul). Sistem sprovodi samoregulaciju na osnovu upoređenja zadatih krajnjih ciljeva i periodično generisanih projekcija. Samoregulacija se sprovodi aktiviranjem različitih modula ITS ka svakom pojedincu vodeći računa o opštoj klasifikaciji studenata na Podgrupu IA i na Podgrupu IB, tj. metodički različitim pristupa problemu. Generisanje i distribucija dodatnih sadržaja instrukcija i primera, takođe je usklašena sa mogućnostima, potrebama i željama pojedinaca, a u skladu sa procenom postignuti rezultati u odnosu na očekivani. Periodične projekcije mogu uticati na korekcije postavljenih očekivanja, u slučaju neočekivanih postignuća i visoke motivacije (emocionalna uravnoteženost). DL sistem aktivacijom prilagodnih ITS modula se reorganizuje u odnosu na novu procenu mogućnosti.

Grupa II, studenti samostalno biraju koncept nastave izborom DL sistema, te samostalno sprovode dinamiku kursa. Podešavanje DL okruženja, pristup i korišćenje dostupnih alata, modula i sadržaja je isključivo u skladu sa individualnim ambicijama, željama i potrebama studenata. Kriterijumi studenata u izboru koncepta DL sistema su uglavnom “modnog karaktera”, tj. izbor je zasnovan sistemima koji podržavaju mobilne uređaje i platforme, bez detaljne analize o karakteristikama sistema, kompatibilnosti i efikasnosti u odnosu na individualne potrebe svakog studenta ponaosb.

Tabela ostvarenih pojedinačnih rezultata na kraju kursa dopunjena je sa analizom ocena u odnosu na prosečnu ocenu cele klase, grupe i podgrupe i data je u tabeli 38. Takođe, dat je pregled homogenosti ostvarenih rezultata na završnom ispitu klase i grupa u odnosu na podgrupe. Kroz sagledavanje podatka o nivou predznanja i ostvarenog znanja dobija se objektivnija slika jednolikosti po znanju unutar grupa, odnosno podgrupa pre i na kraju kursa, što

je osnov za donošenje ocene o uspešnosti sprovedenog kursa, tj. o kvalitetu odluke o izboru metodologije nastave.

Tabela 38. Ostvareni rezultati kl. 2016/2017 na kraju kursa “Informatika u obrazovanju”

Ostvareni rezultati studenata 1. godine studija kl. 2016/2017 Kurs: Informatika u obrazovanju															
R.br.	Grupa	Student	Uk. bod. $Z_k$	Pros.bod. $\bar{Z}$	Pros.bod. $\bar{Z}_I$	Pros.bod. $\bar{Z}_{II}$	S	H(S)	h(S)	$S_I$	H( $S_I$ )	h( $S_I$ )	$S_{II}$	H( $S_{II}$ )	h( $S_{II}$ )
1	I	St 8	10	7.67	8.25		0.0870	3.8847	0.9943	0.1515	2.9760	0.9920			
2		St 2	9				0.0783			0.1364					
3		St 1	10				0.0870			0.1515					
4		St 13	8				0.0696			0.1212					
5		St 4	9				0.0783			0.1364					
6		St 5	8				0.0696			0.1212					
7		St 15	6				0.0522			0.0909					
8		St 11	6				0.0522			0.0909					
9	II	St 7	8		7.00		0.0696	3.8847	0.9943				0.1633	2.7989	0.9970
10		St 6	8				0.0696						0.1633		
11		St 3	7				0.0609						0.1429		
12		St 14	7				0.0609						0.1429		
13		St 9	6				0.0522						0.1224		
14		St 12	7				0.0609						0.1429		
15		St 10	6				0.0522						0.1224		

U prilogu 9, prikazan je uporedni pregled ostvarenih rezultata studenata kl. 2016/2017 po diferenciranim podgrupama, na kraju kursa “Informatika u obrazovanju”.

Pregledom ostvarenih rezultata na kraju kursa može se zaključiti da su ostvareni dobri, očekivani, u pojedinim slučajevima više nego očekivani rezultati, posebno kod studenata sa visokim stepenom motivacije, podgrupa IA (velik broj poziva u odnosu na prosek grupe). Za te značajne ostvarene rezultate, moglo reći da bi u klasičnom sistemu izvođenja nastave bili potpuno neočekivani.

Neka zajednička zapažanja analizom događaja (pre svega praćenjem razvojem emocija i motivacije), dobijenih podataka o dinamici i načinu korišćenja DL sistema i ostvarenih rezultata su:

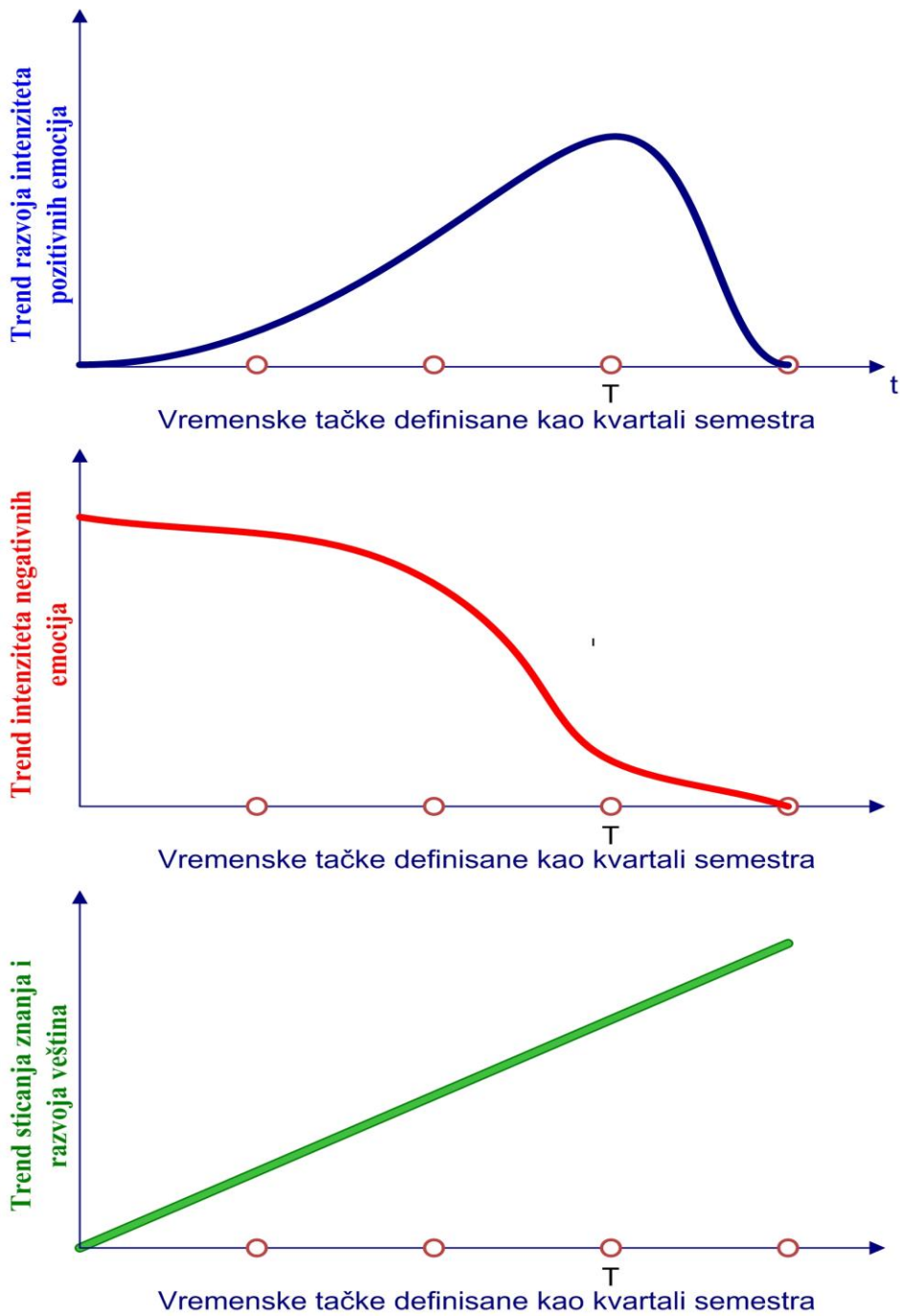
- prisustvo negativne emocije kod studenata sa većim stepenom predznanja je relativno niskog intenziteta i visokog stepena homogenosti. Kod studenata St8, St2, St1, St13, St4 i St5, taj trend u proseku je zadržan, što znači da je metodologije nastave dobro odabrana i zadaci su dobro odmereni,
- kod studenata St11 i St15, negativne emocije su visokog intenziteta u velikom broju sesija, a intenziteti niskog stepena homogenosti. To se može tumačiti da pojedina predavanja i

vežbe nisu bila jasna, te su se dodatno prilagođavana, dopunjavana ili pojašnjavana (metodološke korekcije) za celu ili deo nastavne jedinice,

- u slučaju prisustva negativnih emocija visokog intenziteta sa viskim stepenom homogenosti, predavanja, vežbe i zadaci su menjani, jer nisu dobro metodološki odmereni, tj. nisu dobro koncipirani, što je slučaj studenata St5 i St4,
- početna pojava velikog broja negativnih emocija, visokog intenziteta i visokog stepena homogenosti, kod studenata St11 i St15, je posledica zadataka koji su za ove studente teški i predimenzionisani, odnosno studenti nisu bili spremni (sposobni) da prate kurs,
- u slučaju studenta St8 i St1 pozitivne emocije su visokog intenziteta, a negativne emocije su svedene na minimum, broj javljanja minimalan. Zadaci za ove studente su suviše jednostavni, te su studenti izabrali dodatne sadržaje, a DL sistem im je povećao težinu zadataka, tj. izvršeno je prilagođenje individualnim potrebama i sposobnostima, ali i željama, stoga su student podigli znanje na viši nivo,
- studenti St5 i St4, ostvarili su velik broj javljanja gde je i homogenost javljanja visoka. Iskazana motivisanost studenta je s ciljem povećanja nivoa znanja, Sistem je aktivirao pripremne module, adaptirao nastavne sadržaje i zadatke prema mogućnostima studenata. Broj nastavnih jedinica i sesija je povećan. Na kraju kursa ostvaren nivo znanja značajno prevazilazi očekivanja projektovanih po osnovu predznanje.
- student St11 ostvario je nizak broj javljanja, homogenost javljanja visoka, negativne emocije visokog intenziteta u velikom broju, a predznanje je ispodprosečno, te je konstatovana je demotivisanost studenta. Sistem je aktivirao sesije zasnovane na kvizovima, animacijama i video tutorima.
- student St13 je iskazao neutralan odnos prema učenju i samom DL sistemu. Ostvareni uspeh na kraju kursa bio je u skladu sa nivom predznanja, sistem je u nekoliko navrata menjao metodologiju sesija, a kao rezultat toga je bio manji broj pristup DL sistemu od strane studenta. Konstatovni je krajnje formalan pristup obrazovanju.

Korektivne radnje su specifične i karakteristične za svakog studenta individualno, generisane su kroz interakciju sa DL sistemom, a analizirane na osnovu "log" fajlova sistema. Uočeno je da studenti koji redovno pristupaju sistemu, tj. realizuju nastavu, konsultacije i koriste dostupne automatizovane sisteme za izvođenje nastave i vežbi (dodatni tutori), osim većeg nivoa znanja poseduju i veću sigurnost i staloženost, što je i bila pretpostavka hipoteze X1. Staloženost

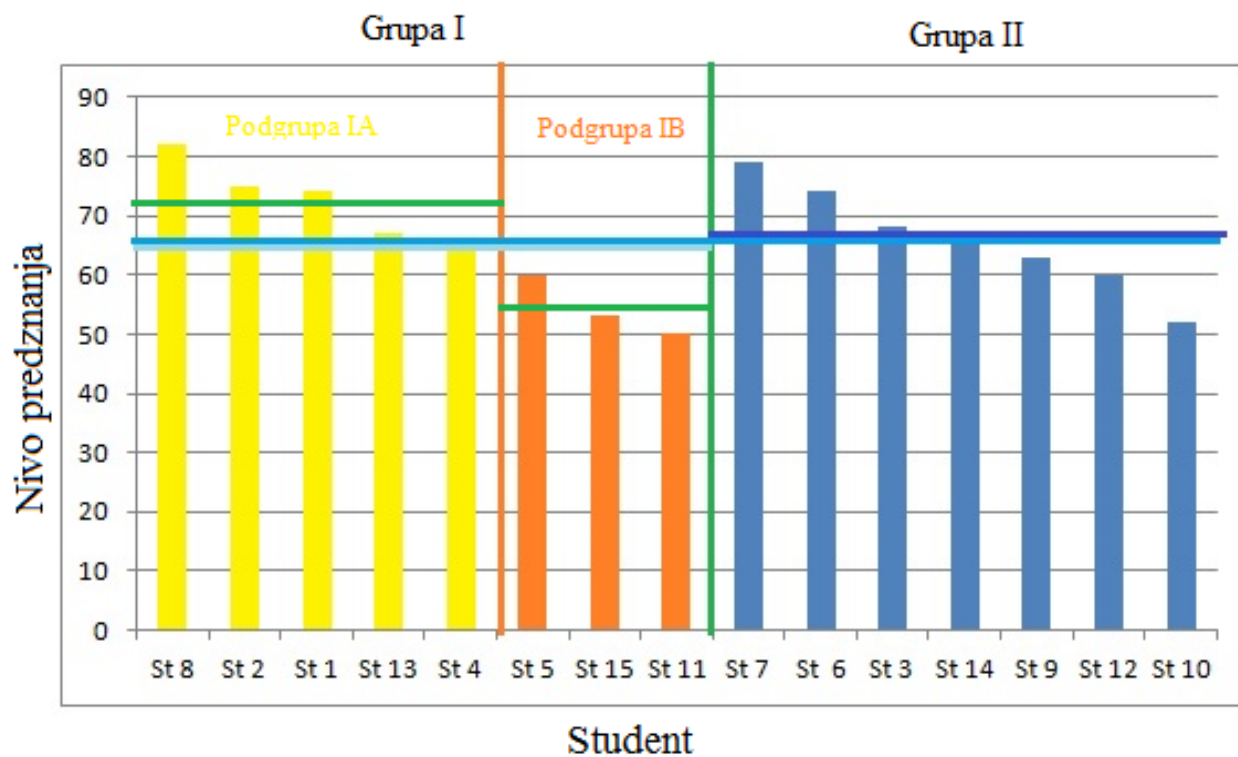
se ogleda u tome da se tokom kursa kod studenata uočava smanjenje dominantnih emocije po intenzitetu. Njihovo emocionalno stanje teži neutralnom, nakon tačke T kada se razvije samopouzdanje, tj razumevanje predmetne oblasti. Izradom dijagrama promene intenziteta i tipa emocija u odnosu na vremenski domen semestra, uočeno je da prava koje pokazuje trend razvoja nivo znanja, te krive trenda koje opisuju emocionalna stanja imaju određene pravilnosti.



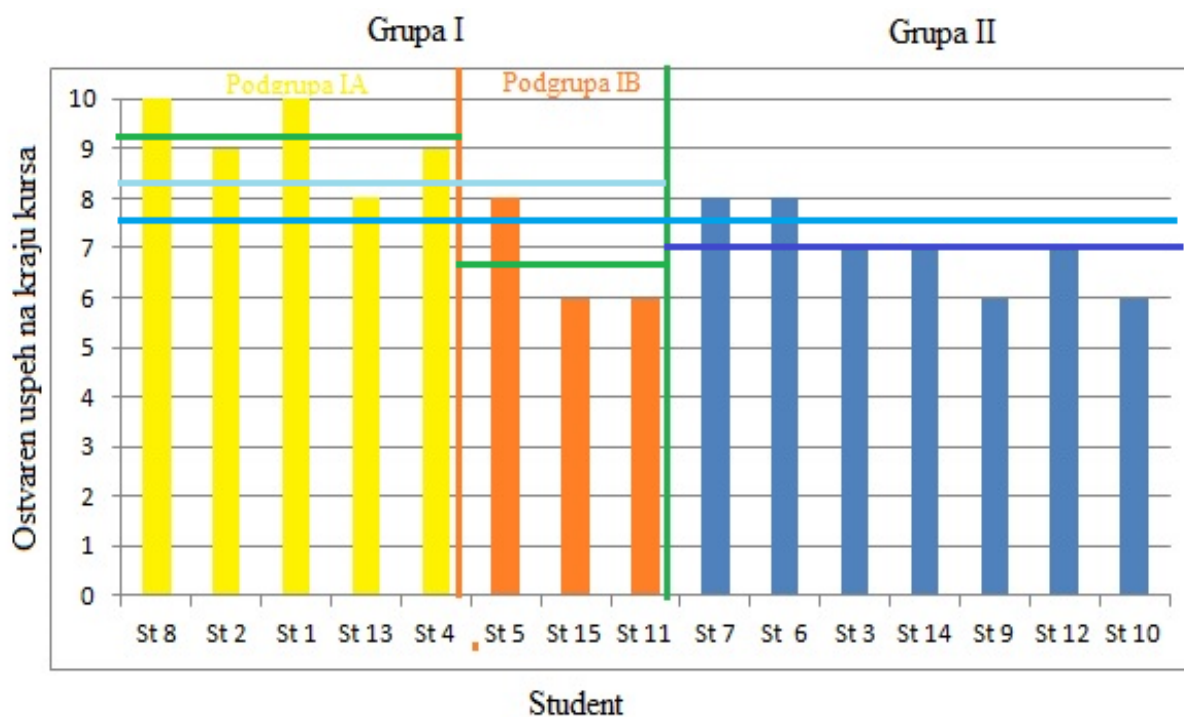
Slika 21. Vremenski dijagrami razvoja emocija i sticanja znanja tokom kursa – Klasa 2016/2017

Ostvareni rezultati podgrupe I, kojoj je dodeljen DL sistem u skladu sa karakteristikama grupe i karakteristikama obrazovnog okruženja, značajno su bolji u odnosu na podgrupu II, gde se kurs realizovao individualnim izborom metodologije tj. koncepta DL sistema. Za izbor primerene metodologije nastave, tj. DL sistema, uspešno je iskorišćena metoda VKA, alata za podršku izboru jedne alternative od mogućih, kao je pretpostavljeno hipotezom X2.

Analizom pokazatelja homogenosti, konstatuje se da je homogenost grupa i podgrupa prema klasi relativno očuvana. Visoka homogenost podgrupa nam govori da su studenti u zavisnosti od načina realizacije nastave slično savladali gradivo i ostvarili slične rezultate, čime se isključuje značajniji negativni uticaj metodologije realizacije nastave. Upoređivanjem podataka sa početka kursa (nivo predznanja) i ostvarenih rezultata na kraju kursa konstatovano je da je gotovo kod svih studenata grupe I došlo do napredka, ostvaren je odličan rezultat podgrupe IA. To je rezultat većeg broja pristupa vežbama (rešavanje zadataka), dodatnog prilagođavanja težine zadataka, te analizom i diskusijom većeg broja prilagođenih primera, kako u samom sistemu tako kroz saradničko i grupno učenje putem foruma i društvenih mreža sa drugim studentima. Rezultati podgrupe IB (osim pozitivnog izuzetka St5) mogu se smatrati dobrim, pre svega kod studenta St11, koji je uspešno položio kurs u prvom pokušaju, za razliku od studenta grupe II, St10, koji je raspolagao sličnim nivom predznanja. Elementarni preduslovi po nivou predznanja za praćenje kursa kod studenata S11 i St15 nisu postojali. Izborom adekvatne metodologije nastave nadoknađen je nedostatak u predznanju ali i ostvaren je pozitivan rezultat na ispitu u prvom ispinom roku (dalja ostvarenja studenata su u domenu ambicije, a koja tokom kursa nije razvijana, kao sekundarnog cilja). To potvrđuje podhipotezu Xc, odnosno činjenicu da zahtev za korektivnim delovanjem radi postizanja uspeha po osnovu karakteristike pojedinaca na osnovu povratnih informacija zasnovanih na praćenju promena emocija, motivacije i uspeha u učenju tokom kursa, mora biti sagledan i u korelaciji sa izabranim mogućnostima (funkcijama) DL sistema da bi imali potpuni i sveobuhvatan efekta.



Slika 22. Dijagrami nivoa predznanja studenata po grupama i podgrupama



Slika 23. Dijagram ostvarenih rezultata studenata po grupama i podgrupama

Dijagrami nivo predznanja i ostvarenih rezultata najsjlikovitije pokazuje individualna ostvarenja svakog studenta ponaosob. U ovom istraživanju nije bio cilj razjašnjenje, može se reći neuspeha Grupe II kako je i pretpostavljeno podhipotezom Xa, a koja je realizovala kurs individualnim izborom koncepta DL sistema i pristupom nastavi, već konstatacija i analiza uzroka kvalitetnog ostvarenja Grupe I koja je koristila dodeljeni koncept DL sistema, po prezentovanom modelu upotrebe metode VKA u izboru adekvatnog sistema učenja na daljinu.

Posmatranjem samo dijagrama prikazanih na slici 22. i slici 23., i bez detaljnih analiza vidljivi su efekti pravilnog odabira koncepta DL sistema. No, uspeh VK modela u rangiranju alternative zavisao je od sistemskog pristupa analizi problema, ekspertskoj proceni karakteristika studenata realnog sagledavanja okruženja (hardverski resursi, softverski resursi, poznavanje sadržaja i metodologija implementiranih u DL sisteme). Za kvalitetnu pripremu neophodan je multidisciplinarni pristup u analizi i postavljanju problema (pedagoška, psihološka, didaktička, eksperska i tehnička, analiza okruženja). Prezentovani koncept upotrebe VK modela u sistemu obrazovanja posebno je efikasan kod osoblja sa manjim iskustvom. Nedostatak iskustva nadomešćen je ekspertskom analizom i postavljanjem inicijalnog modela, u koji se unose podaci karakteristični za konkretno okruženje, kako je i pretpostavljeno podhipotezom Xb. Krajni efekti dobro prilagođene nastave su dobit u kvalitetu nastave, uspeh i zadovoljstvo studenata, manji troškovi i kraće vreme studija. Ostvareni rezultati potvrđuju prednosti primene predložene metode VKA, tj. metode za rangiranje platformi DL sistema u cilju uspešne realizacije kursa u konkretnom okruženju. Eksperiment potvrđuje kvalitet korišćenog modela VKA u rangiranju i izboru platforme za date uslove.

## 7. Zaključci i preporuke

Izbor adekvatnog DL sistema po metodološkim pristupom u realizaciji kursa, obzirom na okruženje obrazovnog procesa, predstavlja problem istraživanja ovog rada. Problem je osmisliti metod kako pomoći predavaču u izboru metodologije nastave za konkretne uslove (okruženje, vlastite kompetencije, karakteristike učenika, predznanje, motivaciju itd.). Izbor metodologije, još do pre koju deceniju, bio je isključivo u domenu predavača tj. onoga ko realizuje nastavu. Izbor je bio zasnovan na ličnim preferencijama i iskustvima, a kao takav više je bio okrent ka tome šta je predavaču lakše ili za koji oblik nastave je kompetentniji, nego prema karakteristikama i potrebama studenata. Današnji obrazovni sistemi, dužni su, pored osnovnih obrazovnih zadataka, da obezbede da ceo obrazovni proces budu efektivan i efikasan, drugim rečima da se iskoriste dostupni resursi na najbolji način da bi ostvarili ciljeve koji su im postavljeni u što kraćem vremenu.

Predavač, nosioc kursa je sada planer nastave. U eri osnivanja virtualnih univerziteta, koji nude potpuno onlajn obrazovanje i sticanje kvalifikacija, kao planer, predavač treba da donese odluku o najadekvatnijoj platformi DL sistema izvođenja nastave i da definiše optimalne ciljeve obzirom na karakteristike grupe. Kvalitet ovakvih odluka pada direktno na nosioca kursa, odnosno zavisi od njegove kompetencije, iskustve, motivacije za rad, i sl. U tom kontekstu, uz povećanje kvaliteta i dostupnosti podataka o studentima, razvoj novih adaptivnih modula ITS-a i povećanje analitičkih mogućnosti sistema LMS-a, mogu se iskoristiti već poznate metode za podršku odlučivanju u procesu obrazovanja.

VKA kao metoda, široko je zastupljena i primenjuje se u različitim oblastima rada i poslovanja (finansije, poslovno odlučivanje, upravljanju tehničkim sistemima, vojnim doktrinama, itd.), a koje su razvijene sa ciljem rešavanja raznih praktičnih problema vezano za odlučivanje i rangiranje. VKA kao metoda ne donosi rešenje problema već služi kao alat podrške u odlučivanju. Kao matematička metoda koristi se u rešavanju kompleksnih i specifičnih problema. Iz razloga kompleksnosti koje čine obrazovno okruženje ideja koja je kroz rad razmotrena je primene VKA kao metode za podršku u izboru adekvatnog koncepta DL sistema nastave. Cilj istraživanja bio je istražiti primenljivost i proveriti efikasnost primene metode VKA u postavci, analizi problema i izboru adekvatne metodologija nastave (jedne od



više), kojom će se lakše i kvalitetnije ostvariti zadati ciljevi u konkretnom okruženju i za konkretne studente.

Grupisanje studenata kroz sagledavanje karateristika grupe, te dodele adekvatnog koncepta DL sistema, sagledava se kroz ostvarenje:

- kvaliteta nastave
- raznolikosti nastave
- fokusiranje na studentu
- fokusiranje na postignuće studenta
- psihološko-pedagoško i metodičko-didaktičko delovanja
- optimizacija vremenskog perioda potrebnog za ostvarenje ciljeva.

Metodama višekriterijumskog odlučivanja dobija se kompromisno rešenje, stoga se ono ne treba shvatiti kao idealno tj. najbolje ili jedino rešenje. Osim pomoći u donošenju odluka sama metodologija pomaže DO u celovitom shvatanju problema, te u skladu s tim i donošenju kvalitetnog i sprovodljivog rešenja.

Metod VKA posebno je korisna:

- kod izbora između više mogućih, alternativnih rešenja,
- kada se izbor mora sprovesti na osnovu celovite analize problema, uzimajući u obzir više kriterijuma,
- kada se želi ostvariti transparentnost u odlučivanju, tj. kada je u odlučivanju poželjno učešće svih zainteresovanih strana,
- kod uspostavljanja ravnoteže suprotnosti između ekonomskih, društvenih i drugih interesa radi zadovoljena sistemskih i dugoročnih ciljeva,
- u pronalaženju kompromisnog rešenja,
- kada se zbog preferiranja pojedinaca ili različitih grupa želi analizirati osetljivost rešenja.

Birajući odgovarajući metodičko-didaktički pristup učenju, te u kombinaciji sa determinisanim individualnim razlikama u učenju, detekcijom emocionalne inteligencije i emocionalnog stanja, slušalac kursa može da podigne performanse u učenju, a to treba da dovede do povećanja motivacije i poboljšanja efikasnosti obrazovnog procesa (Grimley, & Riding, 2009). Efikasnim predviđanjem karakteristika, potreba i zahteva studenata, obezbeđuju se dodatne informacije za adekvatnu dodelu ITS, a time se broj izgubljenih ili neadekvatno

opsluženih zahteva svodi na minimum, što je osnovna pretpostavka uspehu. Odabir adekvatnog DL sistema mora da obezbedi efektivnost ali i efikasnost, a to ne zavisi samo od uspešnog prilagođavanja studentima i okruženju obrazovnog procesa već i od brzine reakcije. Na osnovu procenjenih stanja i potreba, ponašanja studenata, projektovanih ciljeva podešava se i DL sistem. Brzina, a time i primerenija prilagodljivost (adaptivnost) može se unaprediti povećanjem količine informacija o karakteristikama studenta na samom početku kursa kao i kvalitetnom tipizacijom pojedinaca (homogenizacija), odnosno formiranjem tipskih grupa studenata po posmatranim karakteristikama.

Na osnovu postavljenih ciljeva disertacije, realizovano je istraživanje čiji se rezultati mogu podeliti u nekoliko celina:

1. Definisanje problema adaptivnosti i stvaranje uslova za prilagođenu nastavu
2. Razvoj metodologije primene modela za inteligentnu VK procenu. Kao posebna prednost razvijenog modela i metodologije za inteligentnu VKA ističe se mogućnost integrisanja subjektivnih i objektivnih težinskih faktora kriterijuma. Ograničavajuća činjenica je ta da je razvijen model predviđen za individualno donošenje odluka i ne podržava grupno donošenje odluka.
3. Verifikacija predloženog modela, kroz jasan grafički prikaz ostvarenih rezultata nezavisnog uzorka koji potvrđuje uspešnu primenljivost VKA u menadžmentu sistema obrazovanja.

Na osnovu prethodno navedenog, tj. ostvarenih rezultata istraživanja, može se zaključiti da su potvrđeni i ostvareni postavljeni ciljevi istraživanja. Rezultat naučnog istraživanja u okviru ove disertacije značajan je kako sa teorijskog, tako i sa praktičnog stanovišta za oblast višekriterijumskog odlučivanja u sistemima upravljanja u obrazovanja.

U kontekstu, pravaca budućih istraživanja u daljem razvoju modela za inteligentnu višekriterijumsku procenu izbora adekvatnog kocepta DL sistema za konkretno obrazovno okruženje, mogu se pomenuti neki od pravaca:

- novi razvoj metoda za dodeljivanje težinskih faktora i višekriterijumske analize usko specijalizovanih za sisteme obrazovanja,
- razvoj podmodula za inteligentno integrisanje više od dva skupa težinskih faktora,

- razvoj ekspertskog višekriterijumskog vrednovanja prilikom dodeljivanja težinskih faktora za specifične slučajeve i baze znanja – analiza težinskih faktora dobijenih u prethodnim vrednovanjima i iskoristivost istih kao baze podataka za generisanje težinskih faktora kod novih slučajeva VKA,
- razvoj modula za grafički prikaz analize osetljivosti dobijenih rezultata
- razvoj modela za podršku grupnom donošenju odluka;
- razvoj softverskih rešenja, pre svega internet aplikacija, u cilju rešavanja višekriterijumskih problema obrazovanja u realnom vremenu – obzirom na dislociranost inženjera i eksperata, bilo da su oni deo sistema obrazovanja ili van njega, potrebno obezbediti pristup menadžment sistemu putem internet.

Obzirom na svakodnevne probleme u donošenju odluka u raznim oblastima ljudskih aktivnosti, nauka o odlučivanju i razvoj sistema za podršku u odlučivanju su od velikog značaja za razvoj društva uopšte. Promovisanjem budućih istraživanja na polju primene VKA u oblasti visokog obrazovanja i obrazovanja uopšte za izbor sistema učenja na daljinu (jednog među mnogim danas dostupnim automatizovanim sistemima), ima značajnu ulogu za razvoj modela podrške adekvatnog izbora metodologije realizacije i organizacije programa kurseva, s ciljem objektivnog sagledavanja i prihvatanja okruženja, minimizacije troškova i maksimizacije efekata nastavnog procesa. Razvijeni model može da posluži kao polazna podloga za razvoj savremenih programskih sistema za višekriterijumsku podršku odlučivanju u oblasti obrazovanja.

## 8. Literatura

- 123test (2015). Career aptitude test, Retrived from <https://www.123test.com/career-test/index.php>, (12.02.2015.)
- Adegbija, V. M., Fakomogbon, A. M., & Adegbayo, S. M. (2013). Roles of Broadcast Media for Instructional delivery in Open and Distance Learning: Nigeria as a Case Study, *European Scientific Journal*, August 2013 edition, Vol.9, No.23, pp. 279-290, ISSN: 1857 – 7881 (Print), e – ISSN: 1857- 7431
- Agarski, B., Budak, I., Kosec, B., & Hodolič, J. (2012a). An Approach to Multicriteria Environmental Evaluation with Multiple Weight Assignment. *Environmental Modeling & Assessment*, 17(3), pp. 256-266, ISSN: 1420-2026
- Ahkter, H. (2011). Evaluation of Educational Television Programs for Distance Learning, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, October 2011, Volume 10 Issue 4, pp. 188-194, ISSN: 13036521
- Akande, O. A., & van Belle, J.-P. (2014). Cloud Computing in Higher Education: A Snapshot of Software as a Service, *IEEE 6th International Conference on Adaptive Science & Technology (ICAST)*, pp. 1-5, ISBN: 978-1-4799-4998-4, doi:10.1109/ICASTECH.2014.7068111
- Aldheleai, F. H., Bokhari, U. M., & Alammari, A. (2017). Overview of Cloud-based Learning Management System, *International Journal of Computer Applications*, Volume 162, No 11, March 2017, pp. 41-46, ISSN: 0975 – 8887
- Alexander, A. P., Kulikowich, M. J., & Schulze, K. S. (2015). The influence of topic knowledge, domain knowledge, and interest on the comprehension of scientific exposition, *Learning and Individual Differences*, Vol. 6, No. 4, pp. 379-397, ISSN: 1041-6080, doi:10.1016/1041-6080(94)90001-9
- Aleven, V., Baker, R., Blomberg, N., Andres, H.-M., Sewall J., Wang, Y., & Popescu, O. (2017). Integrating MOOCs and Intelligent Tutoring Systems: edX, GIFT, and CTAT, In R. Sottolare (Eds.) *Proceedings of the 5th Annual Generalized Intelligent Framework Users Symposium*, pp. 11-22, ISBN: 978-0-9977257-1-1
- Anohina, A. (2007). Advances in Intelligent Tutoring Systems: Problem-solving Modes and Model of Hints. *International Journal of Computers, Communications & Control*, Vol. II, No. 1 , pp. 48-55, ISSN: 1841-9836, doi:10.15837/ijccc.2007.1.2336
- Azevedo, R., Landis, S. R., Fezy-Behnagh, R., Duffy, M., Trevors, G., Harley, M. J., Bouchet, F., Burlison, J., Taub, M., Pacampar, N., Yeasin, M., Mahbubur Rahman, M. K. A., Tenover, M. I., & Hossain, G. (2012). The Effectiveness of Pedagogical Agents' Prompting and Feedback in Facilitating Co-adapted Learning with MetaTutor, In. S. Cerri, W. Clancey, G. Papadourakis, & K.-K. Panourgia (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems, Proceedings of the 11th International Conference, ITS 2012*, Vol.

- 7135, pp. 212-221, Chania, Crete, Greece: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, ISBN: 978-3-642-30949-6, doi:10.1007/978-3-642-30950-2
- Bates, W. A., & Poole, G. (2003). *Effective Teaching with Technology in Higher Education: Foundations for Success. p.127.*, San Francisco: Jossey-Bass, ISBN: 978-0-7879-6034-6
- Bates, W. A. (2005). *Technology, E-learning and Distance Education. – Second edition*, Routledge, ISBN: 0-203-46377-3
- Bates, W. A. (2015). *Teaching in a Digital Age*, Tony Bates Associates Ltd., April 5. 2015., Print ISBN: 978-0-9952692-1-7, Retrived from <https://opentextbc.ca/teachinginadigitalage/chapter/8-3-broadcast-vs-communicative-technologies>, (14.05.217.)
- Bates, T. (2014). *Comparing xMOOCs and cMOOCs: philosophy and practice*. Retrived from <https://www.tonybates.ca/2014/10/13/comparing-xmoocs-and-cmoocs-philosophy-and-practice/>, (28.11.2017.)
- Beenazir, G., & Zahra, J. (2015). Solution to implement e-learning system based on cloud computing, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 6, Issue 1, pp. 89-92, ISSN: 2229-5518,
- Brophy E. J. (2010). *Motivating students to learn. Third Edition*, pp. 208-209, New Jersey: Routledge, ISBN-13: 978-0415800709, ISBN-10: 0415800706
- Cabral, J., & Nunes, J. (2015). The Flipped-Broadcast Learning Systems, Application on Azore, *European Scientific Journal*, August 2015 SPECIAL edition, pp. 462-472, ISSN: 1857 – 7881 (Print), e – ISSN: 1857- 7431
- Camelia, B. N., & Tiberiu, D. S. (2017). Students conceptoino of leraning and career orientation, A Study of High School Studentts from Arad, *Journal Plus Education*, Vol. 14, Issue 1, pp. 175-184, ISSN: 1842-077X (print), E-ISSN: 2068 – 1151 (online)
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research Metods in Education. 7th Edition*, Routlage New York 2011, ISBN: 978-0-415-58335-7
- Colas, J.-F., Peter B., Sloep, B. P., & Garreta-Domingo, M. (2016). The Effect of Multilingual Facilitation on Active Participation in MOOCs, *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, Volume 17, Number 4, pp. 280-314, doi:10.19173/irrodl.v17i4.2470
- Cook, A. D., Garside, S., Levinson, A., Dupras, M. D., & Montri, M. V. (2010). What do we mean by web-based learning? A systematic review of the variability of interventions, *Medical education*, Vol. 44, Issue 8, pp. 765- 774, doi:10.1111/j.1365-2923.2010.03723.x
- CoreStack (2018). *The Impact of Cloud Computing on Higher Education*. Retrived from <https://www.corestack.io/blog/impact-cloud-computing-higher-education>, (11.03.2018.)

- Culture Amp Pty Ltd. (2016). *Use education surveys to gain academic insights*. Retrieved from LISD Student Interest Survey: [https://www.surveymonkey.com/mp/education-surveys/?ut\\_source=header](https://www.surveymonkey.com/mp/education-surveys/?ut_source=header), (14.07.2016.)
- Czerniewicz, L., Deacon, A., Fife, M.-A., Small, J., & Walji, S. (2015). Introduction to MOOCs: definition and characteristics, CILT Position Paper: MOOCs. CILT, University of Cape Town, Retrived from [http://www.cilt.uct.ac.za/sites/default/files/image\\_tool/images/83/FA\\_MOOCs\\_final%20July2015.pdf](http://www.cilt.uct.ac.za/sites/default/files/image_tool/images/83/FA_MOOCs_final%20July2015.pdf), (07.06.2016.)
- Čupić, M. (2004). *Specijalna poglavlja iz teorije odlučivanja: kvantitativna analiza*. Beograd, ISBN: 9788680249827
- Daggett, R.W., & Ed, D. (2014). *Effectiveness and Efficiency Framework: A Guide to Focusing Resources to Increase Student Performance*. International Center for Leadership in Education 2014.
- Davedžić, V. (2006). *Semantic Web and Education*. p. 21, Springer US 2006., ISBN: 978-0-387-35416-3, doi:10.1007/978-0-387-35417-0
- Daradoumis, T., Bassi, R., Xhafa, F., & Caballe, S. (2013). A review on massive e-learning (MOOC) design, delivery and assessment, *Eighth International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing*, pp. 208-2013, IEEE Computer Society, ISBN: 978-0-7695-5094-7/13, doi:10.1109/3PGCIC.2013.37
- Delić, V., & Sečujski, M. (2008). Transakcioni model verbalne interakcije čovek-mašina, *DOGS Kelebija, Fakultet tehničkih nauka (FTN) Novi Sad*, pp. 8-15,
- Dennis, M., Masthoff, J., & Mellish, C. (2016). Adapting Progress Feedback and Emotional Support to Learner Personality, *International Artificial Intelligence in Education Society*, Volume 26, Issue 3, September 2016, pp 877–931, ISSN: 1560-4292, doi: 10.1007/s40593
- Desmarais, M., & Baker, R. (2012). A review of recent advances in learner and skill modeling in intelligent, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, Volume 22, Issue 1–2, pp. 9–38, ISSN: 0924-1868, doi:10.1007/s11257-011-9106-8
- Dijanošić, B. (2009). *Andragoški modeli poučavanja - Priručnik za rad s odraslim polaznicima - Modul 1*. Zagreb: Agencija za obrazovanje odraslih, Retrived from [http://www.asoo.hr/userdocs/images/andragoski\\_modeli\\_poucavanja.pdf](http://www.asoo.hr/userdocs/images/andragoski_modeli_poucavanja.pdf), (18.09.2014.)
- Dikson, B. (2017). How the cloud has changed education and training, TNW 26. Jun 2017., Retrived from <https://thenextweb.com/contributors/2017/06/26/cloud-changed-education-training>, (24.10.2017.)
- Downes, S. (2006). Learning networks and connective knowledge, Retrived from <http://it.coe.uga.edu/itforum/paper92/paper92.html>, (14.06.2010.)
- D`Urso, M. G., & Masi, D. (2015). Multi-Criteria Decision-Making Methods and their Applications from Human Resources, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XL-6/W1, 2015 ISPRS Workshop of Commission VI 1-3, Advances in Web-based Education Services*,

18–19 June 2015, Berlin, Germany, pp. 31-37, doi:10.5194/isprsarchives-XL-6-W1-31-2015

- Eklof, H. (2006). Development and validation of scores from an instrument measuring student test-taking motivation, *Educational and Psychological Measurement*, Vol. 66, No 4, pp. 643-656, ISSN: 0013-1644, e-ISSN: 1552-3888
- Eklof, H. (2008). Test-taking motivation on low-stakes tests: A Swedish TIMSS 2003 example, *Issues and methodologies in large-scale assessments*, Hamburg: IEA-ETS Research Institute , pp. 9-21, ISBN: 978-0-88685-402-7 (print)
- Elmatary, D., Awad, W., Abd El Hafeez, S., & Omara, F. (2015). SLA for E-Learning System Based on Cloud Computing, *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 6, No. 10, 2015, pp. 189-194, U.S. ISSN: 2158-107X (Print), DOI : 10.14569/issn.2156-5570
- El-Bishouty, M., Chang, T.-W., Graf, S., Kinshuk, N.-S., & Chen, N.-S. (2014). Smart e-course recommender based on learning styles, *Journal of Computers in Education*, Vol. 1, Issue 1, pp. 99–111, ISSN: 2197-9987, doi:10.1007/s40692-014-0003-0
- European Commission (2002). *E-learning Action Plan for 2004-2006*. Retrived from [http://publications.europa.eu/resource/cellar/e55408a5-fa92-41e7-98f8-d8e759c445df.0004.02/DOC\\_2](http://publications.europa.eu/resource/cellar/e55408a5-fa92-41e7-98f8-d8e759c445df.0004.02/DOC_2)
- Evens, M. (2002). New questions for Circsim-Tutor, *Presentation at the 2002 Symposium on Natural Language*, University of Pittsburgh, Pittsburgh: STATAxis Publishing
- Ezen-Can, A., & Boyer, K.E. (2015). A Tutorial Dialogue System for Real-Time Evaluation of Unsupervised Dialogue Act Classifiers: Exploring System Outcomes, *Artificial Intelligence in Education*, 9112 of the series Lecture Notes in Computer Science, pp. 105-114. doi:10.1007/978-3-319-19773-9\_11
- Ezoic (2018). Learning-styles-online.com, Retrived from <https://www.learning-styles-online.com/overview/index.php>, (28.10.2018.)
- Fakultet organizacionih nauka Beograd (2015). Expert Choise, Retrived from <http://odlucivanje.fon.ac.rs/wp-content/uploads/Expert-Choise.pdf>, (16.12.2016.)
- Fazlollah, M. R. (1994). *An Introduction to Information Theory*. pp. 8-10, Dover publication, New York, ISBN: 0-486-68210-2
- Figueira, J., Greco, S., Ehrgott, M. (eds.), (2005). *Multycriteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Springer Science + Business Media, Inc., Boston. ISBN: 038723067X.
- Filppula, P. (2000). Oppimistyyliä verkko-opiskelussa, (Eds.), Gardner, H., *Intelligence Reframed: Multiple Intelligence for the 21st Century*, Retrived from <http://www.cs.helsinki.fi/u/kurhila/sem/valmiit/vosem-filppula.doc> New York, 2000, (14.05.2014.)
- Galović, D. (1999). *Višekriterijumska optimizacija izbora strategija nabavljanja u složenom višenivovskom proizvodno distributivnom sistemu*. Neobjavljeni rad – Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd

- Garris, R., Ahlers R., & Driskell E. J. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model, *SIMULATION & GAMING*, Vol. 33 No. 4, pp. 441-467, Sage Publications, doi:10.1177/1046878102238607
- Goleman, D. (2012). *Emocionalna inteligencija*, pp. 6-7, Geopoetika Beograd, ISBN: 978-86-6145-009-9
- Gottfredson, D. G. (1999). John L. Holland's Contributions to Vocational Psychology: A Review and Evaluation, *Journal of Vocational Behavior*, Volume 55, Issue 1, pp. 15-40, ISSN: 0001-8791, doi:10.1006/jvbe.1999.1695
- Graf, S., Viola, S. R., Kinshuk, & Leo, T. (2006). Representative Characteristics of Felder-Silverman Learning Styles: An Empirical Model, Vortrag: International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age, In (Eds.) *Proceedings of the IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age*, Barcelona, Spain: IADIS Press, pp. 235-242, ISBN: 972-8924-24-0, 8 S
- Gravells, A., & Simpson, S. (2010). *Planning and Enabling Learning. Second Edition*, pp. 62-63, Exeter: Learning Matters Ltd., ISBN: 978-1-84445-798-4
- Greenberg, D. A., & Zanetis, J. (2012). The Impact of Broadcast and Streaming Video in Education, Report commissioned by Cisco Systems Inc. to Wainhouse Research, LLC, Retrived from [https://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/solutions/industries/docs/education/ciscovideowp.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/industries/docs/education/ciscovideowp.pdf), (14.07.2015.)
- Grimley, M., & Riding, R. (2009). Individual Differences and Web-Based Learning, In C. Mourlas, N. Tsianos, & P. Germanakos (Eds.) *Cognitive and Emotional Processes in Web-Based Education: Integrating Human Factors and Personalization*, pp. 1-24, IGI Global, ISBN13: 9781605663920, doi:10.4018/978-1-60566-392-0.ch001
- Guin, N., & Lefevre, M. (2013). From a Customizable ITS to an Adaptive ITS, In H. Lane, K. Yacef, J. Mostow, P. Pavlik, (Eds.), *Artificial Intelligence in Education*, Proceedings 16th International Conference of AIED 2013, Vol. 7926, pp. 141-150, Memphis, TN, USA: Springer Berlin Heidelberg.
- Hoffait, A.-S., & Schyns, M. (2017) Early detection of university students with potential difficulties, *Decision Support Systems*, Volume 101, September 2017, pp. 1-11, ISSN: 0167-9236, <https://doi.org/10.1016/j.dss.2017.05.003>
- Hamidi, H., & Rouhani, S. (2018). The Effects of Cloud Computing Technology on E-Learning: Empirical Study, *Robotics & Automation Engineering Journal*, Vol. 2, Issue 5, pp. 1-7, ISSN: 2577-2899, doi:10.19080/RAEJ.2018.02.555596.
- Harris, R. (2014). *Introduction to Decision Making*. Retrived from <http://www.virtualsalt.com/crebook5.htm>, (16.09.2015.)
- Hedrih, V., Šverko, I. (2007). Evaluacija holandovog modela profesionalnih interesovanja u Hrvatskoj i Srbiji, *PSIHOLOGIJA*, Vol. 40, broj 2, pp. 227-244, CEON/CEES UDC: 159.9.072:37.048.4, doi:10.2298/PSI0702227H



- Heiser, J., & Nicolett, M. (2008). *Assessing the Security Risks of Cloud Computing*, G00157782, Gartner, Inc., Stamford, CT, 2008., Retrived from [https://www.academia.edu/6612535/Assessing\\_the\\_Security\\_Risks\\_of\\_Cloud\\_Computing](https://www.academia.edu/6612535/Assessing_the_Security_Risks_of_Cloud_Computing), (24.08.2017.)
- Honey, P., & Mumford, A. (1983). *The Manual of Learning Styles*. Peter Honey Associates. ISBN: 0-950-8444-0-3, doi:10.1177/135050768301400209
- Ivanović, B. (1973). *A method of establishing a list of development indicators*. Paris: United Nations educational, scientific and cultural organization,
- Jahan, A., Mustapha, F., Sapuan, S. M., Ismail, M. J., Bahraminasab, M. (2012). A framework for weighting of criteria in ranking stage of material selection process, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 58 (14), pp. 411-420, ISSN: 0268-3768, e-ISSN: 1433-3015
- Johnes, J. (2015). Operation Research in Education, *European Journal of Operational Research*, Vol. 243(3), pp. 683-696, Elsevier, doi: 10.1016/j.ejor.2014.10.043
- Jahan, A., & Edwards, K. L. (2014). *Multicriteria decision analysis for supporting the selection of engineering materials in product design*, Elsevier, ISBN: 9780080993867.
- Johnson, A. (2016). *Homogeneous Grouping and its Effectiveness in the Elementary School Setting*, Non-public paper – Dissertation, Carson-Newman University, The Faculty of the Education Department
- Jovičić, T. S., Kašić, Z., Đorđević, M., Vojnović, M., Rajković, M., Savković, J. (2003). Formiranje korpusa govorne ekspresije emocija i stavova u srpskom jeziku-GEES, *XI Telekomunikacioni forum TELFOR 2003*, 25-27.11.2003. Beograd, Društvo za telekomunikacije Beograd, OCLC No. 781022351
- Kabanza, F. (1999). *SimPlan`s Manual*. The manual is a part of the system, Retrieved from <http://www.dmi.usherb.ca/~kabanza/simplan>.
- Kabanza, F., Barbeau, M., & St-Denis, R. (1997). Planning control rules for reactive agents. *Artificial Intelligence*, Vol. 95, Issue 1, pp. 67-113, ELSEIVER, ISSN: 0004-3702
- Kaufman, D. (1989) Third generation course design in distance education, In Sweet, R. (eds.) *Post-Secondary Distance Education in Canada: Policies, Practices and Priorities* Athabasca: Athabasca University/Canadian Society for Studies in Education
- Kim, S.-W. (2016). MOOCs in Higher Education, INTECH open science/ open mind, pp. 121-135, doi:10.5772/66137 Retrived from <https://www.intechopen.com/books/virtual-learning/moocs-in-higher-education>, (01.02.2018.)
- Ala-Mutka, K., Redecker, C., Punie, Y., Ferrari, A., Cachia, R., & Centeno, C. ( 2010). *The Future of Learning: European Teachers' Visions*, Report on a foresight consultation at the 2010 eTwinning Conference, Seville
- Kišan, I. (2010). *Uvod u psihologiju*, Skripta, Filozofski fakultet Zagreb
- Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2005). Learning Styles and Learning Spaces: Enhancing Experiential Learning in Higher Education. *Academy of Management Learning &*

*Education*, Vol. 4, No. 2 , pp. 193-212, ISSN(print): 1537-260X, ISSN(online): 1944-9585, doi:10.5465/amle.2005.17268566

- Kushlev, K. (2018). Media technology and well-being: A complementarity-interference model, In E. Diener, S. Oishi, & L. Tay (Eds.), *Handbook of well-being*, Salt Lake City, UT: DEF Publishers. DOI:nobascholar.com
- Kvašev, R., Radovanović, V. (1977). Uticaj sposobnosti, složaja osobina ličnosti i motivacije na uspeh u školskom učenju, *Psihologija*, Broj 1, pp. 31-73, Društvo psihologa Srbije, Beograd, ISSN: 0048-5705
- Lederman, D., & Dimeo, J. (2017). Impressions of the Hoxby Study of Online Learning. Inside Higher ED / Inside Digital Learning, Marth 1<sup>st</sup> 2017, Inside Higher ED Washington DC, Retrived from <https://www.insidehighered.com/digital-learning/article/2017/03/01/range-experts-weigh-scholars-controversial-new-study-online>, (14.06.2018)
- Lepper, R. M., Woolverton, M., Mumme, L. D., & Gurtner, L. J. (1993). Motivational techniques of expert human tutors: Lessons for the design of computer-based tutors. In S. P. Lajoie, S. J. Derry (Eds.), *Computers as cognitive tools*, pp. 75-105, Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, ISBN: 978-0-80581082-0
- Lepp, A., Barkley, J. E., & Karpinski, A. C. (2014). The relationship between cell phone use, academic performance, anxiety, and satisfaction with life in college students, *Computers in Human Behavior*, Vol. 31, pp. 343–350, doi:10.1016/j.chb.2013.10.049
- Lepp, A., Barkley, J. E., & Karpinski, A. C. (2015). The relationship between cell phone use and academic performance in a sample of US college students, *Sage Open*, 5(1), doi:10.1177/2158244015573169
- Litman, D. J., & Forbes-Riley, K. (2004). Annotating Student Emotional States in Spoken Tutoring Dialogues, In *Proceedings of the 5th SIGdial Workshop on Discourse and Dialogue (SIGdial)*, pp. 144-153, Boston, MA: Association for Computational Linguistics.
- Lungulov, B. (2010). Motivacija učenika u nastavi - pretpostavka uspeha u učenju, *Pedagoška stvarnost*, God. LVI, Broj: 3-4, str. 294-305, Univerzitet u Novom Sadu, Filozofski fakultet, UDK: 37, ISSN: 0553-4569
- Maehr, L. M., & Meyer, A. H. (1997). Understanding Motivation and Schooling: Where We've Been, Where We Are, and Where We Need to Go, *Educational Psychology Review*, Vol. 9, No. 4, pp. 371-409, ISSN: 1573-336X, 1040-726X, doi: 10.1023/A:1024750807365
- Marić, M., & Sakač, M. (2014). Individual and social factors related to students' academic achievement and motivation for learning, *Suvremena Psihologija*, Vol. 17, No 1, pp. 63-79, Hrvatsko psihološko društvo, Naklada Slap, ISSN: 1331-9264
- Marković, Z. (2008). Skalomerizacija elemenata matrice podataka višekriterijumskog zadatka, XXVI Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i

- telekomunikacionom saobraćaju – *PosTel 2008*, Beograd, 16. i 17. decembar 2008.  
Retrieved from  
[http://postel.sf.bg.ac.rs/simpozijumi/POSTEL2008/RADOVI%20PDF/\(3\)%20-%20MENADZMENT/2\\_Zoran\\_Markovic.pdf](http://postel.sf.bg.ac.rs/simpozijumi/POSTEL2008/RADOVI%20PDF/(3)%20-%20MENADZMENT/2_Zoran_Markovic.pdf), (15.04.2011.)
- Mandić, D., Krsmanović, S., & Vilotijević, M. (2003). *Didaktičko- informatičke inovacije u obrazovanju*. Mediagraf, Beograd, ISBN: 978-867658003-3
- McKimm, J., Jollie, C., & Cantillon, P. (2003). Web based learning, *BMJ*, 2003 Apr v.326(7394), pp. 870–873, doi:10.1136/bmj.326.7394.870
- McQuiggan, S. W., Mott, B. W., & Lester, J. C. (2008). Modeling self-efficacy in intelligent tutoring systems: An inductive approach, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, Volume 18, Issue 1-2, pp. 81-123, ISSN: 1573-1391, doi:10.1007/s11257-007-9040-y
- Milićević, M., Župac, G. (2012a). Objektivni pristup određivanju težina kriterijuma, *Vojnotehnički glasnik*, 60 (1), str. 3956, ISSN: 00428469.
- Milićević, M., Župac, G. (2012b). Subjektivni pristup određivanju težina kriterijuma, *Vojnotehnički glasnik*, 60 (2), str. 4870, ISSN: 00428469.
- Milivojević, P. (2018). Višekriterijumska analiza i odlučivanje, Olimp – Agencija za poslovne usluge, Retrieved from <http://www.olimpija.rs/viekriterijumsko-odluivanje>, (27.03.2018)
- Miljković, B., & Lambić, D. (2011). Uloga dizajnera medija u povezivanju i integrisanju nastave, In A. Petojević, (Ed.) *Povezivanje nastavnih predmeta i stručno usavršavanje učitelja*, Tematski zbornik I, Sombor 2011., pp. 110-119, Pedagoški fakultet Sombor, ISBN: 978-086-6095-007-1
- Miljković, B., Petojević, A., & Žižović, M. (2015). Povratne informacije u konceptu učenja na daljinu, In A. Petojević, (Ed.) *Povezivanje nastavnih predmeta i stručno usavršavanje učitelja*, Tematski zbornik V, Sombor 2015, pp 36-46, Pedagoški fakultet Sombor, ISBN: 978-086-6095-043-9
- Miljković, D. B., Petojević, V. A., & Žižović, R. M. (2016). Monitoring the Effect of Motivation on Mastering Knowledge and Skills in Distance Learning Systems, *Војно технички гласник/Military Technical Courier*, Vol.64, No.4, pp. 1009-1032, ISSN: 0042-8469, e-ISSN: 2217-4753, (DOI број чланка 10.5937/vojtehg64-10687)
- Miljković, B., Žižović, M., & Iskrenović-Momčilović, O. (2016). Adaptive Capacity ESs and Automated ITCs Systems of Distance Learning in Mathematics and Programming, *Norma 1/2016, Časopis za teoriju i praksu vaspitanja i obrazovanja*, pp. 107-124, Sombor 2016, Pedagoški fakultet u Somboru, ISSN: 0353-7129
- Miljković, B., & Mandić, M. (2017). Effects of Application Software Implementation in Education, In M. Orel (Chair), *Modern approaches to teaching the coming generations*, International Expert Science Conference – EDUvision 2017, pp. 1440-1451, Ljubljana 30<sup>th</sup> Novembar – 2<sup>nd</sup> Decembar 2017., EDUvision, ISBN: 978-961-94307-3-6 (pdf), COBISS.SI-ID=293895680

- Miljković, D. B., Petojević, V. A., & Žižović, R. M. (2017). On-line Student Emotion Monitoring as a Model of Increasing Distance Learning Systems Efficiency, *The New Education Review*, Vol. 4, No. 1, pp. 225-240, Wydawnictwo Adam Marszalek 2017, ISSN: 1732-6729
- Miljković, B., Žižović, M., & Iskrenović-Momčilović, O. (2014). Applications of Emotional Intelligence in the Educational Process Supported by ICTs, In M. Orel (Chair), *The new vision of future technologies*, International Conference InfoKomTeh 2014, pp. 99-106, Ljubljana 17th April 2014, Eduvision, ISBN: 978-961-93662-0-2
- Miljković, B., Žižović, R. M., Petojević, A., & Damljanović, N. (2017). New Weighted Sum Model, *FILOMAT*, Vol. 31, No. 10, pp. 2991-2998, ISSN: 0354-5180 (Print), e-ISSN: 2406-0933, doi:10.2298/FIL1710991M
- Miljković, D. B., Žižović, R. M. (2018) Model IBT 3D tehnologije u sistemu dualnog obrazovanja. *Inovacije u nastavi*, XXXI Broj: 2018/4, str. 117-132, Učiteljski fakultet Univerziteta u Beogradu, ISSN: 0352-2334 (Štampano izdanje), UDC: 004:37.014.5, doi: 10.5937/inovacije1804129M
- Milosavljević, M., & Adamović, S. (2017). *Osnovi teorije informacija i kodovanja*. pp. 19-20, Univerzitet SINGIDUNUM, Beograd 2017, ISBN: 978-86-7912-610-8
- Mueller, C. M., & Dweck, C. S. (1998). Praise for intelligence can undermine children's motivation and performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 75, No 1, pp. 33-52, ISSN: 022-3514
- Munda, G. (1995). *Multicriteria evaluation in a fuzzy environment*. Heidelberg: Physica-Verlag.
- Naser, M. (2007). The Influence of Learning Styles on Learners in E-Learning Environments: An Empirical Study, *Information Systems Department, Qatar University, CHEER*, Volume 18, pp. 10-14, Retrived from <http://docplayer.net/10239965-The-influence-of-learning-styles-on-learners-in-e-learning-environments-an-empirical-study.html>, (18.05.2012)
- Neu, C. (2017). How Broadcast-Based Technodeterminism Fails EdTech, TechChange, Inc., Retrived from <https://www.techchange.org/2017/09/12/how-broadcast-based-technodeterminism-fails-edtech>, (01.12.2017.)
- Nipkow, T. (2012). Teaching Semantics with a Proof Assistent: No More LSD Trip Proofs, In V. Kuncak, A. Rybalchenko, (Eds.), *Verification, Model Checking, and Abstract Interpretation, 13th International Conference VMCAI 2012* (pp. 24-38). Philadelphia, USA: Springer, ISBN: 978-3-642-27939-3, doi:10.1007/978-3-642-27940-9
- Nipper, S. (1989). Third generation distance learning and computer conferencing, In R. Mason & A. Kaye (Eds.), *Mindweave: Communication, computers and distance education*, pp. 63-73, Oxford, UK: Permagon.
- Nkambou, R., & Kabanza, F. (2001). Designing Intelligent Tutoring Systems: A multiagent Planning Approach, *ACM SIGCUE OUTLOOK*, Vol. 27, Issue 2, pp. 46-60, ACM Press, doi:10.1145/381234.381246

- Nkambou, R. (2006). Managing Student Emotions in Intelligent Tutoring Systems, In G. Sutcliffe, & R. Goebel (Eds.), *Proceedings of the Nineteenth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference*, pp. 389-394, Menlo Park, California: AAAI Press, ISBN: 978-1-57735-261-7
- Noaman, A. Y., Luna, J. M., Ragab, A. H., & Ventura, S. (2016). Recommending degree studies according to students' attitudes in high school by means of subgroup discovery, *International Journal of Computational Intelligence Systems*, Vol. 9, No. 6, pp. 1101-1117, ISSN (Print): 1875-6891, ISSN (Online): 1875-6883
- Ochs, M., & Frasson, C. (2004). Optimal Emotional Conditions for Learning with an Intelligent Tutoring System. In J.C. Lester, R.-M. Vicari, F. Paraguacu (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems, 7th International Conference, ITS 2004, LNCS Vol.3226*, pp. 845-847, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Print ISBN: 978-3-540-22948-3, doi:10.1007/b100137
- Olmo, J. L., Romero, C., Gibaja, E., & Ventura, S. (2015). Improving Meta-learning for Algorithm Selection by Using Multi-label Classification: A Case of Study with Educational Data Sets, *International Journal of Computational Intelligence Systems*, Vol. 8, No. 6, pp. 1144-1164, ISSN: 1875-6883, DOI: 10.1080/18756891.2015.1113748
- O'Neill, G., & McMahon, T. (2005): Student-centred Learning: What does it mean for Students and Lecturers?, In G. O'Neill, S. Moore and B. McMullin (Eds.), *Emerging Issues in the Practice of University Learning and Teaching*, Dublin: All Ireland Society for Higher Education (AISHE), pp. 27-36, ISBN: 0-9550134-0-2
- Papić-Blagojević, N., Bugar, D. (2009) Osnovne premise analize grupisanja. *Škola, biznisa*, Visoka poslovna škola strukovnih studija Novi Sad, Broj 4/2009, pp. 166-173, ISSN: 2406-1301 (Online), UDC: 519.237.8
- Pedast, M., Maeots, M., Siiman, A. L., de Jong, T., van Riesen, A. N. S., Kamp, T. E., Manoli, C. C., Zachari, C. Z., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle, *Educational Research Review*, 14 (2015), pp. 47-61, doi:10.1016/j.edurev.2015.02.003
- Pocatilu, P., Alecu, F., & Vetric, M. (2010). Measuring the Efficiency of Cloud Computing for E-learning Systems, *WSEAS TRANSACTIONS on COMPUTERS*, Volume 9, Issue 1, January 2010, pp. 42-51, ISSN: 1109-2750
- Polatidis, H., Haralambopoulos, D. A., Munda, G., & Vreeker, R., (2006). Selecting an appropriate multicriteria decision analysis technique for renewable energy planning, *Energy Sources*, Part B., Iss. 1, str. 181-193, ISSN: 15567257
- Punie, Y. , Cabrera, M. , Bogdanowicz, M. , Zinnbauer, D. , & Navajas, E. (2006). The Future of ICT and Learning in the Knowledge Society, Report on a Joint DG JRC-DG EAC Workshop held in Seville, 20-21 October 2005, EUR 22218EN (Technical Report No. EUR 22218 EN), Seville: European Commission – Joint Research Centre - Institute for Prospective Technological Studies

- Radojičić, M., Žižović, M. R. (1998). *Applications of methods of multicriteria analysis in bussines decision-making*. Technical faculty in Čačak, Serbia. (Monograph in Serbian) UDK: 512.226, COBISS.SR-ID:69199628, ISBN: 86-81745
- Rayman, J., & Atanasoff, L. (1999). Holland's Theory and Career Intervention: The Power of the Hexagon, *Journal of Vocational Behavior*, Volume 55, Issue 1, pp. 114-126, ISSN: 0001-8791, doi:10.1006/jvbe.1999.1695
- Rashid, A. Z., Kadiman, S., Zulkifli, Z., Selamat, J., & Hashim, H. M. (2016). Review of Web-Based Learning in TVET: History, Advantages and Disadvantages, *International Journal of Vocational Education and Training Research*, Volume 2, Issue 2, April 2016, pp. 7-17, doi:10.11648/j.ijvetr.20160202.11
- Riahi, G. (2015). E-learning Systems based on Cloud Computing: A Review, *In Procedia Computer Science*, 62 ( 2015 ), Proceedings of the 2015 International Conference on Soft Computing and Software Engineering (SCSE 2015), pp. 352 – 359, ISSN: 1877-0509; doi:10.1016/j.procs.2015.08.415
- Rollins, A. (2018). What's A MOOC? History, Principals, And Characteristics, eLearning Industry, Retrived from <https://elearningindustry.com/subjects/MOOCs/What's A MOOC History, Principals, And Characteristics - eLearning Industry.htm>, (07.09.2018.)
- Rus, V., D'Mallo, S., Xiangen, H., & Graesser, A. C. (2013). Recent Advances in Conversational Intelligent Tutoring Systems, *AI MAGAZINE*, Vol 34, No 3: Fall 2013, pp. 42-54, doi:10.1609/aimag.v34i3.2485
- Salguero, M., Gómez, R., Gómez, A., & Ignacio J. (2013). *Pedagogical Support in MOOCs: A new Approach to Tutoring*. Monograph: Pedagogical Dimension of Virtuality, pp. 30-39, @tic, revistad' innovacio educativa, ISSN: 1989-3477, doi:10.7203/attic.11.3044
- Schwarz, C., Meyer, J., & Sharma, A. (2007). Technology, pedagogy, and epistemology: Opportunities and challenges of using computer modeling and simulation tools in elementary science methods, *Journal of Science Teacher Education*, 18 (2), pp. 243-269, Springer 2007, doi:10.1007/s10972-007-9039-6
- Sekulić, M. (2010). *Uticaoj stilova učenja na oblikovanje i efikasnost e-učenja*, Retrived from <http://miroslavsekulic.pbworks.com/w/page/24126218/Uticaoj%20stilova%20u%C4%8Denia%20na%20oblikovanie%20i%20efikasnost%20e-u%C4%8Denja>, (17.12.2014)
- Spasojević, P. (2010). *Nastavne metode*. Retrived from [http://pspasojevic.blogspot.com/2010/11/blog-post\\_411.html](http://pspasojevic.blogspot.com/2010/11/blog-post_411.html), (17.06.2013.)
- Srdjević, B., Srdjević, Z., & Suvočarev, K. (2007). Computerized tools and systems for decision-making support in agriculture, *Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta 2007*, Vol. 31, Iss. 1, pp. 55-64, ISSN: 0546-8264, Retrived from <http://bsrdjevic.tripod.com/download/5.pdf>, (24.06.2015.)
- Study.com (2018). *The Felder-Silverman Learning Styles Model*. Retrived from <https://study.com/academy/lesson/the-felder-silverman-learning-styles-model.html>, (21.09.2018.)

- Sternberg, J. R., & Sternberg, K. (2012). *Cognitive Psychology*. 6<sup>th</sup> Edition, Wadsworth, Cengage Learning USA, ISBN-13: 978-1-111-34476-4, ISBN-10: 1-111-34476-0
- Sundre, L. D., & Moore, L. D. (2002). The Student Opinion Scale: A Measure of Examinee Motivation, *Assessment Update*, Vol. 14, Issue. 1, (2002), Center for Assessment and Research Studies James Madison University Harrisonburg, Virginia, Retrived from [https://www.jmu.edu/assessment/\\_files/PDF/sos\\_assessment\\_update\\_article.pdf](https://www.jmu.edu/assessment/_files/PDF/sos_assessment_update_article.pdf), (31.08.2016.)
- Troumpetari, C. (2016). *ICT Tools in School – a Practical Guide, Scratch: an Online Application Used to Develop a Digital Game*. IPN – Leibniz Institute for Science and Mathematics Education at the University of Kiel, Germany
- UNICEF (2002). *Quality Education: The Potential to Transform Society in a Single Generation*. Retrieved from <https://www.unicef.org/dprk/qpe.pdf>, (04.11.2016.)
- Unknown (2016). *General guidelines for e-broadcasting*. Unpublic paper, Retrived from <http://repo.iitbhu.ac.in/db/2016/ir-2016-450/General%20guidelines%20for%20e-broadcast.pdf>, (22.09.2017.)
- Varnosfadrani, A., & Basturkmen, H. (2009). The effectiveness of implicit and explicit error correction on learners performance, *System: An International Journal of Educational Technology and Applied Linguistics*, Volume 37, Issue 1, pp. 82–98, ISSN: 0346-251X
- Ververidis, D., Kotropoulos, C., Pitas, I. (2004). Automatic emotional speech classification, In. Proc. 2004 IEEE Int. Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing, Vol. 1, pp. 593-596, Montreal, 2004., IEEE, Print ISBN: 0-7803-8484-9, Print ISSN: 1520-6149, doi:10.1109/ICASSP.2004.1326055
- Wasim, J., Sharma, K. S., Khan, A. I., & Siddiqui, A. (2014). Web Based Learning, *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, Vol. 5 (1) 2014, pp. 446-449, ISSN: 0975-9646
- Wenger, E. (1987). *Artificial intelligence and tutoring systems: Computational and Cognitive Approaches to the Communication of Knowledge*. San Francisco, CA, USA : Morgan Kaufmann Publishers Inc., eBook ISBN: 978-1-48322111-3
- Wittgen H. (2017). Interactive Educational Games: Powerful Lesson Plans As Fun Games for Your Class, *Gynzy Internet Education*, New York, Retrived from <https://www.gynzy.com/en/blog/>, (22.03.2018.)
- Yu, P.-T., Su, M.-H., Lai, Y.-S., & Su, H.-H. (2009). Design an e-Broadcasting System for Students' Online Learning, F.L. Wang et al. (Eds.): ICHL 2009, LNCS 5685, pp. 101-111, Springer-2009, Print ISBN: 978-3-642-03696-5, doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-642-03697-2\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-642-03697-2_10)
- Zacharis, Z. N. (2015). A multivariate approach to predicting student outcomes in web-enabled blended learning courses, *Internet and Higher Education*, Vol. 27 (2015), pp. 44–53, Elsevier Inc., doi:10.1016/j.iheduc.2015.05.002

Zare, H., & Niazi, M. (2016). Relevant based structure learning for feature selection, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 55, pp. 93-102, ISSN: 0952-1976, doi:10.1016/j.engappai.2016.06.001

Žižović, R. M., Damljanović, N., Lazarević, V., & Deretić, N. (2011) New method for multicriteria analysis, *U.P.B. Sci. Bull.*, Series A, 73 (2), pp. 13-22, ISSN: 1223-7027

<http://poincare.matf.bg.ac.rs/~nenad/ip.2016/11.klasterovanje.beleske.pdf>, (27.11.2018.)



## **PRILOG 1: VAK – Upitnik za samoprocenu stila učenja<sup>1</sup>**

1. Kada imam ispred sebe test, ja najčešće:
  - a) Prvo pročitam pitanja
  - b) Poslušam objašnjenje nastavnika koji je sastavio test
  - c) Odmah krenem s pisanjem testa
  
2. Kada trebam uputstva za put, obično:
  - a) Pogledam kartu
  - b) Pitam za smernice
  - c) Služim se vlastitim instinktom
  
3. Kada kuvam novo jelo, obično:
  - a) Pratim pisani recept
  - b) Nazovem prijatelja za objašnjenje ili pitam roditelja
  - c) Sledim vlastiti instinkt i isprobavam
  
4. Ako nekoga pokušavam nečemu naučiti, ja:
  - a) Napišem mu pisane instrukcije
  - b) Dam mu verbalno objašnjenje
  - c) Prvo napravim demonstraciju, pa mu onda dam da sam pokuša
  
5. Često kažem:
  - a) Gledajte kako ja to radim
  - b) Dajte da vam objasnim
  - c) Pokušajte sami
  
6. U svoje slobodno vrijeme, često:
  - a) Idem u muzeje i galerije
  - b) Slušam muziku i razgovaram s prijateljima
  - c) Bavim se sportom ili nešto radim sam
  
7. Kad kupujem odeću, često:
  - a) Zamislim kako bi izgledao/la da je obučen
  - b) Konsultujem se s zaposlenima trgovine
  - c) Probam odeću koja me zanima
  
8. Kada učim neku novu veštinu, najprijatnije se osećam:
  - a) Kad posmatram šta nastavnik radi
  - b) Kad s nastavnikom tačno u razgovoru razjasnim šta trebam raditi
  - c) Probam sam i istovremeno pokušavam shvatiti šta tačno trebam uraditi

---

<sup>1</sup> Prilagođeno prema: Dijanošić, B. i sur. (2009): *Andragoški modeli poučavanja - Priručnik za rad s odraslim polaznicima - Modul 1*. Agencija za obrazovanje odraslih. url: <http://www.scribd.com/doc/91167604/29/VAK-Upitnik-za-samoprocenu-stilova-u%C4%8Denja>

9. Kad slušam neki bend uživo:
- Promatram članove benda i osobe u publici
  - Slušam tekstove i ritam
  - Krećem se u ritmu muzike
10. Kad se koncentrišem:
- Fokusiram se na reči ili slike koje su preda mnom
  - Raspravim o problemu i mogućim rešenjima sam sa sobom u mislima
  - Krećem se, dodirujem stvari i igram se s olovkama
11. U mom najranijem sećanju:
- Posmatrao sam nekoga
  - Neko mi se obratio
  - Nešta sam radio
12. Kada sam napet:
- Zamišljam najgore moguće scenarije
  - U mislima sa sobom „raspravim” o stvarima koje me najviše opterećuju
  - Ne mogu mirno sedeti, stalno se vrtim i šecem unaokolo
13. Osjećam se lično povezan s nekim ljudima zbog sledećeg:
- Kako izgledaju
  - Šta mi kažu
  - Kako se zbog njih osećam
14. Kad ponavljam za ispit, ja:
- Pišem beleške i radim dijagrame
  - Sam sa sobom ili s drugima diskutujem o beleškama
  - Zamislím izvođenje pokreta ili pisanje formule
15. Kad nešto objašnjavam drugome, ja:
- Pokažem im na što mislim
  - Objašnjavam im na različite načine dok ne shvate
  - Ohrabrujem ih da sami pokušaju i dok to rade, objašnjavam im svoju ideju
16. Stvarno volim:
- Filmove, fotografiju, gledati umetnost ili posmatrati ljude
  - Slušati muziku, radio ili razgovarati s prijateljima
  - Učestvovati u sportskim aktivnostima, plesati ili jesti finu hranu
17. Većinu slobodnog vremena provodim:
- Gledajući televiziju ili na društvenim mrežama
  - Razgovarajući s prijateljima
  - Izrađujući stvari ili baveći se nekom fizičkom aktivnošću

18. Pri prvom susretu s novom osobom:
- Organizujem susret licem u lice
  - Razgovaram s njima telefonom
  - Pokušam organizovati susret uz neku dodatnu aktivnost ili obrok
19. Prvo primetim način na koji ljudi:
- Izgledaju i odevaju se
  - Zvuče i govore
  - Stoje i kreću se
20. Ako sam ljut, trudim se:
- U mislima ponavljati što je to što me uzrujalo
  - Podignuti glas i ljudima objasniti kako se osećam
  - Lupiti vratima i fizički iskazati ljutnju
21. Najlakše pamtim:
- Lica
  - Imena
  - Stvari koje sam učinio
22. Mislim da je moguće prepoznati da netko laže, ako:
- Vas izbegava pogledati
  - Glas im se promeni
  - Šalju mi neku smešnu vibraciju
23. Kad sretnem starog prijatelja:
- Kažem: "Sjajno te je videti!"
  - Kažem: "Sjajno je što smo se čuli!"
  - Zagrlim ga ili se rukujemo
24. Najbolje pamtim stvari tako što:
- Radim beleške ili čuvam ispisane zapise
  - Govorim ih na glas ili ključne riječi ponavljam u glavi
  - Vežbam određenu aktivnost ili zamišljam da je izvodim
35. Često kažem:
- Vidim što želiš reći
  - Jasno mi je što želiš reći
  - Znam kako se osećaš

---

**Saberite koliko odgovora A, B i C imate.**

Ako ste odabrali najviše odgovora A, vaš je stil učenja VIZUALNI.  
Ako ste odabrali najviše odgovora B, vaš je stil učenja AUDITIVNI.  
Ako ste odabrali najviše odgovora C, vaš je stil učenja KINESTETSKI.

## **PRILOG 2: Brzi upitnik za određivanje stila učenja**

### **UPUTSVO**

1. REČENICE: U tablici su rečenica, svaka s četiri moguća završetka. Oceniti izbor svake rečenice u saglasnosti sa svojim načinom razmišljanja, učenja, itd. Pokušaj se setiti neke nedavne situacije u kojoj si trebao naučiti nešto novo u školi ili životu.

2. OCENITI: Koristeći slobodan prostor, vrednuj svaki mogući završetak rečenice tako da rečenici koja najbolje opisuje način na koji učiš dodeliš „ocenu“ 4, a ostale rečenice vrednuj nižim ocenama, u zavisnosti od toga koliko dobro opisuju tvoj način učenja. Bitno je „oceniti“ sve rečenice, tako da u istom redu jedne rečenice nemaš iste „ocene“.

4: najbolje opisuje tebe/tvoj način učenja

3:

2:

1: najlošije opisuje tebe/tvoj način učenja

3. REAGUJ: U vrednovanju rečenica koristi svoj prvi utisak. **U ovom upitniku nema tačnih i netačnih odgovora.** Tvoja stvarna ličnost najbolje se otkriva kroz prvi utisak. Ako analiziraš svaku grupu mogućih rečenica, to će prikriti tvoju stvarnu ličnost. Nemoj odgovarati onako kako bi ti **želeo/želela** da budeš ili kako misliš da bi **trebao/la** biti. Jednostavno iskreno odgovori.

4. NASTAVI: Vrednuj svih 12 rečenica, jednu po jednu.

5. VREME: Vrednovanje ne bi trebalo trajati više od 5 minuta.

6. SLEDEĆE: Kada završiš s vrednovanjem, pređi na **vodič za bodovanje**

## REČENICE:

<b>1. Kada učim ...</b>	... volim razmišljati o svojim osećajima. _____	... volim pažljivo motriti i slušati. _____	... volim razmišljati o idejama. _____	... volim fizički nešto raditi. _____
<b>2. Najbolje učim kada ...</b>	... pouzdam se u svoju intuiciju i ocenjujem svojim osećanjima. _____	... slušam pažljivo i pažljivo posmatram. _____	... se oslanjam na logičko razmišljanje. _____	... naporno radim da završim zadano. _____
<b>3. Kada učim ...</b>	... reagujem snažno i emotivno na radni materijal. _____	... tih/a sam i suzdržan/a. _____	... najčešće sam/a formiram zaključke. _____	... odgovoran/na sam i pažljiv/a. _____
<b>4. Učim ...</b>	... osjećajući. _____	... pažljivo posmatrajuć _____	... razmišljajući. _____	... radeći. _____
<b>5. Kada učim ...</b>	... otvoren sam novim iskustvima. _____	... sagledavam sve strane problema. _____	... volim analizirati i podeliti na pojediniosti. _____	... volim eksperimentirati/isprobati. _____
<b>6. Kada učim ...</b>	... intuitivna sam osoba. _____	... pronicljiva sam osoba. _____	... logična sam osoba. _____	... aktivna sam osoba. _____
<b>7. Najbolje učim ...</b>	... kroz lične odnose. _____	... posmatrajući. _____	... kroz svrsishodne /jasne teorije. _____	... iz ličnih pokušaja i vežbanja. _____
<b>8. Kada učim ...</b>	... osećam se lično uključenim. _____	... dobro razmislim pre nego što delujem _____	... volim ideje i teorije. _____	... volim videti rezultate svoga rada. _____
<b>9. Najbolje učim ...</b>	... verujući svojim osećajima. _____	... verujući svojim opažanjima. _____	... verujući svojim mislima. _____	... kada mogu sve sam/a isprobati. _____
<b>10. Kada učim ...</b>	... osoba sam koja lako usvaja znanja. _____	suzdržana/sumnjičava sam osoba. _____	... racionalna sam osoba. _____	... odgovorna sam osoba. _____
<b>11. Kada učim ...</b>	... lako se angažujem za predmet učenja. _____	... volim posmatrati. _____	... volim procenjivati. _____	... volim biti aktivan/na _____
<b>12. Najbolje učim kada...</b>	... sam otvoren za usvajanje novih znanja, ideja i spoznaja. _____	... sam pažljiv/a. _____	... kada analiziram ideje. _____	... kada sam praktičan/na. _____
<b>Ukupan zbir:</b>				

## **VODIČ ZA BODOVANJE**

1. Sabrati sve brojeve u svakoj koloni i zapiši taj broj u red “ukupan zbir” te kolone.
2. Ukupan zbir u sve četiri kolone mora biti 120, ako nije, proveri rezultat.

## **CRTANJE GRAFA STILOVA UČENJA**


1. Na vertikalnoj osi u smeru 12 sati (Konkretna iskustva) smesti veliku tačku u skladu s brojem koji predstavlja zbir u koloni 1.
2. Na horizontalnoj osi u smeru 3 sata (Reflektivna opservacija) smesti veliku tačku u skladu s brojem koji predstavlja zbir u koloni 2.
3. Na vertikalnoj osi u smeru 6 sati (Apstraktna konceptualizacija) smesti veliku tačku koja odgovara zbiru u koloni 3.
4. Na horizontalnoj osi u smeru 9 sati (Aktivno eksperimentiranje) smesti veliku tačku koja odgovara zbiru u koloni 4.
5. Spoji 4 tačke u četverougao koji će sada prikazivati tvoj dominantni (27-48 bodova), prosječni (16-26 bodova) ili minorni (12-15 bodova) stil učenja.
6. Upitnik se predaje bez ličnih podataka

## **PRILOG 3: Upitnik za određivanje stila učenja<sup>2</sup>**

### **INSTRUKCIJE:**

Upitnik je dizajniran da bi otkrio koji vam je preferirani prirodni stil učenja. Popunjavanje upitnika ne bi trebalo da traje duže od 10-15 minuta. Rezultati upitnika prevashodno zavise od vaše iskrenosti. U upitniku ne postoje tačni ili netačni odgovori. Ako se slažete više nego što se ne slažete sa izjavom stavite kvačicu. Ako se ne slažete više nego što se slažete, stavite X. Svaku stavku obavezno označite kvačicom ili sa X.

1.	Imam snažna uverenja šta je ispravno a šta je pogrešno, šta je dobro a šta je loše	
2.	Često delujem bez razmišljanja o eventualnim posledicama	
3.	Sklon sam rešavanju problema pristupom korak-po-korak	
4.	Verujem da su formalne procedure i pravila ograničavajuće za ljude	
5.	Imam reputaciju „šta mislim to i kažem“, jednostavno i direktno	
6.	Često nadolazim da su akcije zasnovane na osećaju jednako dobre kao i one koje su nastale nakon pažljivog razmišljanja razmatranja	
7.	Volim poslove gde imam dovoljno vremena za pripremu i pažljivu implementaciju	
8.	Redovno se savetujem sa ljudima o njihovim osnovnim pretpostavkama	
9.	Najvažnije je da li nešto funkcioniše u praksi	
10.	Aktivno sam u potražnji za novim iskustvima	
11.	Kada čujem za novu ideju ili pristup rešavanja problema, odmah pokušam da je primenim u praksi	
12.	Strogo sam samodisciplinovan u pogledu pravilne ishrane, redovnog vežbanja i pridržavam se ustaljene rutine	
13.	Ponosan sam na temeljno uređen posao	
14.	Dobro se sporazumevam sa logičnim i analitičnim osobama, a manje sa spontanim i „iracionalnim“ osobama	
15.	Vodim računa o tumačenju dostupnih podataka i izbegavam „ad-hok“ zaključke	
16.	Pažljivo donosim odluke nakon procene više alternativa	
17.	Više me privlače nove, neobične ideje nego praktične	
18.	Ne volim neorganizovane stvari, više volim stvari postaviti u logičku vezu	
19.	Prihvatam i držim se propisanih procedura i pravila sve dok smatram da efikasno obavljam posao	
20.	Volim da povezujem svoje postupke sa opštim principima	
21.	U diskusiji volim da „gađam“ u suštinu	
22.	Imam tendenciju da prema kolegama na poslu imam distancu, radije nego formalne odnose	
23.	Radujem se izazovima rešavanju nečeg novog i različitog	

<sup>1</sup> **Brainsbase**  keeping the brain in mind. Reference: Peter Honey and Alan Mumford, 2006

24.	Uživam u zabavnim i spontanim osobama	
25.	Posvećujem pažnju i pažljivo dolazim do zaključka	
26.	Teško mi je da impulsivno razvijam ideje	
27.	Verujem da ću odmah doći do suštine	
28.	Pažljivo i ne prebrzo prelazim na zaključke	
29.	Više volim da imam više podataka iz više izvora radi kvalitetnijeg razmišljanja	
30.	Iritiraju me osobe koje stvari uzimaju, razmatraju neozbiljno	
31.	Prvo saslušam tuđe stavove, pre nego što plasiram svoje	
32.	Trudim se biti otvoren u vezi sa mojim osećanjima	
33.	U diskusijama uživam posmatrati manevre drugih učesnika	
34.	Više volim odgovoriti na događaje na spontan, fleksibilan način nego planirati stvari unapred	
35.	Privlače me tehnike kao što su mrežna analiza, analiza aktivnosti, grafikonu toka, programi grananja, planiranje nepredviđenih situacija	
36.	Sklon sam prosuđivanju ideja po osnovu praktične primenljivosti	
37.	Tihi i promišljeni ljudi dovode me u nelagodu	
38.	Često me iritiraju ljudi koji požuruju stvari	
39.	Važnije je uživati u sadašnjosti nego razmišljati o prošlosti ili budućnosti	
40.	Mislim da su odluke zasnovane na temeljnoj analizi bolje i kvalitetnije nego one zasnovane na intuiciji	
41.	Trudim se biti perfekcionista	
42.	Tokom diskusija često generišem mnogo spontanih ideja	
43.	Na sastancima iznosim realne, praktične ideje	
44.	Češće da nego ne, pravila se moraju prekršiti	
45.	U nepoznatoj situaciji radije bi se povukao/la i razmotrio/la sve perspektive	
46.	Često mogu da primetim nedoslednost i slabost u argumentaciji drugih	
47.	Na kraju govorim više nego što slušam	
48.	Šesto mogu da sagledam bolje i praktičnije načine da se stvari završe	
49.	Smatram da pisani izveštaji trebaju da budu kratki i tačni	
50.	Mislim da racionalno i logičko razmišljanje treba da ulepša dan	
51.	Sklon sam da razgovaram sa ljudima o nekim stvarima, ali ne da se upuštam u javnu raspravu	
52.	Cenim ljude koji pristupaju problemu realno, praktično a ne teoretski	
53.	Tokom diskusija postajem nestrpljiv ubacivanjem nebitnih stvari i digresija	
54.	Ako imam obavezu da pišem izveštaj, imam običaj da ranije pravim skice i nacrt pre pisanje konačne verzije	
55.	Imam želju proveriti stvari kako rade u praksi	
56.	Namera mi je da odgovorim na problem logičkim pristupom	
57.	Uživam da dominiram i vodim dijalog	
58.	U diskusijama uviđam često da sam realan, držeći sagovornike na tom stavu da bi se izbegle divlje spekulacije	
59.	Volim da promislim o svim alternativama pre nego odlučim	
60.	U razgovoru sa ljudima često uviđam da sam nepristrasan i objektivan	
61.	Tokom diskusija više volim skromnost nego prihvatiti vodstvo i voditi većinu razgovora	



62.	Volim povezivati trenutne aktivnosti sa širom slikom	
63.	Ako stvari krenu naopako, zadovoljno slegnem ramenima bez sekiranja sa stavom „iz ovog si nešta naučio“	
64.	Skolon sam odbacivanju neargumentovanih, spontanih idaja kao nepraktičnih	
65.	Bolje je prvo pažljivo razmisliti nego odmah delovati	
66.	Generalno radije slušam nego što govorim	
67.	Sklon sam biti oštar prema ljudima koji teško prihvataju logičan pristup	
68.	Uglavnom verujem da cilj opravdava sredstvo	
69.	Ne prezam da presiram ljude sve dok se posao ne završi	
70.	Nalazim da formalizovana specifikacija ciljeva i planova sputava	
71.	Jedan sam od mnogih koji stavlja život u kontekst zabave	
72.	Činim sve što je neophodno da se obavi posao	
73.	Brzo mi dosadi metodičan, detaljan rad	
74.	Zanima me israživanje osnovnih pretpostavki, principa i teorija koje podržavaju stvari i događaje	
75.	Uvek sam zainteresovan da saznam šta drugi misle	
76.	Volim da se sastanci održavaju kao dobro organizovani, pridržavajući se dnevnog reda, itd.	
77.	Distanciram se od subjektivnih ili dvosmislenih tema	
78.	Uživam u drami i uzbuđenju u kriznoj situaciji	
79.	Ljudi me smatraju neempatičnim	

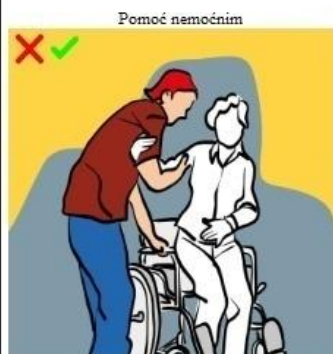
## REZULTATI:

Dobijate poen za svaku označenu stavku		Nema poena za precrtane stavke	
Kreiranje liste po stavkama koje su označene			
<b>Akivist</b>	<b>Mislilac</b>	<b>Teoretičar</b>	<b>Pragmatik</b>
2	7	1	5
4	13	3	9
6	15	8	11
10	16	12	19
17	25	14	21
23	26	18	27
24	29	20	35
32	31	22	37
34	33	26	44
38	36	30	49
40	39	42	50
43	41	47	53
45	46	51	54
48	52	57	56
58	55	61	59
64	60	63	65
71	62	68	69

72	66	75	70
74	67	77	73
79	76	78	80
SUMA:			

## PRILOG 4: Test profesionalne orijentacije – test razvoja karijere

<p>Kancelarijske poslovi</p>	<p>Istraživački posao</p>	<p>Aukcionar</p>	<p>Predavač</p>
<p>Izgradnja i inženjerstvo</p>	<p>Umetnička fotografija</p>	<p>Mehaničar</p>	<p>Hemičar</p>
KORAK 1		KORAK 2	
<p>Nadzor i dokumentovanje</p>	<p>Prodaja i promocija</p>	<p>Socijalni radnik</p>	<p>Administrator</p>
<p>Dizajn i oslikavanje</p>	<p>Briga i nega</p>	<p>Vatrosasac</p>	<p>Menadžer</p>
KORAK 3		KORAK 4	



KORAK 5

KORAK 6



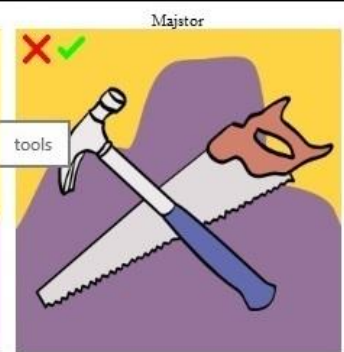
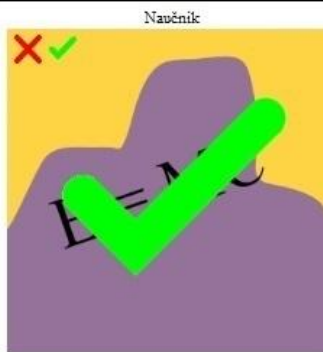
KORAK 7

KORAK 8



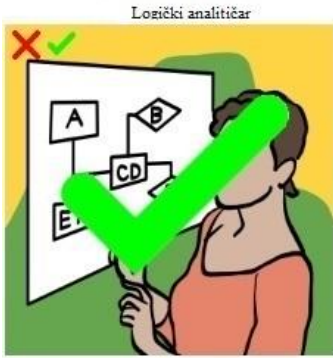
KORAK 9

KORAK 10



KORAK 11

KORAK 12



KORAK 13

KORAK 14



KORAK 15

### Select education level

In the results of this test occupations surting you are suggested. Select the level(s) of education required for these occupations.

- High school or GED sometimes required
- High school usually required
- Vocational school or associate's degree required
- Bachelor's degree or higher usually required

KORAK 16

### End of test

Please answer the questions below. Not all questions are required but it will help us improve this test.

I am a

My age is

I am from

My educational level is

Test results

KORAK 17

## **PRILOG 5: Upitnik ocene uspešnosti predavanja**

Naziv predavanja:

Datum održavanja:

Mesto održavanja:

**Molimo Vas da vašim odgovorima, komentarima i sugestijama ocenite uspešnost predavanja i doprinesete poboljšanju našeg budućeg rada.**

### **1. Da li su ostvareni ciljevi predavanja?**

u potpunosti

delimično

nisu ostvareni

Vaš komentar:

---

---

---

---

### **2. Ima li ciljeva koji nisu uopšte ostvareni i koji?**

---

---

---

---

### **3. Tokom predavanja smo obradili sledeće teme:**

Tema 1    Tema 2    Tema 3

Tema 4    Tema 5

Na koji način treba poboljšati navedene teme?

---

---

---

---

**4. Rad predavača je bio:**

odličan    vrlo dobar    prosečan    loš

Vaš komentar:

---

---

---

**5. Šta treba poboljšati u radu predavača?**

---

---

---

**6. Šta vam se najviše dopalo na predavanju?**

---

---

---

**7. Šta vam se najmanje dopalo na predavanju?**

---

---

---

**8. Vaša sugestija ili komentar na bilo koji aspekt predavanja:**

---

---

---

*Hvala što ste popunili ovaj upitnik!*



**PRILOG 6a : Tabela aktivnosti studenata za oderđivanje stepena motivacije – Klasa 2014/2015**

Neobavezne nastavne aktivnosti – PREDMET C-jezik kl. 2014/15.						
R. br.	Praćenje gradiva (razgovor-čas)	Konsultacije (učestalost)	Napredovanje	Emocionalne promene - stanja	Br. sesija po oblasti	Promena metodologije u toku sesije
St1	Delimično	DA - po potrebi	Samostalno	Po pojavi problema	1	1x - uspešno
St2	Delimično	DA -pred kolokvijum	Samostalno	Pred kolokvijum	0	NE
St3	DA	DA - pred kolokvijum	Nedovoljno	Pred vežbu na času	1	NE
St4	DA	DA	Uz konsultacije	Po pojavi problema	5	2x - uspešno
St5	DA	DA	Uz konsultacije	Po pojavi problema	7	1x - uspešno, 2x-neuspešno
St6	Delimično	DA - pred kolokvijum	Nedovoljno	Pred vežbu na času	1	NE
St7	DA	DA	Uz konsultacije	Za svaku dom. vežbu	3	2x - uspešno
St8	Delimično	DA - pred kolokvijum	Samostalno	Pred kolokvijum	0	NE
St9	Delimično	NE	NE	NEMA	0	NE
St10	NE	NE	NE	NEMA	0	NE
St11	DA	DA	Uz konsultacije	Za svaku dom. vežbu	3	2x - uspešno, 2x-neuspešno
St12	Delimično	DA - po potrebi	Uz konsultacije	Po pojavi problema	2	1x - uspešno, 2x-neuspešno
St13	Delimično	DA - pred kolokvijum	Nedovoljno	Po pojavi problema	1	1x - neuspešno
St14	Delimično	DA - po potrebi	NE	Po pojavi problema	2	NE
St15	DA	NE	Samostalno	NEMA	0	NE
St16	DA	DA - po potrebi	Nedovoljno	Po pojavi problema	0	NE
St17	NE	NE	NEMA	NEMA	0	NE
St18	NE	NE	NEMA	NEMA	0	NE
St19	Delimično	DA - pred kolokvijum	NEMA	Pred kolokvijum	0	NE
St20	DA	DA - po potrebi	Samostalno	NEMA	0	NE
St21	Delimično	DA - po potrebi	Nedovoljno	Pred kolokvijum	0	NE
St22	DA	DA - po potrebi	Uz konsultacije	Za svaku dom. vežbu	3	3x - uspešno, 1x-neuspešno
St23	DA	DA - po potrebi	Uz konsultacije	Za svaku dom. vežbu	2	2x - uspešno, 2x-neuspešno
St24	DA	DA - po potrebi	Samostalno	Po pojavi problema	1	NE
St25	DA	DA - po potrebi	Nedovoljno	Za svaku dom. vežbu	3	3x - uspešno, 1x-neuspešno
St26	Delimično	NE	Samostalno	NEMA	0	NE
St27	NE	NE	NEMA	NEMA	0	NE

Evidencija realizacije predispitnih obaveza – PREDMET C-jezik – kl. 2014/15.			
R.br.	Prisustvo na predavanjima %	Prisustvo na vežbama %	Kolokvijum (max 2x15)
St1	90%	42.9%	7+1
St2	80%	71.4%	8+4
St3	100%	100.0%	10+7
St4	80%	78.6%	14+5
St5	100%	85.7%	13+2
St6	90%	100.0%	5+2
St7	100%	100.0%	14+12
St8	80%	71.4%	5+3
St9	80%	85.7%	3+0
St10	100%	92.9%	7+4
St11	100%	100.0%	8+2
St12	80%	71.4%	15+6
St13	90%	64.3%	5+3
St14	80%	100.0%	7+3
St15	80%	90.0%	8+2
St16	80%	100.0%	7+3
St17	80%	100.0%	7+5
St18	10%	21.0%	5+0
St19	100%	92.9%	4+0
St20	0%	0.0%	0+0
St21	70%	50.0%	5+1
St22	100%	100.0%	14+12
St23	100%	100.0%	12+7
St24	100%	100.0%	15+15
St25	100%	100.0%	7+5
St26	10%	50.0%	5+1
St27	0%	0%	0

**PRILOG 6b : Tabela aktivnosti studenata za oderđivanje stepena motivacije – Klasa 2015/2016**

Neobavezne nastavne aktivnosti – PREDMET C-jezik kl. 2015/16						
R.br.	Praćenje gradiva (razgovor-čas)	Konsultacije (učestalost)	Napredovanje	Emocionalne promene - stanja	Br. sesija po oblasti	Promena metodologije u toku sesije
St1	NE	NE	NEMA	NEMA	0	NE
St2	Delimično	NE	Nedovoljno	Pred kolokvijum	0	NE
St3	DA	DA - pred kolokvijum	Samostalno	Pred vežbu na času	1	NE
St4	DA	DA	Uz konsultacije	Po pojavi problema	5	2x - uspešno
St5	DA	DA	Uz konsultacije	Za svaku dom. vežbu	7	3x - uspešno
St6	Delimično	DA - pred kolokvijum	Nedovoljno	Pred vežbu na času	1	NE
St7	Delimično	DA	Uz konsultacije	Po pojavi problema	5	3x - delimič. uspešno
St8	Delimično	DA - pred kolokvijum	NEMA	Pred vežbu na času	1	NE
St9	DA	DA	Uz konsultacije	Za svaku dom. vežbu	5	4x - delimič. uspešno
St10	Delimično	DA	Uz konsultacije	Po pojavi problema	5	3x - delimič. uspešno
St11	NE	NE	Nedovoljno	Pred kolokvijum	0	NE
St12	NE	NE	NEMA	NEMA	0	NE
St13	Delimično	DA - po potrebi	Nedovoljno	Pred kolokvijum	2	NE
St14	Delimično	DA - pred kolokvijum	Nedovoljno	Po pojavi problema	1	1x - neuspešno
St15	DA	DA - po potrebi	Samostalno	Po pojavi problema	2	NE
St16	NE	NE	NEMA	NEMA	0	NE
St17	NE	NE	NEMA	NEMA	0	NE
St18	NE	NE	NEMA	NEMA	0	NE
St19	Delimično	DA - pred kolokvijum	NEMA	Pred kolokvijum	1	1x - neuspešno
St20	DA	DA - po potrebi	Samostalno	NEMA	4	NE

Evidencija realizacije predispitnih obaveza – PREDMET C-jezik – kl. 2015/16				
R.br.	Prisustvo na predavanjima %	Prisustvo na vežbama %	Seminars. rad (max 15)	Kolokvijum (max 15)
St1	0%	0%	0	0
St2	80%	71.4%	12	4
St3	100%	100.0%	14	7
St4	80%	78.6%	15	14
St5	100%	85.7%	14	13
St6	90%	100.0%	14	5
St7	100%	100.0%	15	14
St8	80%	71.4%	0	3
St9	90%	100.0%	14	13
St10	80%	85.7%	14	13
St11	100%	92.9%	13	4
St12	0%	7.1%	0	0
St13	80%	71.4%	10	6
St14	90%	64.3%	12	3
St15	80%	100.0%	11	7
St16	0%	0.0%	0	0
St17	0%	7.1%	0	0
St18	0%	0.0%	0	0
St19	90%	42.9%	0	1
St20	80%	92.9%	15	15

**PRIOLOG 7a : Tabela za određivanje nivoa predznanja – Klasa 2014/2015**

ODREĐIVANJE NIVOA PREDZANANJA PODACI O STUDENTIMA : PREDMET C-jezik kl. 2014/15												
R.br.	Srednja škola - smer	Srodni predmeti u srednjoškolskom programu	Ocena programa - srodnost predmeta (1-5)	Srednja ocena iz srodnih predmeta	Ukupno po predh. nivo šk. (max 10)	Rezultati prijemnog testa (max. 30)	Ukupno prijemni (max 10)	Položeni srodni ispiti u predh. 3 semestra	Srednja ocena srodnih predmeta predh. 3 semes.	Neg. korekcija * - 10% ** - 5%	Ukupno na predh. 3 semestra	UKUPNO
St1	Stručna šk. VR - teh. drums. saobr.	Računarstvo i informatika (5)	2.00	5.00	7.00	21.0	6.9	Računarske mreže (10) Kompjuterska grafika (10) Matematika 1 (7) Matemat. modelovanje (10) Informatika u obrazov. (9) Informatika 1 (10)	9.33**	8.86	70.88	<b>84.81</b>
St2	Tehnička šk. Kula - maš. teh. za komp. konstruisanje	Računarstvo i programiranje (4+5) Kompjuterska grafika (5) Automatizacija i robotika (2)	4.00	4.00	8.00	25.0	8.3	Računarske mreže (10) Kompjuterska grafika (10) Matematika 1 (6) Matemat. modelovanje (8) Informatika u obrazov. (10) Informatika 1 (9)	8.83**	8.38	67.04	<b>83.29</b>
St3	Gimnazija B. Palanka - opšti	Računarstvo i informatika (2+2+3+4)	4.50	2.75	7.25	17.0	5.6	Računarske mreže (8) Kompjuterska grafika (8) Matematika 1 (6) Matemat. modelovanje (9) Informatika u obrazov. (7) Informatika 1 (7)	7.5**	7.12	56.96	<b>69.82</b>
St4	Gimnazija SO - društ.-jezič.	Računarstvo i programiranje (5+5+2+4)	4.50	4.00	8.50	21.0	6.9	Računarske mreže (10) Kompjuterska grafika (10) Matematika 1 (9) Matematika 2 (6) Matemat. modelovanje (8) Informatika u obrazov. (9) Informatika 1 (8)	8.57	8.57	68.56	<b>83.99</b>
St5	Ekonom. šk. Kula - komercijalista	Računarstvo i informatika (3+5+5) Računarstvo u trgovini (4) Osnovi računarstva (3)	3.50	4.00	7.50	24.5	8.1	Računarske mreže (9) Kompjuterska grafika (8) Matematika 1 (6) Matemat. modelovanje (9) Informatika u obrazov. (10) Informatika 1 (9)	8.5**	8.07	64.56	<b>80.15</b>
St6	Ekonom. šk.SO - posl. administrator	Računarstvo i informatika (3+2)	2.5	2.5	5	24	7.92	Računarske mreže (6) Kompjuterska grafika (8) Matematika 1 (6) Matemat. modelovanje (7) Informatika u obrazov. (7) Informatika 1 (7)	6.83**	6.49	51.92	<b>64.84</b>
St7	Ekonom. šk.SO - komercijalista	Računarstvo i informatika (5+5+5)	3.50	5.00	8.50	26.5	8.7	Računarske mreže (10) Kompjuterska grafika (10) Matematika 1 (9) Matematika 2 (9) Matemat. modelovanje (9) Informatika u obrazov. (10) Informatika 1 (10)	9.57	9.57	76.56	<b>93.81</b>
St8	Tehnička šk. SO - el.teh. računara	Računarstvo i informatika (5) Primena rač. u elektrotehnici (5) Programiranje (3+3+3) Digitalna elektronika (3) Računari (3+2) Računarske mreže i komunikacije (4) Osnove automatskog upravljanja (3)	5.00	3.40	8.40	25.5	8.4	Računarske mreže (8) Kompjuterska grafika (10) Matematika 1 (7) Matematika 2 (7) Matemat. modelovanje (9) Informatika u obrazov. (8) Informatika 1 (10)	8.42	8.42	67.36	<b>84.18</b>
St9	Grad. i drvoprerad. stručna šk. Apatin - grad.teh.za visokogradnju	Računarstvo i informatika (5) Primena rač. u građevinarstvu (5+5)	2.80	5.00	7.80	22.5	7.4	Računarske mreže (10) Kompjuterska grafika (7) Matematika 1 (6) Matematika 2 (6) Matemat. modelovanje (7) Informatika u obrazov. (9) Informatika 1 (9)	7.71	7.71	61.68	<b>76.91</b>

St10	Stručna šk. VR - maš. teh. za komp. konstruisanje	Računari i programiranje (3+2) Automatizacija i robotika (3) Kompjuterska grafika (2)	4.00	2.50	6.50	19.0	6.3	Računarske mreže (7) Kompjuterska grafika (10) Matemat. modelovanje (8) Informatika u obrazov. (7) Informatika 1 (7)	7.8* **	6.63	53.04	<b>65.81</b>
St11	Ekonom. šk. SO - posl. admin. - ogled	Računarstvo i informatika (3+2)	2.50	2.50	5.00	25.0	8.3	Računarske mreže (10) Kompjuterska grafika (10) Matematika 1 (8) Matematika 2 (6) Matemat. modelovanje (9) Informatika u obrazov. (10) Informatika 1 (10)	9	9	72	<b>85.25</b>
St12	Ek.- trgovačka šk. ŠA - ek. teh.	Računarstvo i informatika (3) Poslovna informatika (5+5)	2.80	4.33	7.13	23.5	7.8	Računarske mreže (10) Kompjuterska grafika (8) Matematika 1 (8) Matematika 2 (8) Matemat. modelovanje (10) Informatika u obrazov. (10) Informatika 1 (10)	9.14	9.14	73.12	<b>88.01</b>
St13	Ekonom. šk. "Global" SU - finansijski teh.	Računarstvo i informatika (5) Poslovna informatika (5+4)	2.80	4.66	7.46	22.0	7.3	Računarske mreže (6) Kompjuterska grafika (8) Matemat. modelovanje (9) Informatika u obrazov. (8) Informatika 1 (8)	7.8* **	6.63	53.04	<b>67.76</b>
St14	Srednja šk. Sv. Miletić NS - turistički teh.	Računarstvo i informatika (5+5)	2.50	5.00	7.50	22.0	7.3	Računarske mreže (7) Kompjuterska grafika (6) Matematika 1 (6) Matemat. modelovanje (8) Informatika u obrazov. (8) Informatika 1 (9)	7.33**	6.95	55.6	<b>70.36</b>
St15	Tehnička šk. SO - el.teh. računara	Računarstvo i informatika (4) Primena računara u elektrotehnici (4) Programiranje (3+3+3) Digitalna elektronika (2) Računari (2+2) Računarske mreže i komunikacije (4) Osnove automatskog upravljanja (2)	5.00	2.90	7.90	22.0	7.3	Računarske mreže (9) Kompjuterska grafika (10) Matematika 1 (7) Matematika 2 (6) Matemat. modelovanje (8) Informatika u obrazov. (10) Informatika 1 (10)	8.57	8.57	68.56	<b>83.72</b>
St16	Tehnička šk. SO - maš. teh. za komp. konstruisanje	Računari i programiranje (4+2) Automatizacija i robotika (4) Kompjuterska grafika (3)	4.00	3.25	7.25	18.0	5.9	Računarske mreže (9) Kompjuterska grafika (9) Matematika 1 (8) Matemat. modelovanje (7) Informatika u obrazov. (9) Informatika 1 (9)	8.5**	8.07	64.56	<b>77.75</b>
St17	Tehnička šk. SO - teh. za komp. upravljanje	Računarstvo i informatika (5) Kompjuterska grafika (5) Teh. za komp. uprav. mašina (4) Program.za komp. uprav. mašina (4)	3.80	4.50	8.30	15.5	5.1	Računarske mreže (8) Kompjuterska grafika (8) Matematika 1 (7) Matemat. modelovanje (7) Informatika u obrazov. (7) Informatika 1 (9)	7.66**	7.28	58.24	<b>71.66</b>
St18	Srednja šk. "Sv. Sava" SO - teh.-modelar obuče	Računarstvo i informatika (3) Primena računara (3+4)	2.50	3.33	5.83	10.5	3.5	Računarske mreže (8) Kompjuterska grafika (7) Matematika 1 (6) Matemat. modelovanje (7) Informatika u obrazov. (6) Informatika 1 (7)	6.83**	6.49	51.92	<b>61.22</b>
St19	Tehnička šk. Odžaci - maš. teh. za komp. konstruisanje	Računari i programiranje (4+2) Automatizacija i robotika (3) Kompjuterska grafika (4)	4.00	3.25	7.25	12.5	4.125	Računarske mreže (8) Kompjuterska grafika (8) Matematika 1 (7) Matemat. modelovanje (7) Informatika u obrazov. (6) Informatika 1 (6)	7.0**	6.65	53.2	<b>64.58</b>
St20	Gimnazija SO - prirod.-matemat.	Računarstvo i informatika (4+5+3+4)	5.00	4.00	9.00	15.5	5.1	Računarske mreže (9) Kompjuterska grafika (9) Matematika 1 (8) Matemat. modelovanje (9)	8.66**	8.22	65.76	<b>79.88</b>

										Informatika u obrazov. (8) Informatika 1 (9)				
St21	Tehnička šk. KI - el. teh. računara	Računarstvo i informatika (5) Primena rač. u elektrotehnici (5) Programiranje (2+3+4) Digitalna elektronika (2) Računari (4+3) Računarske mreže i komunikacije (3) Osnove automatskog upravljanja (5)	5.00	3.60	8.60	20.5	6.8			Računarske mreže (9) Kompjuterska grafika (6) Matematika 1 (7) Matemat. modelovanje (9) Informatika u obrazov. (9) Informatika 1 (10)	8.33**	7.91	63.28	<b>78.65</b>
St22	Ekonom. šk. SU - turistički tehničar	Računarstvo i informatika (5+5)	2.50	5.00	7.50	21.5	7.1			Računarske mreže (10) Kompjuterska grafika (9) Matematika 1 (7) Matematika 2 (7) Matemat. modelovanje (7) Informatika u obrazov. (10) Informatika 1 (10)	8.57	8.57	68.56	<b>83.16</b>
St23	Hemijско-tehnička šk. SU - teh. za biotehnologiju	Računarstvo i informatika (5)	2.00	5.00	7.00	20.5	6.8			Računarske mreže (10) Kompjuterska grafika (10) Matematika 1 (7) Matemat. modelovanje (8) Informatika u obrazov. (9) Informatika 1 (10)	9**	8.55	68.4	<b>82.17</b>
St24	Tehnička šk. SO - teh. drums. saobr.	Računarstvo i informatika (5)	2.00	5.00	7.00	24.0	7.9			Računarske mreže (9) Kompjuterska grafika (9) Matematika 1 (9) Matematika 2 (10) Matemat. modelovanje (10) Informatika u obrazov. (10) Informatika 1 (10)	9.85	9.85	78.8	<b>93.72</b>
St25	Tehnička šk. Odžaci - maš. teh. za komp. konstruisanje	Računari i programiranje (5+5) Automatizacija i robotika (4) Kompjuterska grafika (5)	4.00	4.75	8.75	16.5	5.445			Računarske mreže (10) Kompjuterska grafika (10) Matematika 1 (7) Matemat. modelovanje (8) Informatika u obrazov. (9) Informatika 1 (10)	9**	8.55	68.4	<b>82.60</b>
St26	Tehnička šk. NS - teh. za oblikovanje graf. proizvoda	Računarstvo i informatika (4) Osnove "Web" dizajna (5) Osnovi kompjuterske animacije (5)	3.00	4.66	7.66	25.5	8.4			Računarske mreže (10) Kompjuterska grafika (10) Matematika 1 (6) Matemat. modelovanje (9) Informatika u obrazov. (8) Informatika 1 (8)	8.33**	7.91	63.28	<b>79.36</b>
St27	Tehnička šk. Kula - elektroteh. energet.	Računari i informatika (3) Primena rač. u elektrotehnici (3) Osnove automatskog upravljanja (2)	2.50	2.70	5.20	21.0	6.9			Računarske mreže (7) Kompjuterska grafika (6) Matemat. modelovanje (9) Informatika u obrazov. (7) Informatika 1 (8)	7.4* **	6.29	50.32	<b>62.45</b>

Napomena negativna korekcija:

\* Nije položio matematiku 1 - 10%

\*\* Nije položio matematiku 2 - 5%

**PRIOLOG 7b : Tabela za određivanje nivoa predznanja – Klasa 2015/2016**

ODREĐIVANJE NIVOA PREDZANJA PODACI O STUDENTIMA: PREDMET C-jezik ŠK. 2015/16.												
R. br.	Srednja škola - smer	Srodni predmeti u srednjoškolskom programu	Ocena programa - kompatibilnost srod. predmeta (1-5)	Srednja ocena iz srodnih predmeta	Ukupno po predh. nivo šk. (max 10)	Rezultati prijemnog testa (max. 30)	Ukupno prijemni (max 10)	Položeni srodni ispiti u predh. 3 semestra	Srednja ocena srodnih predmeta predh. 3 semes.	Neg. korekcija * - 10% ** - 5%	Ukupno na predh. 3 semestra	UKUPNO
St1					Ponavljajući							50
St2	Ekonom. šk. KI - komercijalista	Računari i informatika (5+5+5) 3 god. Računarstvo u trgovini (5) Elektronsko poslovanje (5)	3.50	5.00	8.50	22.0	7.3	Računarske mreže (10) Kompjuterska grafika (10) Matematika 1 (8) Matemat. modelovanje (10) Informatika u obrazov. (10) Informatika 1 (10)	9.67**	9.19	73.52	89.28
St3	Tehnička šk. SO - el. tehničar računara	Računarstvo i informatika (5) Primena računara u elektrotehnici (4) Programiranje (2+3+3+3) Računari (3+2) Prenos podataka (2) Digitalna elektronika (3)	5.00	3.00	8.00	23.5	7.8	Računarske mreže (10) Kompjuterska grafika (10) Matematika 1 (10) Matematika 2 (8) Matemat. modelovanje (10) Informatika u obrazov. (10) Informatika 1 (10)	9.71	9.71	77.68	93.44
St4	Ekonom. šk. Kula - poslovni administ.	Računarstvo i informatika (5+5)	2.50	5.00	7.50	22.0	7.3	Računarske mreže (9) Kompjuterska grafika (8) Matematika 1 (7) Matematika 2 (6) Matemat. modelovanje (9) Informatika u obrazov. (10) Informatika 1 (9)	8.28	8.28	66.24	81.00
St5	Tehnička šk. Kula - maš. teh. za komp. konstruisanje	Računarstvo i programiranje (5+5) Kompjuterska grafika (3) Automatizacija i robotika (3)	4.00	4.00	8.00	21.5	7.1	Računarske mreže (8) Kompjuterska grafika (9) Matematika 1 (7) Matematika 2 (6) Matemat. modelovanje (8) Informatika u obrazov. (9) Informatika 1 (8)	7.85	7.85	62.80	77.90
St6	Tehnička šk. SO - teh. mehatronike	Računarstvo i informatika (5+5) Programiranje (5) Digitalna elektronika (5) Mikrokontroleri (4) Sistemi upravljanja (4) Merni pretvarači (4) Programabilni logički kontroleri (2) Robotika (2)	5.00	4.00	9.00	23.0	7.6	Računarske mreže (9) Kompjuterska grafika (9) Matematika 1 (6) Matemat. modelovanje (8) Informatika u obrazov. (10) Informatika 1 (8)	8.33**	7.92	63.36	79.95
St7	Gimnazija Apatin - opšti smer	Računarstvo i informatika (5+5+2+2)	4.50	3.50	8.00	18.0	5.9	Računarske mreže (10) Kompjuterska grafika (9) Matematika 1 (7) Matemat. modelovanje (9) Informatika u obrazov. (10) Informatika 1 (8)	8.83**	8.39	67.12	81.06
St8	Tehnička šk. SO - teh. mehatronike	Računarstvo i informatika (5+3) Programiranje (2) Digitalna elektronika (4) Mikrokontroleri (3) Sistemi upravljanja (2) Merni pretvarači (3) Programabilni logički kontroleri (3) Robotika (2)	5.00	3.00	8.00	21.0	6.9	Računarske mreže (9) Kompjuterska grafika (8) Matematika 1 (7) Matemat. modelovanje (8) Informatika u obrazov. (10) Informatika 1 (8)	8.33	7.92	63.36	78.29
St9	Sr. struč. šk. Vrbas - teh.zašt.živ.sredine	Računarstvo i informatika (5) Automatska obrada podataka (5)	2.50	5.00	7.50	15.5	5.1	Računarske mreže (7) Kompjuterska grafika (7) Matemat. modelovanje (7) Informatika u obrazov. (8) Informatika 1 (8)	7.4* **	6.33	50.64	63.26

St10	Sr. str. šk. Crvenka - prehrambeni teh.	Računarstvo i informatika (2)	2.00	2.00	4.00	22.0	7.3	Računarske mreže (7) Kompjuterska grafika (7) Matematika 1 (6) Matemat. modelovanje (7) Informatika u obrazov. (8) Informatika 1 (7)	7**	6.65	53.20	64.46
St11	Politehnička šk. SU - teh. štampe	Računarstvo i informatika (3) Osnove grafičke tehnika (3+2) Grafičko oblikovanje i pismo (3)	3.00	2.75	5.75	20.0	6.6	Računarske mreže (7) Kompjuterska grafika (7) Matemat. modelovanje (6) Informatika u obrazov. (7) Informatika 1 (6)	6.6* **	5.64	45.12	57.47
St12	Medecinska šk. SO - fizioterapeutski teh.	Računarstvo i informatika (3)	2.00	3.00	5.00	16.0	5.3	Računarske mreže (8) Kompjuterska grafika (7) Matemat. modelovanje (6) Informatika u obrazov. (7) Informatika 1 (6)	6.8* **	5.82	46.56	56.84
St13	Ekonom. šk. Odžaci - ekonom. teh.	Računarstvo i informatika (3) Poslovna informatika (4)	2.50	3.50	6.00	12.5	4.1	Računarske mreže (7) Kompjuterska grafika (6) Matemat. modelovanje (6) Informatika u obrazov. (7) Informatika 1 (6)	6.4* **	5.47	43.76	53.89
St14	Poljopr. šk. Futog - veterinarski teh.	Računarstvo i informatika (4)	2.00	4.00	6.00	13.0	4.3	Računarske mreže (6) Kompjuterska grafika (7) Matemat. modelovanje (6) Informatika u obrazov. (7) Informatika 1 (6)	6.4* **	5.47	43.76	54.05
St15	Tehnička šk. SO - teh. komp. upravlj.	Računarstvo i informatika (5) Kompjuterska grafika (5) Tehnolog. za komp. upravlj. maš. (2) Program. za komp. uprav. maš. (2+3) Projektovanje teh. sistema (2+3)	4.50	3.18	7.68	24.6	8.1	Računarske mreže (7) Kompjuterska grafika (8) Matematika 1 (6) Matemat. modelovanje (7) Informatika u obrazov. (8) Informatika 1 (7)	7.17**	6.81	54.48	70.28
St16	Tehnička šk. Odžaci - teh. zašt.živ.sredine	Računarstvo i informatika (5) Automatska obrada podataka (2)	2.50	3.50	6.00	21.6	7.1	Računarske mreže (7) Kompjuterska grafika (7) Matemat. modelovanje (6) Informatika u obrazov. (8) Informatika 1 (6)	6.8* **	5.82	46.56	59.69
St17	Sr. šk. Sv. Sava SO - teh. zašt.živ.sredine	Računarstvo i informatika (3) Automatska obrada podataka (4)	2.50	3.50	6.00	14.4	4.8	Računarske mreže (7) Kompjuterska grafika (8) Matematika 1 (6) Matemat. modelovanje (7) Informatika u obrazov. (8) Informatika 1 (6)	7**	6.65	53.20	63.95
St18	Gimnazija SO - društ.-jezički smer	Računarstvo i informatika (3+5+2+2)	4.50	3.00	7.50	18.0	5.9	Računarske mreže (8) Kompjuterska grafika (8) Matematika 1 (7) Matemat. modelovanje (7) Informatika u obrazov. (8) Informatika 1 (6)	7.33**	6.96	55.68	69.12
St19	Tehnička šk. SO - teh. komp. upravlj.	Računarstvo i informatika (2) Kompjuterska grafika (3) Tehnolog. za komp. upravlj. maš. (2) Program. za komp. uprav. maš. (3+2) Projektovanje teh. sistema (4+2)	4.50	2.57	7.07	12.6	4.2	Računarske mreže (6) Kompjuterska grafika (7) Matematika 1 (6) Matemat. modelovanje (7) Informatika u obrazov. (6) Informatika 1 (7)	6.5**	6.18	49.44	60.67
St20	Ekonom. šk. Kula - ekonom. teh.	Računarstvo i informatika (5) Savrem. posl. korespondencija (5+5) Poslovna informatika (5+5)	3.50	5.00	8.50	20.0	6.6	Računarske mreže (9) Kompjuterska grafika (10) Matematika 1 (7) Matematika 2 (6) Matemat. modelovanje (9) Informatika u obrazov. (10) Informatika 1 (9)	8.57	8.57	68.56	83.66

Napomena - negativna korekcija:

\* Nije položio matematiku 1 - 10%

\*\* Nije položio matematiku 2 - 5%

**PRILOG 8a : Analiza emocija studenta, praćenje homogenosti emocija, pri rešavanja zadataka tokom kursa – Klasa 2014/2015**

Student 1, Predmet: C - jezik kl. 2014/15																						
Zadatak	Sesija	Pristup sistemu	Intenzitet negativnih emocija /Ni/	Intenzitet pozitivnih emocija /Pi/	Jz	J	H(Jz)	h(Jz)	H(J)	h(J)	qz	q	H(qz)	h(qz)	H(q)	h(q)	wz	w	H(wz)	h(wz)	H(w)	h(w)
1	1	1	0.01	0.8	2.0000	2.4667	1.4591	0.9206	3.8173	0.9771	0.0717	0.0711	1.7832	0.6898	4.2119	0.8085	0.6833	0.7135	2.3289	0.9009	5.1815	0.9946
		2	0.2	0.5																		
	2	2	0.15	0.6																		
		3	0.01	0.7																		
	3	1	0.05	0.7																		
		2	0.01	0.8																		
2	1	1	0.25	0.6	2.6667	2.4667	1.5000	0.9464	3.8173	0.9771	0.0988	0.0711	2.2023	0.7341	4.2119	0.8085	0.7188	0.7135	2.9828	0.9943	5.1815	0.9946
		2	0.01	0.7																		
	2	1	0.25	0.6																		
		2	0.15	0.6																		
		3	0.01	0.7																		
		4	0.01	0.85																		
	3	1	0.1	0.8																		
		2	0.01	0.9																		
3	1	1	0.2	0.5	2.3333	2.4667	1.5567	0.9821	3.8173	0.9771	0.0843	0.0711	1.9592	0.6979	4.2119	0.8085	0.6429	0.7135	2.7692	0.9864	5.1815	0.9946
		2	0.01	0.7																		
	2	1	0.15	0.5																		
		2	0.01	0.8																		
	3	1	0.2	0.5																		
		2	0.01	0.6																		
3		0.01	0.9																			
4	1	1	0.2	0.5	3.3333	2.4667	1.5219	0.9602	3.8173	0.9771	0.0620	0.0711	2.1517	0.6477	4.2119	0.8085	0.7150	0.7135	2.9618	0.8916	5.1815	0.9946
		2	0.1	0.5																		
		3	0.01	0.6																		
		4	0.01	0.8																		
	2	1	0.25	0.6																		
		2	0.01	0.7																		
		3	0.01	0.8																		
		4	0.01	0.9																		
	3	1	0.01	0.85																		
		2	0.01	0.9																		
5	1	1	0.15	0.7	2.0000	2.4667	1.5850	1.0000	3.8173	0.9771	0.0333	0.0711	1.3918	0.5384	4.2119	0.8085	0.8167	0.7135	2.5728	0.9953	5.1815	0.9946
		2	0.01	0.8																		
	2	1	0.01	0.7																		
		2	0.01	0.8																		
	3	1	0.01	0.9																		
		2	0.01	1																		



**Student 2, Predmet: C - jezik kl. 2014/15**

Zadatak	Sesija	Pristup sistemu	Intenzitet negativnih emocija /Ni/	Intenzitet pozitivnih emocija /Pi/	Jz	J	H(Jz)	h(Jz)	H(J)	h(J)	qz	q	H(qz)	h(qz)	H(q)	h(q)	wz	w	H(wz)	h(wz)	H(p)	h(w)
1	1	1	0.3	0.5	2.67	2.5333	1.5613	0.9851	3.8656	0.9894	0.0975	0.0779	2.2893	0.7631	4.3673	0.8322	0.7125	0.7408	2.9834	0.9945	5.2311	0.9968
		2	0.1	0.7																		
		3	0.01	0.8																		
	2	1	0.2	0.6																		
		2	0.1	0.7																		
		3	0.01	0.8																		
3	1	0.05	0.8																			
	2	0.01	0.8																			
2	1	1	0.25	0.6	3.00	2.5333	1.5305	0.9656	3.8656	0.9894	0.11	0.0779	2.4834	0.7834	4.3673	0.8322	0.7000	0.7408	3.1523	0.9944	5.2311	0.9968
		2	0.2	0.6																		
		3	0.01	0.7																		
	2	1	0.25	0.55																		
		2	0.15	0.65																		
		3	0.01	0.7																		
		4	0.01	0.85																		
	3	1	0.1	0.75																		
		2	0.01	0.9																		
3	1	1	0.15	0.7	2.33	2.5333	1.5567	0.9821	3.8656	0.9894	0.06286	0.0779	2.0407	0.7269	4.3673	0.8322	0.7500	0.7408	2.7972	0.9964	5.2311	0.9968
		2	0.01	0.8																		
	2	1	0.15	0.7																		
		2	0.01	0.8																		
		3	0.01	0.9																		
	4	1	1	0.2																		
2			0.1	0.7																		
3			0.01	0.7																		
2		1	0.2	0.6																		
		2	0.01	0.7																		
		3	0.01	0.9																		
3	1	0.01	0.85																			
	2	0.01	0.9																			
5	1	1	0.15	0.75	2.00	2.5333	1.5850	1.0000	3.8656	0.9894	0.03333	0.0779	1.3918	0.5384	4.3673	0.8322	0.8250	0.7408	2.5748	0.9961	5.2311	0.9968
		2	0.01	0.8																		
	2	1	0.01	0.7																		
		2	0.01	0.8																		
	3	1	0.01	0.9																		
		2	0.01	1																		

**Student 3, Predmet: C - jezik kl. 2014/15**

Zadatak	Sesija	Pristup sistemu	Intenzitet negativnih emocija /Ni/	Intenzitet pozitivnih emocija /Pi/	Jz	J	H(Jz)	h(Jz)	H(J)	h(J)	qz	q	H(qz)	h(qz)	H(q)	h(q)	wz	w	H(wz)	h(wz)	H(p)	h(w)
1	1	1	0.25	0.55	3.00	2.6667	1.5850	1.0000	3.8710	0.9908	0.08333	0.068	2.3041	0.7268	4.4941	0.8444	0.78375	0.72222	3.1516	0.9942	5.3025	0.9964
		2	0.1	0.7																		
		3	0.01	0.7																		
	2	1	0.2	0.6																		
		2	0.01	0.7																		
		3	0.01	0.9																		
	3	1	0.15	0.65																		
		2	0.01	0.8																		
		3	0.01	0.9																		
2	1	1	0.2	0.6	3.00	2.6667	1.5305	0.9656	3.8710	0.9908	0.06667	0.068	2.2785	0.7188	4.4941	0.8444	0.78375	0.79444	3.1507	0.9939	5.3025	0.9964
		2	0.01	0.8																		
	2	1	0.2	0.65																		
		2	0.01	0.8																		
		3	0.01	1																		
	3	1	0.1	0.7																		
		2	0.05	0.8																		
		3	0.01	0.8																		
		4	0.01	1																		
3	1	1	0.2	0.6	3.00	2.6667	1.5850	1.0000	3.8710	0.9908	0.07222	0.068	2.3783	0.7503	4.4941	0.8444	0.78375	0.76667	3.1492	0.9934	5.3025	0.9964
		2	0.1	0.7																		
		3	0.01	0.7																		
	2	1	0.15	0.65																		
		2	0.01	0.8																		
		3	0.01	0.9																		
	3	1	0.15	0.65																		
		2	0.01	0.9																		
		3	0.01	1																		
4	1	1	0.15	0.7	2.33	2.6667	1.55666	0.98214	3.8710	0.9908	0.06286	0.068	2.0407	0.7269	4.4941	0.8444	0.78375	0.82857	2.7931	0.9949	5.3025	0.9964
		2	0.01	0.9																		
	2	1	0.15	0.7																		
		2	0.01	0.9																		
	3	1	0.1	0.7																		
		2	0.01	0.9																		
3		0.01	1																			
5	1	1	0.1	0.7	2.00	2.6667	1.5850	1.0000	3.8710	0.9908	0.04667	0.068	2.0199	0.7814	4.4941	0.8444	0.78375	0.83333	2.5722	0.9951	5.3025	0.9964
		2	0.01	0.9																		
	2	1	0.1	0.7																		
		2	0.01	0.9																		
	3	1	0.05	0.8																		
		2	0.01	1																		

**PRILOG 8b : Analiza emocija studenta, praćenje homogenosti emocija, pri rešavanja zadataka tokom kursa – Klasa 2015/2016**

Student 4, Predmet: C - jezik kl. 2015/16																
Zadatak	Sesija	Pristup sistemu	Intenzitet negativnih emocija /Ni/	Intenzitet pozitivnih emocija /Pi/	Jz	J	h(Jz)	h(J)	qz	q	h(qz)	h(q)	wz	w	h(wz)	h(w)
1	1	1	0.2	0.65	4.33	3.8667	0.9991	0.9924	0.063077	0.0700	0.7816	0.8613	0.7462	0.7405	0.9979	0.9979
		2	0.1	0.7												
		3	0.01	0.7												
		4	0.01	0.8												
		5	0.01	0.9												
	2	1	0.2	0.6												
		2	0.1	0.7												
		3	0.01	0.7												
		4	0.01	0.8												
	3	1	0.1	0.7												
		2	0.05	0.75												
		3	0.01	0.8												
4		0.01	0.9													
2	1	1	0.2	0.6	3.67	3.8667	0.9922	0.9924	0.064545	0.0700	0.7814	0.8613	0.731818	0.7405	0.9975	0.9979
		2	0.1	0.7												
		3	0.01	0.7												
		4	0.01	0.8												
	2	1	0.15	0.65												
		2	0.1	0.7												
		3	0.01	0.7												
		4	0.01	0.8												
	3	1	0.1	0.7												
		2	0.01	0.8												
3		0.01	0.9													
3	1	1	0.2	0.6	3.67	3.8667	0.9922	0.9924	0.081818	0.0700	0.8130	0.8613	0.736364	0.7405	0.9976	0.9979
		2	0.1	0.7												
		3	0.01	0.7												
		4	0.01	0.8												
	2	1	0.2	0.65												
		2	0.1	0.7												
		3	0.01	0.8												
		4	0.01	0.9												
	3	1	0.15	0.7												
		2	0.1	0.75												
3		0.01	0.8													
4		0.01	0.9													
4	1	1	0.3	0.5	4.33	3.8667	0.9629	0.9924	0.082308	0.0700	0.7617	0.8613	0.715385	0.7405	0.9940	0.9979
		2	0.2	0.6												
		3	0.1	0.65												
		4	0.01	0.7												
		5	0.01	0.8												
		6	0.01	0.9												

	2	1	0.2	0.6	3.33	0.9912	0.0560	0.7275	0.7800	0.9965
		2	0.1	0.7						
		3	0.01	0.8						
	3	1	0.1	0.65						
		2	0.01	0.7						
		3	0.01	0.8						
5	1	1	0.2	0.6						
		2	0.1	0.7						
		3	0.01	0.8						
		4	0.01	0.9						
	2	1	0.15	0.7						
		2	0.01	0.8						
		2	0.01	0.9						
	3	1	0.05	0.7						
		2	0.01	0.8						
3	0.01	0.9								

**Student 5, Predmet: C - jezik kl. 2015/16**

Zadatak	Sesija	Pristup sistemu	Intenzitet negativnih emocija /Ni/	Intenzitet pozitivnih emocija /Pi/	Jz	J	h(Jz)	h(J)	qz	q	h(qz)	h(q)	wz	w	h(wz)	h(w)
1	1	1	0.3	0.5	5.33	4.9333	0.9965	0.9316	0.0963	0.0786	0.7711	0.8515	0.6719	0.7236	0.9954	0.9971
		2	0.25	0.55												
		3	0.2	0.6												
		4	0.01	0.6												
		5	0.01	0.7												
		6	0.01	0.8												
	2	1	0.25	0.55												
		2	0.2	0.6												
		3	0.01	0.6												
		4	0.01	0.7												
	3	1	0.15	0.65												
		2	0.1	0.7												
		3	0.01	0.7												
		4	0.01	0.8												
		5	0.01	0.9												
2	1	1	0.3	0.5	5.00	1.0000	0.0920	0.7752	0.7067	0.9950						
		2	0.25	0.55												
		3	0.1	0.65												
		4	0.01	0.7												
		5	0.01	0.8												
	2	1	0.25	0.55												
		2	0.15	0.7												
		3	0.01	0.7												
		4	0.01	0.8												
		5	0.01	0.9												

	3	1	0.15	0.65									
		2	0.1	0.7									
		3	0.01	0.7									
		4	0.01	0.8									
		5	0.01	0.9									
3	1	1	0.3	0.5	5.00	1.0000	0.0887	0.7794	0.6967	0.9953			
		2	0.25	0.55									
		3	0.1	0.6									
		4	0.01	0.6									
		5	0.01	0.7									
		6	0.01	0.8									
	2	1	0.2	0.65									
		2	0.15	0.7									
		3	0.01	0.7									
		4	0.01	0.8									
		5	0.01	0.9									
	3	1	0.15	0.65									
		2	0.1	0.7									
		3	0.01	0.7									
		4	0.01	0.9									
4	1	1	0.2	0.6	5.00	1.0000	0.0560	0.7703	0.7567	0.9974			
		2	0.1	0.65									
		3	0.01	0.7									
		4	0.01	0.8									
		5	0.01	0.85									
	2	1	0.2	0.65									
		2	0.1	0.7									
		3	0.01	0.7									
		4	0.01	0.8									
		5	0.01	0.9									
	3	1	0.1	0.7									
		2	0.05	0.8									
		3	0.01	0.8									
		4	0.01	0.8									
		5	0.01	0.9									
5	1	1	0.25	0.65	4.33	0.9947	0.0562	0.7371	0.8000	0.9971			
		2	0.1	0.7									
		3	0.01	0.7									
		4	0.01	0.8									
		5	0.01	0.9									
	2	1	0.15	0.7									
		2	0.1	0.75									
		3	0.01	0.8									
		4	0.01	0.9									
	3	1	0.05	0.8									
		2	0.01	0.8									
		3	0.01	0.9									
		4	0.01	1									

**Student 7, Predmet: C - jezik kl. 2015/16**

Zadatak	Sesija	Pristup sistemu	Intenzitet negativnih emocija /Ni/	Intenzitet pozitivnih emocija /Pi/	Jz	J	h(Jz)	h(J)	qz	q	h(qz)	h(q)	wz	w	h(wz)	h(w)
1	1	1	0.15	0.7	3.00	1.8000	1.0000	0.9681	0.0400	0.0381	0.7246	0.8245	0.8667	0.8963	0.9971	0.9983
		2	0.01	0.8												
		3	0.01	0.9												
	2	1	0.1	0.75												
		2	0.01	0.9												
		3	0.01	1												
	3	1	0.05	0.85												
		2	0.01	0.9												
		3	0.01	1												
2	1	1	0.15	0.75	1.67	1.8000	0.9602	0.9681	0.0560	0.0381	0.6581	0.8245	0.8600	0.8963	0.9960	0.9983
		2	0.01	0.9												
	2	1	0.1	0.75												
		2	0.01	0.9												
	3	1	0.01	1												
	3	1	1	0.1												
2			0.01	0.9												
2		1	0.05	0.85												
		2	0.01	1												
3		1	0.01	1												
4		1	1	0.1	0.8	1.67	1.8000	0.9602	0.9681	0.0360	0.0381	0.7233	0.8245	0.9100	0.8963	0.9976
	3		0.01	0.9												
	2	1	0.05	0.85												
		2	0.01	1												
	3	1	0.01	1												
	5	1	1	0.01	1											
2		1	0.01	1												
3		1	0.01	1												

**PRILOG 9: Usporedni pregled ostvarenih rezultata grupa i podgrupa studenata na kraju kursa "Informatika u obrazovanju" – Klasa 2016/2017**

Ostavreni rezultati studenata I godine studija kl. 2016/2017 Kurs: INFORMATIKA U OBRAZOVANJU																									
R.br.	Grupa	Pod-grupa	Student	Ostvar. rezultat	Pros. oc. klase	Pros.oc. grupa A	Pros.oc. grupa B	Pros.oc. grupa IA	Pros.oc. grupa IB	S	H(S)	h(S)	S <sub>I</sub>	H(S <sub>I</sub> )	h(S <sub>I</sub> )	S <sub>IA</sub>	H(S <sub>IA</sub> )	h(S <sub>IA</sub> )	S <sub>IB</sub>	H(S <sub>IB</sub> )	h(S <sub>IB</sub> )	S <sub>II</sub>	H(S <sub>II</sub> )	h(S <sub>II</sub> )	
1	I	IA	St 8	10	7.67	8.25		9.2		0.0870	3.8847	0.9943	0.1515	2.9760	0.9920	0.2174	2.3171	0.9979							
2			St 2	9						0.0783			0.1364			0.1957									
3			St 1	10						0.0870			0.1515			0.2174									
4			St 13	8						0.0696			0.1212			0.1739									
5			St 4	9						0.0783			0.1364			0.1957									
6		IB	St 5	8				0.0696	0.1212	0.4000			1.5710			0.9912									
7			St 15	6				0.0522	0.0909	0.3000															
8			St 11	6				0.0522	0.0909	0.3000															
9	II		St 7	8	0.0696	7.00				0.0696														0.1633	
10			St 6	8	0.0696					0.1633															
11			St 3	7	0.0609					0.1429															
12			St 14	7	0.0609					0.1429															
13			St 9	6	0.0522					0.1224															
14			St 12	7	0.0609					0.1429															
15			St 10	6	0.0522					0.1224														2.7989	0.9970