

**LATVIJAS UNIVERSITĀTE
DATORIKAS FAKULTĀTE**

VIJA VAGALE

**UZ LIETOTĀJA MODELI BALSTĪTA
PERSONALIZĒTA ADAPTĪVA E-STUDIJU SISTĒMA**

Promocijas darbs

Datorzinātņu doktora (Dr.sc.comp.) zinātniskā grāda iegūšanai

Nozare: datorzinātnes

Apakšnozare: datoru un sistēmu programmatūra

Zinātniskā vadītāja
Profesore, Dr.sc.comp.

Laila Niedrīte

Rīga – 2017

ANOTĀCIJA

Promocijas darbs ir veltīts uz lietotāja modeli balstītas personalizētas adaptīvas e-studiju sistēmas izveides metožu izstrādei, lai veicinātu un uzlabotu e-studiju izmantošanu apmācības procesā. Darbā apskatīti adaptīvajās sistēmās iekļaujamie pamatmodeļi, īpašu uzmanību veltot lietotāja modelim un eksistējošajām adaptācijas metodēm. Balstoties uz esošo risinājumu analīzi, ir izstrādāts uz datu dzīves ilgumu bāzēts lietotāja modelis un piedāvātas trīs jaunas adaptācijā izmantojamās metodes: apmācāmo grupu veidošanas metode, kursa ieteicamās tēmu secības izveides metode un tēmu secības organizēšanas metode. Izstrādātais lietotāja modelis un adaptācijas metodes nodrošina iespēju katram sistēmas lietotājam saņemt viņa vēlmēm un vajadzībām atbilstošu mācību saturu balstoties uz mācīšanās stilu, apgūstamās vielas priekšzināšanām, izdarītajām izvēlēm un iepriekšējo apmācāmo mācību procesa datiem.

Atslēgas vārdi: adaptīva sistēma, e-studiju sistēma, apmācāmā modelis, satura modelis, adaptācijas modelis, adaptācijas metode.

ABSTRACT

The thesis outlines are dedicated to the creation of method of personalized adaptive user model based e-learning system in order to promote and improve e-learning utilization in the learning process. Basic models included in the adaptive systems are viewed in the thesis, paying special attention to the user model and existing adaptation methods. Data life cycle based user model is developed and three new methods used in adaptation are offered, based on existing solution analysis: learner group creation method, course optimal topic sequence creation method and topic sequence organization method. The developed user model and adaptation methods provide opportunity to receive learning content that fits each system user desires and needs based on learning style, prior knowledge of the topic, preference selection and learning process data of previous learners.

Keywords: adaptive system, e-learning, learner model, content model, adaptation model, adaptation method.

Saturs

Ievads	7
Pētījuma motivācija	9
Tēmas aktualitāte un novitāte	9
Darba mērķis un uzdevumi	12
Pētījumā izvirzītās tēzes.....	13
Izmantotās metodes.....	13
Pētījuma galvenie rezultāti.....	14
Rezultātu aprobācija.....	15
Promocijas darba struktūra	17
1. Adaptīvās apmācības sistēmas, to personalizācijas iespējas un apmācāmā modeļi....	19
1.1. Nodaļas nolūks	19
1.2. Personalizēta adaptīva e-studiju sistēma	19
1.2.1. <i>Izmantoto jēdzienu skaidrojums</i>	19
1.2.2. <i>Adaptīvas apmācības sistēmas uzbūve</i>	24
1.3. Apmācāmā modelis	25
1.3.1. <i>Mācīšanas objekts - pieaugušais</i>	26
1.3.2. <i>Apmācāmā modeļa datu iedalījumi</i>	29
1.3.3. <i>Iespējamie datu ieguves veidi apmācāmā modelim</i>	30
1.3.4. <i>Apmācāmā modelēšana</i>	35
1.3.5. <i>E-studiju standartos iekļautie apmācāmā modeļa dati</i>	39
1.4. Satura modelis	40
1.4.1. <i>Mācību objekta jēdziens</i>	41
1.4.2. <i>Satura organizēšanas veidi</i>	43
1.4.3. <i>Satura modeļu salīdzināšana</i>	48
1.5. Adaptācijas modelis	50
1.5.1. <i>Adaptācijas modeļa dzīves cikls</i>	50
1.5.2. <i>Adaptācijas līmeņi</i>	51
1.5.3. <i>Adaptācijas paņēmieni tīmekļa informācijas sistēmās</i>	52
1.5.4. <i>Adaptācijas metodes e-studiju sistēmās</i>	56
1.6. Nodaļas kopsavilkums.....	60
2. Adaptīvas e-studiju sistēmas LMPAELS apraksts.....	63
2.1. Nodaļas nolūks	63
2.2. LMPAELS arhitektūra	63
2.3. Apmācāmā modelis	66
2.3.1. <i>Datu kategoriju izvēle apmācāmā modelim</i>	67
2.3.2. <i>Apmācāmā modeļa dati laika dimensijas skatījumā</i>	71
2.3.3. <i>Apmācāmā modeļa struktūras apraksts</i>	76
2.3.4. <i>Datu ieguves veidi uz datu dzīves ilgumu veidotajam apmācāmā modelim</i>	77
2.3.5. <i>Apmācāmā modeļa starta datu problēmas risinājums</i>	78
2.4. Satura modelis	81
2.4.1. <i>Satura modeļa struktūras apraksts</i>	82
2.4.2. <i>Satura modelī izmantotie resursu tipi</i>	83
2.4.3. <i>Kursa satura veidošana</i>	84
2.5. Adaptācijas modelis	85
2.5.1. <i>Apmācāmo grupu veidošanas metode</i>	86

2.5.2.	<i>Ieteicamās tēmu secības izveides metode</i>	97
2.5.3.	<i>Kursa tēmu secības organizēšanas metode</i>	102
2.6.	Nodaļas kopsavilkums.....	108
3.	Adaptīvas e-studiju sistēmas LMPAELS tehniskā realizācija	110
3.1.	Nodaļas nolūks	110
3.2.	LMPAELS realizācijas pamats Moodle	110
3.3.	LMPAELS arhitektūras realizācija un izmantotās tehnoloģijas.....	112
3.3.1.	<i>Apmācāmā modeļa realizācija</i>	113
3.3.2.	<i>Satura modeļa realizācija</i>	115
3.3.3.	<i>Adaptācijas modeļa realizācija</i>	116
3.4.	Sistēmas sagatavošana darbam.....	123
3.5.	Nodaļas kopsavilkums.....	125
4.	LMPAELS izmantoto metožu aprobācija	127
4.1.	Nodaļas nolūks	127
4.2.	Apmācāmo grupu veidošanas metodes eksperimentālā pārbaude	127
4.3.	Ieteicamās tēmu secības izveides metodes un tēmu secības organizēšanas metodes eksperimentālā pārbaude	129
4.4.	Sistēmas LMPAELS eksperimentālā pārbaude.....	133
4.4.1.	<i>Pētījuma jautājumi</i>	133
4.4.2.	<i>Pētījuma izlase</i>	133
4.4.3.	<i>Eksperimenta apraksts</i>	134
4.4.4.	<i>E-kursu novērtēšanas instrumenta izveide</i>	134
4.4.5.	<i>E-kursu novērtēšanas instrumenta pielietošana</i>	141
4.4.6.	<i>Klāsteranalīzes rezultātā iegūto respondentu grupu analīze</i>	150
4.4.7.	<i>Kursa "Programmēšanas pamati I" ieteicamās tēmu secības izvērtējums</i> 153	
4.5.	Izveidotās personalizētās adaptīvās sistēmas izvērtējums.....	154
	Nobeigums	157
	Pētījuma rezultāti	157
	Diskusijas un pētījuma ierobežojumi.....	158
	Secinājumi un priekšlikumi	159
	Izmantotā literatūra	163
	Izmantoto tabulu saraksts	174
	Pielikumi	178
1.	Pielikums. Moodle sistēmas tabulas user un kursa tabulu struktūras.....	178
2.	Pielikums. Sistēmā LMPAELS apmācāmā, satura un adaptācijas modeļu darbības nodrošināšanai nepieciešamo tabulu struktūras	180
3.	Pielikums. Mācīšanās stila noteikšanas testi (VARK1, VARK2, VARK3)	183
4.	Pielikums. Sistēmā LMPAELS izmantotās lomas un to pamatdarbības.....	190
5.	Pielikums. Studiju kursu "Programmēšanas pamati I" un "Datu bāzes II" apraksti 191	
6.	Pielikums. LMPAELS adaptācijas modulī realizēto metožu detalizācijas	195
7.	Pielikums. Tēmu secības moduļa darbības piemēri (OTS izveide).....	197
8.	Pielikums. E-studiju kursu novērtēšanas anketa	202
9.	Pielikums. Anketas skalu izvērtēšana un analīze	205
10.	Pielikums. Iegūto faktoru izvērtēšana un analīze.....	224
11.	Pielikums. Iegūto klasteru izvērtēšana un analīze.....	232
12.	Pielikums. Statistiskie rādītāji par respondentiem	241

TERMINI UN SAĪSINĀJUMI

Saīsinājums	Skaidrojums
ADS	Adaptation Data Storage
AELS	Adaptive e-Learning System
AM	Adaptive Model
ATM	Adaptation Type Module
CCAM	Course Content Adaptation Module
CCM	Course Creation Module
CDMM	Course Data Management Module
CDS	Content Data Storage
CM	Content Model
CMS	Content Management System
DM	Domain Model
GPL	General Public License
ICT	Information and Communication Technologies
LDAM	Learner Data Acquisition Module
LDMM	Learner Data Management Module
LDS	Learner Data Storage
LFT	Learner Features Tree
LG	Learner Group
LGCM	Learner Group Classification Method
LGISA	Learner Group Identifier Searching Algorithm
LGM	Learner Group Module
LM	Learner Model
LMPAELS	Learner Model based Personalized Adaptive e-Learning System
LMS	Learning Management Systems
LO	Learning Object
LS	Learning Style
LTCM	Learning Topic Choice Method
MOODLE	Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment
OM	Overlay Model
OTS	Optimal Topic Sequence
OTSCM	Optimal Topic Sequence Creation Method
RLO	Reusable Learning Object
TS	Topic Sequence
TSM	Topic Sequence Module
TSOM	Topic Sequence Organization Method
UM	User Model
VARK	Visual-Aural-Read-Kinesthetic

Ievads

Dzīves ritmam kļūstot intensīvākam, rodas nepieciešamība pēc jauniem efektīviem risinājumiem dažādās cilvēka darbības jomās, tajā skaitā arī izglītībā. Kā viens no aktuālākajiem uzdevumiem izglītības kvalitātes uzlabošanā ir e-studiju sistēmu izmantošana. E-studijas ir mūsdienīgs, ērts apmācības veids ar augstu efektivitāti, kas balstās uz datora un tīmekļa izmantošanu mācību vajadzībām [Vas12]. Šajā procesā savā starpā mijiedarbojas digitāli piegādātais saturs, pakalpojumi un to atbalsts, nodrošinot augstu studiju pieejamību un to kvalitāti. E-studijas sevī iekļauj intensīvu informācijas un komunikācijas tehnoloģiju (IKT) izmantošanu, lai tās veicinātu un radikāli pārveidotu mācību procesu [REE09].

Mācību process ir mērķtiecīgi organizēta mācību norise, pedagoga un izglītojamā mijiedarbība izglītības mērķu sasniegšanā tam atvēlētajā laikā [Las10]. Mācību procesā savstarpēji mijiedarbojas trīs būtiski komponenti: pedagogs (skolotājs), izglītojamais (apmācāmais), un mācību vide.

Mūsdienās mainās visu triju komponentu loma un attiecības apmācību procesā. Pārmaiņas skar mācīšanas objektu - *apmācāmo*. Palielinās nepieciešamība pēc mācīšanās visa mūža garumā - mūžizglītības. Mācīšanās pieaugušā vecumā no indivīda prasa daudz resursu: gan materiālo, gan cilvēkresursu, taču pretī sniedz neskaitāmus ieguvumus, piemēram: ceļ ticību saviem spēkiem un pašcieņu, palielina uzticēšanos apkārtējiem, apmierinātību ar dzīvi, uzlabo spēju tikt galā ar grūtībām, aizsargā no depresijas un veicina labklājību [Fie11].

Mūsdienās apmācības procesā *skolotājs* vairs nav vienīgais zināšanu avots. Daudzveidīga informācija ir pieejama ne tikai mācību grāmatās, bet arī informācijas tehnoloģiju vidē. Skolotājs kļūst par palīgu, partneri un ceļvedi zināšanu atlasē un mācību procesā [And10]. Pārmaiņu laikā skolotāju var salīdzināt ar starpnieku, mācību procesa veicinātāju un apmācāmā gidu. Skolotājs kļūst par mācību procesa dalībnieku, kurš savlaicīgi nodrošina pozitīvu un mainīgu mācību vidi.

Tradicionālā apmācībā *mācīšanās vide* arvien vairāk tiek virzīta uz virtuālo telpu [Vag09]. Pamata apmācības koncepcijas paliek tās pašas, bet mainās vide, kas prasa no apmācāmā lielāku atbildību un motivāciju. Mainās prasības pret mācību materiālu kvalitāti un palielinās nepieciešamība pēc to formu daudzveidības. *E-studijas* kļūst par nopietnu alternatīvu tradicionālai apmācībai, sniedzot apmācāmajam dziļākas zināšanas apgūstamajā jomā. E-studiju izmantošana mācību procesā ir lieliska iespēja organizēt individuālu pieeju katram apmācāmajam. E-studijas ļauj apmācāmajam studēt viņam pieņemamā laikā, viņam ierastā tempā un komfortablos apstākļos. Šādu studiju nodrošināšanai tiek izmantotas

apmācības vadības sistēmas (*Learning Management Systems (LMS)*), ar kuru palīdzību tiek piedāvāti dažādu veidu mācību materiāli un nodrošināts atbalsts studiju procesam.

Mācību procesā mijiedarbība starp skolotāju un apmācāmo ir iespējama trīs veidos: sinhronā, asinhronā un jauktā apmācība. Sinhronā apmācība notiek reālajā laikā, kad skolotājs un skolēns atrodas vienā telpā vai sistēmā. Apmācības procesu vada skolotājs. Asinhronā apmācībā skolotājs un apmācāmais nav piesaistīti konkrētai telpai un laikam [Hra08]. Jauktā apmācībā tiek nodrošināta gan sinhronā, gan asinhronā komunikācija starp skolotāju un apmācāmo. Tā ir mācīšanās, mēģinot optimizēt gan sinhronās, gan asinhronās mācību formas priekšrocības un potenciālu, vienlaikus novēršot to trūkumus un izaicinājumus [REE09].

E-studijās apmācība var notikt gan tikai asinhronā veidā, gan tikai sinhronā veidā, gan kombinējot abus apmācības veidus kopā. Sinhronās un asinhronās apmācības kombinācija veicina apmācības kvalitātes uzlabošanu, vienlaikus samazinot izmaksas, kas ir paredzētas apmācībai, salīdzinot ar līdzvērtīgu sinhronās apmācības kursu.

Efektīva mācību procesa nodrošināšanai mācību materiālam jābūt pielāgotam dažādām apmācāmā pazīmēm, lai varētu pielietot apmācāmajam atbilstošu apmācības stratēģiju [Pop09]. Mūsdienās tiek veikti daudzi pētījumi adaptīvo sistēmu izstrādē. Adaptācija e-studiju vidēs balstās uz labi organizētiem modeļiem un procesiem. Adaptīvas e-studiju sistēmas (*Adaptive e-Learning System (AELS)*), pamatā ir trīs galvenie modeļi: domēna modelis, lietotāja modelis un adaptācijas modelis [VN12b]. Dati par apmācāmo tiek aprakstīti lietotāja modelī (*User Model (UM)*). AELS piedāvātais saturs un tā loģiskā struktūra tiek aprakstīta domēna modelī (*Domain Model (DM)*). Adaptācijas modelis (*Adaptive Model (AM)*) mijiedarbojas ar domēna un lietotāja modeli un nodrošina konkrētajam lietotājam atbilstošā mācību satura piedāvāšanu. Apmācības sistēmās par domēnu kalpo mācību saturs, tāpēc izstrādātajā sistēmā DM tiek saukts par satura modeli (*Content Model (CM)*). Precizējot e-studiju sistēmas lietotāju, izstrādātajā sistēmā UM tiek saukts par apmācāmā modeli (*Learner Model (LM)*).

Promocijas darbā tika izstrādāts uz datu dzīves ilgumu definēts lietotāja modelis un piedāvātas trīs jaunas adaptācijā izmantojamās metodes: apmācāmo grupu veidošanas metode, kursa rekomendējamās tēmu secības izveides metode un tēmu secības organizēšanas metode. Balstoties uz izstrādātajām metodēm, tika izveidota un eksperimentāli pārbaudīta, uz lietotāja modeli balstīta, personalizēta adaptīva e-studiju sistēma (*Learner Model based Personalized Adaptive e-Learning System (LMPAELS)*), kurā liela uzmanība veltīta apmācāmā modeļa uzbūvei, apmācāmā datu iegūšanai un izmantošanai adaptācijas stratēģiju veidošanā.

Pētījuma motivācija

Savā pedagoģiskajā darbā, mācot skolēnus, studentus, skolotājus un dažādu profesiju pārstāvjus, promocijas darba autore ir pārliecinājusies, ka nav iespējams piedāvāt vienu, visiem apmācāmajiem piemērotu, apmācības veidu. Sinhronajā apmācībā lielā auditorijā nav iespējams pielietot personalizētu pieeju katram apmācāmajam [Vas12].

Uzsākot kursa apguvi, katram indivīdam piemīt savs priekšzināšanu līmenis, mācīšanās stils, intereses, spējas un iegūtā dzīves pieredze. Apmācāmo grupā bieži ir tādi indivīdi, kuri netiek līdzī piedāvātajai mācību programmai, vai arī tādi, kas daļu no apgūstamā materiāla jau ir apguvuši. No promocijas darba autores pedagoģiskās pieredzes (27 gadi) tiek secināts, ka it īpaši pirmā kursa studentiem ir vēlama personalizēta adaptīva apmācība.

No 2010. līdz 2013. gadam, piedaloties projektā "Profesionālajā izglītībā iesaistīto vispārīzglītojošo mācību priekšmetu pedagogu kompetences paaugstināšana" un "Vispārējās izglītības pedagogu tālākizglītība" realizēšanā, promocijas darba autore padziļināti pētīja apmācības vadības sistēmas Moodle izmantošanas iespējas. Darba autore izstrādāja mācību programmas e-studiju vides Moodle apgūšanai un izmantošanai mācību procesā, veidoja mācību materiālus skolotājiem darbam e-studiju vidē un veica skolotāju apmācību šajā [Pro11], [Vis11].

No 2009. gada līdz 2010. gadam, piedaloties Daugavpils Universitātē veiktajā pētnieciskajā projektā "Skolēnu matemātiskās reakcijas laika pētīšana matemātiskās izglītības uzlabošanai" (EEZ un Norvēģijas valdības finanšu instrumenta projekti), promocijas darba autore nodrošināja skolēnu testēšanu e-studiju vidē skolēnu matemātiskā reakcijas laika pētīšanai. Projekta vajadzībām e-studiju vide tika pielāgota 10-16 gadu vecu (no 4.klases līdz 9.klasei) skolēnu īpatnībām, nodrošinot to, ka skolēnu uzmanība tiek vērsta tikai uz testēšanas procesu. Projekta vajadzībām tika izveidots un Moodle sistēmā integrēts modulis, ar kura palīdzību tika notestēti apmēram 270 skolēni un iegūti testa rezultāti par skolēnu matemātisko reakcijas laiku [VN12a], [VN11], [Vag10].

Dalība iepriekš minētajos projektos un e-studiju sistēmas izmantošana mācību procesa nodrošināšanā, promocijas darba autori rosināja izveidot uz apmācāmā modeli balstītu personalizētu adaptīvu e-studiju sistēmu.

Tēmas aktualitāte un novitāte

Apmācības procesam izmantojamās informācijas daudzums nemitīgi palielinās. Mūsdienās pastāv informācijas pārslodzes problēma. Šo terminu ieviesa Bertrams Gross 1964. gadā [Gro64]. Informācijas pārslodzes problēma izpaužas tā, ka cilvēkam ir grūtības

izprast jautājumus un pieņemt lēmumus, kurus izraisījusi informācijas pārpilnības klātbūtne. Risinājums ir personalizācija - līdzeklis, kurš pielāgo vidi ar tās saturu katra lietotāja vajadzībām. Atrodies dzīves telpā, kurā nemitīgi palielinās informācijas daudzums, pieaug nepieciešamība pēc jaunām zināšanām, vajadzība pēc nepārtrauktas mācīšanās. Sinhronajā apmācībā nav iespējams pielietot personalizētu pieeju katram apmācāmajam, jo tas prasa lielus laika, materiālos un cilvēka resursus [Vas12], [BBZ08].

Palielinoties vajadzībai pēc augsti kvalificētiem speciālistiem, aktualizējas jautājums par profesionālo pārorientāciju un pašmācību. Jau 2007. gada pārskatā par Latvijas augstāko izglītību ir atzīmēts, ka liela daļa augstskolās un koledžās studējošo ir t.s. netradicionālās vecuma grupas cilvēki, t.i., vecumā virs 23 gadiem¹. Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijā norādīts, ka jau 2020. gadā vairāk nekā 2/3 darbaspēka Latvijā būs vecumā virs 22-25 gadiem². Tas liecina par mūžizglītības un asinhronās apmācības aktualitāti, kuru ieviešana un kvalitātes uzlabošana rada pieaugušā vecuma apmācāmajam labvēlīgu vidi zināšanu ieguvei.

Par mūžizglītības svarīgumu liecina Eiropas komisijas programma "*The Lifelong Learning Programme: education and training opportunities for all*"³, kas tika realizēta no 2007.-2013. gadam. Šīs programmas ietvaros tika realizēti četri projekti: "*Comenius for schools*", "*Erasmus for higher education*", "*Leonardo da Vinci for vocational education and training*" un "*Grundtvig for adult education*". Mūžizglītības programmas aktivitātes turpinās programmā "*Erasmus+*"⁴, kas tiek realizēta laika periodā no 2014. līdz 2020. gadam.

Kopš 2010. gada ir apstiprināta Eiropas komisijas stratēģija "*Europe 2020 strategy*", kuras viena no daļām ir "*Education and Training 2020 strategy (ET2020)*", kas ir attiecināma uz atvērtu un elastīgu izglītību un apmācību. "*IKT rīki, atvērtie izglītības resursi un atvērtās prakses ļauj palielināt izglītības efektivitāti, dod iespēju nodrošināt personalizētu apmācību, labāku apmācības pieredzi un uzlabotu resursu izmantošanu. Rezultātā, visi indivīdi var mācīties jebkurā laikā, jebkurā vietā, ar atbalstu ikvienam, izmantojot jebkuru ierīci*"⁵.

2014. gada 22. maijā Latvijā tika apstiprinātas "*Izglītības attīstības pamatnostādnes 2014.-2020. gadam*". Tajās kā viens no izglītības politikas pamatprincipiem tika uzsvērta "Uz zināšanām balstītas sabiedrības veicinošā izglītība", kurā teikts: "*Izglītības politikai jāiet*

¹ Melnis A., Abizāre V. (2007). Pārskats par Latvijas augstāko izglītību 2007. gadā: Skaitļi, fakti, tendences. Rīga: Izglītības un zinātnes ministrija, 71. lpp.

² http://www.pkc.gov.lv/images/LV2030/Latvija_2030.pdf

³ http://ec.europa.eu/education/tools/lfp_en.htm

⁴ http://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/index_en.htm

⁵ http://ec.europa.eu/education/policy/strategic-framework/education-technology_en.htm

*ciešākā kopsolī ar tehnoloģiskajiem sasniegumiem 21.gadsimta izglītības vides un individualizētāku mācīšanās pieeju īstenošanā*⁶.

Mūsdienu sabiedrībai ar katru gadu pieaug IKT prasmes⁷. Daudzi bērni sāk izmantot IKT jau agrīnā vecumā. Tā sauktie digitālās sabiedrības pamatiedzīvotāji (*digital native*), jau skolas gaitas sākot, ir apguvuši sākotnēja līmeņa digitālās prasmes. Viņu informācijas apstrādes veids atšķiras no priekšgājēju domāšanas veida jau pašos pamatos [Pre01]. Šādai cilvēku kategorijai e-studiju izmantošana mācību procesā ir normāls un dabisks process. Cilvēki, kuri dzimuši līdz tā dēvētajam ciparu laikmetam (*digital immigrants*), ir atturīgāki pret jauno tehnoloģiju izmantošanu. Taču arī viņiem, ar valsts un sabiedrības atbalstu, IKT prasmes var kļūt par efektīvu un integrētu izglītības līdzekli. Izvērtējot IKT ietekmi uz izglītību, darbā [SP10] ir norādīts, ka IKT var kalpot kā instruments personalizētās apmācības stratēģiju un mācīšanās atbalstam.

Pēdējā laikā mācību procesa nodrošināšanai arvien vairāk tiek pielietotas modernās tehnoloģijas, tajā skaitā, arī e-studiju sistēmas. Uz doto brīdi pasaulē populārākā LMS ir Moodle ([FG15], [CG15], [Vag09], [LWL+09], [AZ08] un [GL05]). Arī Latvijas izglītības sistēmā e-studiju vide Moodle ir plaši izmantota. Piemēram, no 2010. līdz 2013. gadam tika realizēti ESF finansētie projekti izglītībā iesaistīto skolotāju kompetenču un IKT prasmju paaugstināšanai [Vis11], [Pro11], kuros mācību procesa organizēšanai tika izmantota Moodle.

Atvērtā koda e-studiju vides ir ar primitīvām personalizācijas iespējām, un tajās nav realizētas adaptācijas iespējas [PBD09] un [Vag09]. Daudzi zinātnieki ([CG15], [LSV11], [CLM+10] un [RMC+10]) pievēršas adaptēšanas jautājumu pētīšanai e-studiju sistēmās.

Promocijas darba tēmas aktualitāti apstiprina arī 2017. gada starptautisko konferenču tematika: (i) "Informācijas sistēmu izstrādes metodoloģijas": ICIST (*International Conference on Information and Software Technologies*), ISD (*Information Systems Development*); (ii) "E-studijas un e-apmācība": ICEIS (*International Conference on Enterprise Information Systems*); (iii) "Adaptīvās un personalizētās tehnoloģijas un tehnoloģiju uzlabota apmācība": ICALT (*International Conference on Advanced Learning Technologies*); (iv) "E-apmācības programmatūras arhitektūra": ICEL⁸ (*International Conference on e-Learning*); (v) "E-apmācība un apmācības organizēšana": BIR (*Business Informatics Research*).

Raksti par atbilstošām tēmām tiek publicēti daudzos zinātniskajos žurnālos, piemēram,

⁶ <http://m.likumi.lv/doc.php?id=266406>

⁷ http://www.varam.gov.lv/lat/darbibas_veidi/e_parv/e_prasmes/?doc=12665

⁸ <http://econference.metropolitan.ac.rs/the-scope-of-the-conference/>

JIOS (*Journal of Information and Organizational Sciences*), EJEL (*Electronic Journal of e-Learning*), kā arī IEEE TLT (*IEEE Transactions on Learning Technologies*) un (*Lecture Notes in Computer Science*) rakstu krājumos.

Autore uzskata, ka pētījuma **zinātniskā novitāte** ir sekojošos aspektos:

- tiek piedāvāta jauna metode kursa ieteicamās tēmu secības noteikšanai, kas balstās uz visu iepriekšējo apmācāmo (kuri apguvuši kursu) gūto pieredzi kursa apgūvē;
- tiek piedāvāta jauna metode kursa tēmu secības organizēšanai. Metode nodrošina tēmu secības variantu (skolotāja, apmācāmā, ieteicamās tēmu secību) izmantošanu un to maiņu;
- tiek piedāvāta jauna metode apmācāmo grupu veidošanai izmantojot apmācāmā pazīmju koku, kas darbojas ar mainīgu apmācāmā pazīmju un to vērtību skaitu;
- tiek piedāvāts mūžizglītībā izmantojams apmācāmā modelis un aprakstīts šī modeļa datu dzīves cikls. Datu klasifikācija apmācāmā modelī tiek veikta pēc šo datu nozīmīguma adaptācijas procesā un datu derīguma modelī.

Darba mērķis un uzdevumi

Pētījuma objekts bija e-studiju sistēma.

Pētījuma priekšmets bija personalizētas adaptīvas e-studiju sistēmas izveides metodes.

Promocijas darba mērķis bija izstrādāt uz lietotāja modeli balstītas personalizētas adaptīvas e-studiju sistēmas izveides metodes, lai piedāvātu apmācāmā vajadzībām atbilstošu mācību saturu.

Darba mērķa sasniegšanai bija jāveic sekojoši **uzdevumi**:

1. analizējot eksistējošus modeļus un pamatojoties uz novērojumu bāzi, jāizstrādā lietotāja modelis, kas atbilst mūžizglītības aspektam, līdz ar to, lietotāja datu dzīves ilgumam;
2. jāizstrādā metode apmācāmo grupu veidošanai sistēmā;
3. jāizstrādā metode kursa ieteicamās tēmu secības izveidei;
4. jāizstrādā metode kursa tēmu secības organizēšanai;
5. jāveic personalizētas adaptīvās sistēmas arhitektūras konceptuālā izstrāde;
6. jāveic e-studiju sistēmu analīze, lai izvēlētos piemērotāko LMS uz lietotāja modeli balstītas personalizētas adaptīvās e-studiju sistēmas izstrādei;
7. jāizstrādā detalizēts eksperimenta plāns uz lietotāja modeli balstītas personalizētas adaptīvas e-studiju sistēmas izveidei, metožu pārbaudei, plānā aprakstot eksperimenta dalībniekus un tā norises gaitu, datu vākšanas procesu un iegūto datu analīze metodes;
8. jāveic eksperimentāla apmācāmā datu ieguve no ārējās sistēmas, lai risinātu starta datu

problēmu;

9. jānovērtē metodes, kuras piedāvātas šajā promocijas darbā, veicot eksperimentu ar dalībniekiem no dažādām lietotāju grupām;

10. jāsavāc un no pētnieka viedokļa jānovērtē eksperimentā iegūtie rezultāti, analizējot izveidotās sistēmas efektivitāti.

Pētījumā izvirzītās tēzes

Promocijas darba ietvaros tika izvirzītas sekojošas tēzes:

- personalizēta adaptīva e-studiju sistēma, kas balstās uz datu dzīves ilgumu definētu lietotāja modeli, uzlabo e-kursa efektivitāti;
- visu iepriekšējo apmācāmo kursa apguves pieredze ir praktiski izmantojama kursa ieteicamās tēmu secības ieguvei;
- neadaptīva apmācības vadības sistēma kalpo par pamatu personalizētas adaptīvas e-studiju sistēmas izveidei.

Izmantotās metodes

Promocijas darbā tika pielietotas gan teorētiskas, gan praktiskas metodes:

- teorētiskie pētījumi pamatojas uz zinātniskās literatūras savākšanu, apkopošanu, analīzi un sistematizāciju, lai izveidotu literatūras pārskatu par adaptīvo e-studiju sistēmu uzbūvi, to personalizācijas iespējām, sistēmās izmantotajiem lietotāja datiem, pastāvošajiem kursa satura modeļu veidiem un apmācības sistēmās izmantotajiem adaptācijas mehānismiem;
- e-studiju vidēs izmantoto standartu un promocijas darbā analizēto sistēmu tehniskās dokumentācijas studēšana un analīze;
- sistēmu modelēšanas un programmatūras projektēšanas metodes, lai izstrādātu personalizētas adaptīvas e-studiju sistēmas konceptuālo modeli, apmācāmā modeli, satura modeli un adaptācijas modeli;
- sistēmas izstrādē tika izmantotas programmatūras inženierijas un objektorientētās programmēšanas metodes;
- datu ieguvei par apmācāmo tika izmantotas sistēmu integrācijas metodes, apmācāmo testēšana un aptaujāšana;
- izveidotās sistēmas funkcionalitātes un lietojamības novērtēšanai tika izmantotas funkcionālā testēšana, intervijas un aptaujas;
- anketēšanas rezultātu apstrādei tika izmantotas primārās un sekundārās matemātiskās statistikas metodes.

Pētījuma galvenie rezultāti

Galvenie promocijas darba rezultāti ir sekojoši:

- tiek piedāvāts mūžizglītībā izmantojams apmācāmā modelis. Modelis tika izstrādāts ar mērķi nodrošināt precīzu pieaugušā apmācāmā aprakstu ilgtermiņā un identificētu adaptācijas nodrošināšanai svarīgākos datus. Izstrādātais apmācāmā modelis atšķiras no citiem modeļiem ar apmācāmā raksturošanai izmantoto datu klasifikāciju. Modeļa datu klasifikācija tiek veikta pēc šo datu nozīmīguma adaptācijas procesā un datu derīguma modelī (laika periods, kad datu vērtības ir aktuāla modelētajā realitātē). Apmācāmā modelī iekļautie dati tika iedalīti trīs grupās: (i) pamatdati (vērtības nemainās, adaptācijā šie dati netiek vai gandrīz netiek izmantoti); (ii) papilddati (vērtības mainās reti, šie dati tiek izmantoti adaptācijā) un (iii) apmācības procesa dati (vērtības mainās nepārtraukti, šie dati tiek izmantoti apmācāmā datu atjaunināšanai un/vai jaunu datu par apmācāmo iegūšanai). Pamatdatu grupā tika iekļauta datu kategorija "personīgie dati". Papilddatu grupā tika iekļautas datu kategorijas: "personības dati", "pedagoģiskie dati", "iestatījumu dati", "sistēmas lietošanas pieredzes dati" un "apmācībā izmantotās ierīces dati". Apmācības procesa datus ir iekļautas divas kategorijas: "apmācāmā darbību vēsture" un "zināšanas uz tekošo momentu";
- tika aprakstīts izstrādātā apmācāmā modeļa datu dzīves cikls, kurā tiek izdalīti pieci datu dzīves cikla posmi: sākuma datu iegūšana, datu izmantošana adaptācijas organizēšanā, apmācības procesa laikā iegūto datu saglabāšana, jaunu datu iegūšana un datu atjaunināšana;
- tika izstrādāta un sistēmā implementēta jauna metode apmācāmo grupu veidošanai, izmantojot apmācāmā pazīmju koku. Izstrādātā metode atšķiras no citām metodēm ar to, ka darbojas ar mainīgu apmācāmā pazīmju un to vērtību skaitu. Metode ir izstrādāta ar mērķi piedāvāt ātrāku adaptējamā satura veidošanu (katrai apmācāmo grupai tiek izveidots savs adaptācijas scenārijs) un nodrošinātu apmācāmajam katrā kursā citu adaptācijas scenāriju (eksistējošajās sistēmās viens adaptācijas scenārijs darbojas visos sistēmas piedāvātajosursos). Vienam apmācāmajam dažādu adaptācijas scenāriju izmantošana palielina izstrādātās sistēmas adaptācijas iespējas. Metodē izmantojamās pazīmes un to daudzumu nosaka konkrētā kursa skolotājs (eksistējošajās sistēmās to nosaka administrators), veicot izvēli no sistēmā pieejamā apmācāmā pazīmju un to vērtību saraksta. Tika izstrādāts jauns apmācāmo grupas identifikatora meklēšanas algoritms;
- tika izstrādāta un sistēmā implementēta jauna metode kursa ieteicamās tēmu secības

izveidei. Svarīga atšķirība no citām metodēm ir tāda, ka šajā metodē tiek izmantota visu iepriekšējo apmācāmo (kuri apguvuši kursu) gūtā pieredze kursa apgūvē (izmantotās tēmu secības un iegūtie kursa apguves vērtējumi). Metodes mērķis ir, balstoties uz labākajiem kursa apguves rezultātiem, izveidot kursa ieteicamo tēmu apguves secību. Metodes izmantošana paplašina sistēmas personalizācijas iespējas (tiek piedāvāts jauns tēmu secības variants). Metode ir lietojama tēmas atbalstošajās apmācību vadības sistēmās;

- tika izstrādāta un sistēmā implementēta jauna metode kursa tēmu secības organizēšanai. Metode ir izstrādāta ar mērķi, lai izveidotās sistēmas apgūstamajā kursā nodrošinātu tēmu secības (TS) variantu izmantošanu un to maiņas gadījumā izskaitļotu jaunu apgūstamo TS. Metodē ir realizēta TS variantu maiņa starp sekojošiem trim TS variantiem: (i) skolotāja TS, (ii) apmācāmā TS un (iii) ieteicamo TS. Pārejot uz sistēmā definētu TS variantu (skolotāja vai ieteicamā TS), jaunās TS iegūšanai tiek izmantota starpība starp sakārtotām izlasēm. Pārejot uz sistēmā nedefinētu TS variantu (apmācāmā TS), tiek piedāvātas tās tēmas, uz kurām ir saites no pēdējās apgūtās tēmas. Izstrādātā metode dod iespēju apmācāmajam pašam vadīt savu apmācības procesu, veidojot savām vajadzībām un zināšanām atbilstošu kursa tēmu apguves secību. Metode ir lietojama tēmas atbalstošajās apmācību vadības sistēmās, kurās tiek izmantoti TS varianti;
- kursu novērtēšanai tika izstrādāts jauns ticams un valīds e-kursa novērtēšanas instruments, ar kura palīdzību tika novērtēti eksperimentālajā sistēmā piedāvātie kursi. Instruments sastāv no anketas un statistisko metožu kopuma.

Rezultātu aprobācija

Balstoties uz promocijas darbā izstrādātajām metodēm, tika izveidota uz lietotāja modeli balstīta personalizēta adaptīva, eksperimentāla e-studiju sistēma (*Learner Model based Personalized Adaptive e-Learning System (LMPAELS)*). Sistēma tika izstrādāta uz atvērtā pirmkoda apmācības vadības sistēmas Moodle bāzes, papildinot Moodle pamata funkcionalitāti ar adaptācijas metodēm un izstrādātajiem apmācāmā un satura modeļiem. Sistēmas eksperimentālā pārbaude notika Daugavpils Universitātē nodrošinot mācību procesu. Eksperimentā piedalījās Dabaszinātņu un matemātikas fakultātes profesionālās izglītības bakalaura studiju programmas "Informāciju tehnoloģijas" studenti.

Tika veikta virkne eksperimentu aprobējot gan promocijas darbā izstrādātās metodes, gan visu sistēmu kopumā. Atsevišķi eksperimentāli tika pārbaudītas:

- apmācāmo grupu veidošanas metode, kuras aprobācijā 2013./2014. m.g. piedalījās 30 studenti;

- ieteicamās tēmu secības iegūšanas metode un tēmu secības organizēšanas metode, kuru aprobācijā 2015./2016. m.g. piedalījās 38 studenti. Balstoties uz izveidoto satura modeli, eksperimentam bija sagatavots studiju kurss "Programmēšanas pamati I".

Eksperimentālā sistēma kopumā tika aprobēta 2016./2017. m.g., kurā piedalījās 20 pirmā kursa studenti, apgūstot studiju kursus "Programmēšanas pamati I", un 26 otrā kursa studenti, apgūstot kursu "Datu bāzes II". Abiem kursiem tika sagatavotas divas versijas - adaptīvā un neadaptīvā. Adaptīvajā versijā katram apmācāmajam tika nodrošināta individualizēta pieeja kursa apgūvē, pamatojoties uz apmācāmā datiem, izstrādāto kursa saturu un sistēmā realizētajām adaptācijas metodēm. Pēc kursu apgūves, apmācāmie salīdzināja katra kursa abas versijas. Apmācāmo anketēšanas rezultātā tika iegūti dati, kas liecina par izveidotās personalizētās adaptīvās sistēmas efektivitāti.

Promocijas darbs balstās uz pētījumiem, kuru rezultāti ir atspoguļoti astoņās starptautiskajās **publikācijās**:

Apmācības sistēmu personalizācijas iespējas analizētas rakstā:

1. [VN11] Vagale, V., Niedrite, L. E-learning System Individualization for Intellectual Ability Measurement. In: *Perspectives in Business Informatics Research. In Local Proceedings of the 10th International Conference, BIR 2011*. Riga Technical University, 2011, pp. 200-207.

Pārskats par adaptīvo sistēmu struktūru un lietotāja modelī iekļaujamajiem datu veidiem ir publicēts rakstā:

2. [VN12b] Vagale, V., Niedrite, L. Learner Model's Utilization in the e-Learning Environments. In: *Local Proceedings of the 10th International Baltic Conference on Databases and Information Systems*, Vilnius:Žara, 2012, pp. 162- 174, (SCOPUS).

Datu ieguves iespējas apmācāmā modelim ir publicētas rakstos:

3. [VN12a] Vagale, V., Niedrite, L. Intellectual Ability Data Obtaining and Processing for E-learning System Adaptation. In: *International Conference on Business Informatics Research*. Springer, Berlin Heidelberg, 2012,106, pp. 117-129, (indeksēts datubāzē SCOPUS un WEB OF SCIENCE);
4. [Vag13] Vagale, V. Eportfolio Data Utilization in LMS Learner Model. In: *Proceedings of the 15th International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS2013*. Angers; France, 2013, 2, pp. 489-496, (indeksēts datubāzē SCOPUS un WEB OF SCIENCE).

Apmācāmā un satura modeļu projektējumi ir publicēti rakstā:

5. [VN14a] Vagale, V., Niedrite, L. Learner Classification for Providing Adaptability of E-Learning Systems. In: *Proceedings of the 11th International Baltic Conference, Baltic DB&IS 2014*. Estonia, TUT Press, 2014, pp. 181-192.

Apmācāmo klasifikācijas metode un katrai apmācāmo grupai iespējamie adaptācijas scenāriji ir publicēti rakstā:

- [VN14b] Vagale, V., Niedrite, L. Learner group creation and utilization in adaptive E-learning systems. In: *Proceedings of the 11th International Baltic Conference on Databases and Information Systems, DB and IS 2014*. IOS, 2014, vol.270, pp. 189-202, (indeksēts datubāzē SCOPUS un WEB OF SCIENCE).

Ieteicamās tēmu secības metode ir publicēta rakstā:

- [VN16a] Vagale, V., Niedrite, L. The Application of Optimal Topic Sequence in Adaptive e-Learning Systems. In: *International Baltic Conference on Databases and Information Systems*. Springer International Publishing, 2016, pp. 352-365, (indeksēts datubāzē SCOPUS un WEB OF SCIENCE).

Kursa tēmu secības organizēšanas metode ir publicēta rakstā:

- [VN16b] Vagale, V., Niedrite, L. The Organization of Topics Sequence in Adaptive e-Learning Systems. In: *Databases and Information Systems X (Selected Papers), 2016, Rīga, Latvia*. Amsterdam: IOS Press, 2016, pp. 327-340, (WEB OF SCIENCE).

Promocijas darba rezultātus autore ir prezentējusi sekojošās **starptautiskajās konferencēs**:

- BIR (Perspectives in Business Informatics Research): 2011.g. [VN11];
- ICEIS (International Conference on Enterprise Information Systems):2013.g. [Vag13];
- DB&IS (Databases and Information Systems) 2012.g. [VN12b], 2014.g. [VN14a], 2016.g. [VN16a].

Autores citas publikācijas par e-studiju sistēmu izmantošanu un to personalizācijas iespējām:

- [Vag09] Vagale, V. Utilization of CMS in educational system in Latvia. In: *Proceedings of the 6th International Conference, Person. Color. Nature. Music., Daugavpils, Latvia*. Daugavpils University "Saule", 2009, pp. 262-269, (indeksēts datubāzē WEB OF SCIENCE);
- [Vag10] Vagale, V. Automating processing of Moodle tests results. In: *Proceedings of the 52nd International Scientific conference of Daugavpils University, Daugavpils, Latvia*. Daugavpils University "Saule", 2010, pp. 293-296;
- [Vag11] Vagale, V. Personalization opportunities in the MOODLE system. In: *Proceedings of the 53rd International Scientific conference of Daugavpils University Daugavpils*. Daugavpils University "Saule", 2011, pp. 1-6.

Promocijas darba struktūra

Promocijas darbu veido ievads, 4 nodaļas, nobeigums, bibliogrāfiskais saraksts un 12 pielikumi. Promocijas darba pamatteksts satur 177 lappuses, 37 attēlus, 22 tabulas, 186 literatūras avotus.

Promocijas darba *ievadā* ir pamatota veiktā pētījuma aktualitāte, formulēts promocijas darba mērķis un uzdevumi, aprakstīta pētījumu zinātniskā novitāte un iegūto rezultātu praktiskā nozīmība, kā arī ir atspoguļota darba aprobācija.

Darba *1. nodaļā* ir apkopots literatūras pārskats par apmācības sistēmu

personalizāciju, adaptāciju un uzbūvi, izceļot trīs galvenos adaptīvajās sistēmās izmantojamos modeļus: apmācāmā, satura un adaptācijas modeli. Literatūras pārskata mērķis bija izpētīt eksistējošo apmācības sistēmu adaptācijas un personalizācijas iespējas, ar mērķi izveidot personalizētu adaptīvu e-studiju vidi balstītu uz apmācāmā modeli, kas definēts uz datu dzīves ilgumu.

Darba *2. nodaļā* ir promocijas darba ietvaros izveidotās eksperimentālās sistēmas LMPAELS apraksts, vērsot uzmanību apmācāmā, satura un adaptācijas modeļiem. Šajā nodaļā ir aprakstīts apmācāmā sākuma datu problēmas risinājums un izstrādātās adaptācijas metodes: apmācāmo grupu veidošanas metode, ieteicamās tēmu secības izveides metode un tēmu secības organizēšanas metode.

Darba *3. nodaļā* ir aprakstīta uz apmācāmā modeli balstītas personalizētas e-studiju sistēmas tehniskā realizācija un izmantotās tehnoloģijas. Šajā nodaļā ir sniegts īss apraksts par LMPAELS pamatā izmantoto LMS Moodle un aprakstīta sistēmas sagatavošana darbam.

Darba *4. nodaļā* ir detalizēti aprakstīta LMPAELS izveidei piedāvāto metožu pārbaude, eksperimenta rezultāti un to izvērtējums, ar mērķi izpētīt, kā izstrādātā sistēma spēj piedāvāt apmācāma raksturlielumiem un vēlmēm atbilstošu apmācības scenāriju.

Darba *noslēguma daļā* ir izklāstīti galvenie promocijas darbā iegūtie rezultāti un secinājumi, kā arī sniegti iespējamie turpmāko pētījumu virzieni.

1. Adaptīvās apmācības sistēmas, to personalizācijas iespējas un apmācāmā modeļi

1.1. Nodaļas nolūks

Šīs nodaļas nolūks ir sniegt literatūras pārskatu par apmācības sistēmu adaptācijas iespējām, adaptīvo apmācības sistēmu uzbūves modeļiem un izvērtēt esošo situāciju apmācāmā modeļu un adaptācijas metožu izmantošanā adaptīvajās apmācības sistēmās. Sistēmu adaptācijas iespējas tika salīdzinātas, lai identificētu neizpētītās problēmas un izvēlētos virzienu jaunu metožu izstrādei, kuras nodrošinās, uz apmācāmā modeli balstītas, personalizētas adaptīvas e-studiju sistēmas darbību. Pētījuma rezultātā tika noteikti trīs modeļi, kuri tiek izmantoti adaptīvo apmācības sistēmu pamatā: satura, apmācāmā un adaptācijas modelis. Sistēmu personalizācijas iespējas tika apskatītas darbos [VN12a], [VN11], [Vag11], [Vag10] un [Vag09]. Adaptīvo sistēmu uzbūve un apmācāmā modeļi iekļaujamo datu raksturojumi un to ieguves veidi tika publicēti rakstā [VN12b].

1.2. Personalizēta adaptīva e-studiju sistēma

Šajā apakšnodaļā sniegts ieskats sistēmu individualizācijas veidos, skaidrota personalizācijas un ar to saistīto jēdzienu nozīme, sniegti populārākie adaptīvo sistēmu definējumi, šo sistēmu izmantošanas iespējas un īss pārskats par adaptīvo sistēmu svarīgākajiem modeļiem.

1.2.1. Izmantoto jēdzienu skaidrojums

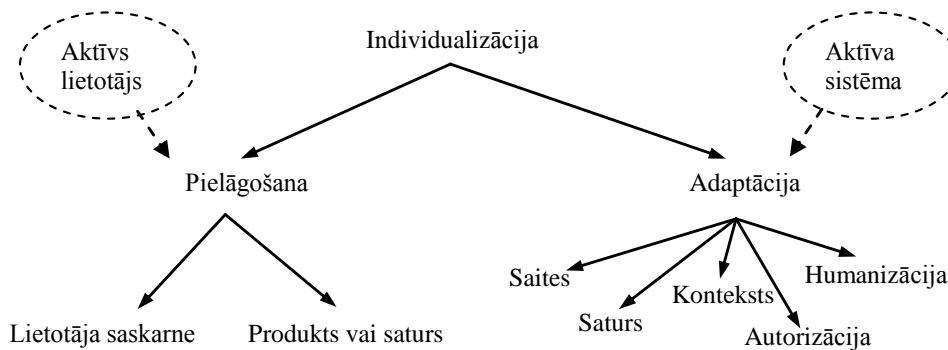
Datoru izmantošanas pirmsākumos viena un tā pati programma vai tīmekļa vietne dažādiem tās lietotājiem izskatījās identiski. Mūsdienās vērojama datorsistēmu pakāpeniska individualizēšana [Nie09], kad daudzu iekārtu, servisu, programmu, tīmekļa vietņu dizains un saturs tiek pielāgots katram lietotājam atsevišķi. Tā kā tīmeklis ir pati lielākā informācijas telpa, ar visdažādākā veida informāciju, tad tīmeklī izvietotas informācijas individualizēšanas pētīšana piesaista daudzu zinātnieku uzmanību [Lin06].

Sistēmu individualizācija aptver plašu dažāda veida sistēmu loku, ieskaitot arī e-studiju sistēmas. Sistēmu individualizācijas gadījumā tiek iegūta personalizēta sistēma. Personalizācijas būtība ir pielāgotu produktu, pakalpojumu un informācijas sniegšana indivīdam. Turoff [Tur01] uzsver, ka personalizētu sistēmu pamatmērķis ir nodrošināt lietotājus ar to, ko viņi vēlas, vai to, kas viņiem ir nepieciešams, neprasot viņiem to tieši. Zinātniskajos darbos personalizācija tiek raksturota kā:

- process, kura gaitā lietotājam tiek piedāvāta noteikta informācija, kas atbilst lietotāja vajadzībām [Rou07];
- lēmumu pieņemšanas process ar lielu iespējamo izvēļu kopu, kurai ir vislielākā vērtība attiecībā uz indivīdu [Lin06];
- pareizs minējums par to, ko lietotājs uzskata par savu pievienoto vērtību [VSS+03].

Promocijas darbā tiek izmantota Noras Koch [Koc01] personalizācijas definīcija: *"Personalizācija, ir process, kas sastāv no izmaiņām sistēmas uzvedībā, pamatojoties uz zināšanām par lietotāju. Šīs zināšanas var sniegt vai nu pats lietotājs vai arī sistēmas programmnodrošinājums, kas novēro un reģistrē lietotāja uzvedību"*.

Atkarībā no tā, kas ierosina sistēmas individualizāciju, tiek izdalīti divi sistēmu individualizācijas veidi [Nie09], [Koc01], [Jam01], [Nie98]: pielāgošana un adaptācija (skat. 1.1. attēls). Abos gadījumos tiek piedāvāta lietotāja vajadzībām atbilstoša sistēma, taču atšķiras veids, kā sistēma tiek individualizēta [Koc01]. Pielāgojamās (konfigurējamās) jeb adaptējamās sistēmas gadījumā lietotājs ir aktīvs sistēmas personalizācijas nodrošināšanā. Adaptīvās sistēmas gadījumā, pati sistēma nodrošina personalizāciju dinamiskā veidā.



1.1. attēls. Sistēmu individualizācijas veidi

Pielāgošana – tas ir process, kurā pats lietotājs aktīvi piedalās un kontrolē sistēmas vides pielāgošanu. Lietotājs norāda sistēmai, ko viņš gribētu redzēt, t.i. konfigurē lietotāja saskarni, veido savu profilu, pievienojot, noņemot un pārvietojot elementus. Atkarībā no lietotājam piedāvātajām sistēmas iespējām, pielāgošana iedalās divos veidos (skat. 1.1. attēls): (i) lietotāja saskarnes pielāgošanā un (ii) sistēmas piedāvātajā satura vai produkta pielāgošanā.

Saskarnes pielāgošana ir funkcionalitāte, kas ļauj lietotājiem veikt saskarnes pielāgošanu atbilstoši lietotāja vajadzībām. Populārākie lietotāja saskarnes pielāgošanas piemēri ir iespēja mainīt krāsu, fonu/attēlus, izvietojumus, burtu izmērus, piktogrammu izmērus un kursora stilu.

Produktu vai satura pielāgošana ir sistēmas funkcionalitāte, kas ļauj lietotājam norādīt,

kādu saturu vai produktus viņš vēlas redzēt. Kā piemērus var apskatīt vienkāršākos interneta veikalus, kuros nav lietotāju reģistrācijas. Pozitīva pielāgojamās sistēmas iezīme ir tāda, ka lietotājs pats kontrolē sistēmas individualizācijas procesu [Opp94].

Atšķirībā no sistēmas pielāgošanas, adaptācijas gadījumā lietotāji ir pasīvi. Adaptīva sistēma pielāgojas lietotājam automātiski [PM99], ar nosacījumu, ka sistēmā ir saglabāti dati par lietotāju (izveidots priekšstats par lietotāju). Adaptīvas sistēmas ir programmatūras sistēmas ar spēju gūt informāciju par lietotāju, balstoties uz kuru spēj izveidot lietotāja modeli un šo modeli izmantot dinamiskajā sistēmas pielāgošanā [Koc01].

Viens no adaptīvo apmācības sistēmu uzdevumiem ir noskaidrot lietotāja kā indivīda pazīmes, kuras ietekmē viņa apmācības procesu un viņa zināšanu līmeni noteiktā laika brīdī, lai piedāvātu konkrētam apmācāmajam atbilstošu mācību saturu un mācību metodes, kas nodrošinātu vislabākos apmācības rezultātus. Veidojot priekšstatu par apmācāmo, sistēma ņem vērā apmācāmā veiktos iestatījumus un datus, kas iegūti apmācāmā un sistēmas mijiedarbības rezultātā. Kad ir izveidots priekšstats par apmācāmo, sistēma dinamiski adaptē piedāvāto mācību saturu, atbilstoši aktuālajam apmācāmā modelim.

Adaptīvo e-studiju sistēmu būtība ir spēja pielāgoties katra apmācāmā individuālajām vajadzībām [HSS+04]. Zemāk ir minēti daži adaptīvo e-studiju sistēmu definējumi, kas parāda šo sistēmu galvenās iezīmes. Adaptīva e-studiju sistēma ir :

- intelektuāla sistēma, kura tiek organizēta dinamiski, balstoties uz novērotajām studējošā mācību izvēlēm, labākās apmācības nodrošināšanai [Son07];
- interaktīva sistēma, kura personalizē un pielāgo e-studiju saturu, pedagoģiskos modeļus un mijiedarbību starp dalībniekiem vidē, lai apmierinātu lietotāju individuālās vajadzības un vēlmes, ja tās ir vai tad, kad tās rodas [SK04];
- interaktīva sistēma, kura pielāgo savu uzvedību katram lietotājam individuāli, balstoties uz izdarītajiem netriviālajiem secinājumiem no datiem par lietotāju [Jam03];
- sistēma, kura monitorē savu lietotāju aktivitātes; interpretē tās pamatojoties uz domēna specifiskajiem modeļiem; no interpretētām darbībām izsecina lietotāju prasības un vēlmes, attiecīgi reprezentējot tos asociētajos modeļos; un visbeidzot, rīkojas atbilstoši pieejamajām zināšanām par lietotāju un subjektu (mācību saturu), lai dinamiski atvieglotu mācību procesu [PL04];
- sistēma, kura var mainīt struktūras, funkcionalitātes vai saskarnes aspektus, lai pielāgotos atšķirīgām indivīda vai lietotāju grupas vajadzībām, kā arī laikā mainīgajām lietotāju vajadzībām [BM93].

Salīdzinājumā ar tradicionālajām apmācības sistēmām, adaptīvās apmācības sistēmas

sniedz vairākas priekšrocības: (a) dod iespēju apmierināt apmācāmā vajadzības un vēlmes [Vas12], [BV03]; (b) spēj pielāgoties apmācāmā uzvedībai [Vas12]; (c) palielina apmācāmā mācīšanās kapacitāti un nodrošina labākus mācīšanās rezultātus [DHAB16]; (d) dod iespēju apmācības rezultātā iegūtos datus izmantot adaptācijas uzlabošanai [DHAB16], [Vas12].

Tālāk tiek apskatītas adaptīvo sistēmu personalizācijas iespējas, kas ir spēkā arī īpašā adaptīvo sistēmu gadījumā, t.i. e-studiju sistēmās.

Atkarībā no tā, kādā veidā tiek nodrošināta personalizācija, eksistē dažādas adaptācijas kategorijas. Plašs adaptācijas kategoriju iedalījums tiek apskatīts darbos [Lin06] un [RSG01]. Personalizācijā, balstoties uz sistēmas adaptāciju, biežāk tiek izmantotas piecas personalizācijas kategorijas [Tur01]: saišu, satura, konteksta, autorizētā un humanizēta personalizācija (1.1. attēls).

Saišu personalizācija nozīmē, ka sistēma izvēlas saites, kas ir visvairāk piemērotas lietotājam, izmainot sākotnējo navigācijas telpu, samazinot vai uzlabojot attiecības starp satura mezgliem [RSG01].

Satura personalizācijas gadījumā tiek personalizēta būtiska informācija, kad reprezentējamajā mezglā (piedāvātajā satura daļā) tai pašai saitei dažādiem lietotājam tiek piedāvāta dažāda informācija. Satura personalizācija iedalās divos veidos: reprezentējamā mezgla struktūras pielāgošana un reprezentējamā mezgla satura pielāgošana. Reprezentējamā mezgla struktūras pielāgošana parādās gadījumā, kad tiek veikta informācijas filtrēšana, kad ir būtiski, lai lietotājam parādās tikai tās informācijas daļas (sekcijas, detaļas), kuras viņu var interesēt. Sistēma atlasa tikai noteikta tipa informāciju. Reprezentējamā mezgla satura pielāgošana notiek tad, kad dažādiem lietotājiem tiek piešķirtas dažādas vērtības vienam un tam pašam mezgla atribūtam; šāda veida satura personalizācija ir detalizētāka nekā struktūras personalizācija. Piemēram, interneta veikalos, kas dod klientiem īpašas atlaides atbilstoši to pirkumu vēsturei (šajā gadījumā tiek personalizēts atribūts "cena") [RSG01].

Konteksta personalizācija notiek tad, kad viens un tas pats reprezentējamais mezgls ir pieejams no vairākām vietām. No atšķirīgiem kontekstiem ir saites uz vienu reprezentējamo mezglu. Piemēram, konferences raksta recenzēšanas lietotnei ir iespēja piekļūt rakstiem. Viens un tas pats raksts var parādīties dažādās kombinācijās un dažādiem lietotājiem var būt dažādi piekļuves ierobežojumi atbilstoši viņu lomām sistēmā [RSG01].

Autorizētajā personalizācijā dažādiem lietotājiem ir atšķirīgas piekļuves atļaujas. Sistēmas tās definē ar lomu un tiesību palīdzību. Piemēram, akadēmiskajās lietotnēs skolotājiem un studentiem ir dažādi uzdevumi, to nosaka sistēma, balstoties uz lietotājam piešķirtajām tiesībām [Tur01].

Humanizētā personalizācija ir tāda personalizācija, kas balstās uz mākslīgā intelekta tehnoloģijām. Piemēram, humanizētā personalizācija notiek tad, kad personalizācija tiek panākta, balstoties uz lietotāja un sistēmas dialoga pamata. Darbā [Tur01] ir norādīts, ja lietotāja saskarne kļūs emocionāla, tas būs "absolūti ideāls" veids kā panākt personalizāciju.

Personalizācijas izmantošana sistēmās sniedz vairākas priekšrocības [Cam07], [Won02]. Personalizētajās sistēmās:

- klienta vajadzību apmierināšana notiek daudz efektīvāk un lietderīgāk nekā bezpersoniskajās vietnēs;
- mijiedarbība starp klientu un piedāvāto pakalpojumu notiek ātrāk un vieglāk;
- pakalpojuma sniegšana notiek attiecībā "viens pret vienu";
- palielinās klientu apmierinātība ar pakalpojumu;
- palielinās atkārtoto apmeklējumu iespējamība personalizēta tipa tīmekļa vietnēs.

Gadījumā, kad sistēmas individualizācija tiek nodrošināta ar adaptācijas palīdzību, var novērot arī negatīvas iezīmes. Oppermann [Opp94] norāda, ka adaptīvo sistēmu gadījumā lietotājs var just sistēmas kontroli un tās dinamiku; sistēma slēpti no lietotāja uzņemas vadību, sniedz priekšlikumus, palīdzību un konsultācijas bez lietotāja piekrišanas. Parādās vēl viena iezīme, ka lietotājs ir pakļauts spiedienam no izstrādātāja konceptuāla modeļa, uz kuru ir balstīta sistēma. Lietotājs var būt apjucis no uzdevumu maiņām sistēmā vai modifikāciju ierosinājumiem un izmainītajiem datiem. Šajā gadījumā lietotājs var zaudēt izpratni par sistēmas struktūru. Lai pārvarētu vismaz dažas no iepriekš minētajām problēmām, Oppermann [Opp94] ierosina dot iespēju lietotājam pašam kontrolēt, kā sistēma pielāgojas tā rīcībai. To iespējams izdarīt, ja:

- lietotājs var aktivizēt un deaktivizēt adaptāciju visā sistēmā vai kādā tās daļā;
- adaptāciju piedāvā priekšlikumu formā, ļaujot lietotājam pašam izlemt, pieņemt vai nepieņemt piedāvāto adaptāciju vai veikt izvēli starp dažādiem adaptācijas veidiem;
- lietotājam tiek dota iespēja definēt specifiskus adaptācijas parametrus;
- lietotājam tiek sniegta informācija par adaptācijas efektu, kas pasargā lietotāju no pārsteigumiem;
- lietotājam tiek dota iespēja kontrolēt un novērtēt viņa uzvedības ierakstus sistēmā.

Ņemot vērā Oppermann [Opp94] minētās adaptīvo sistēmu negatīvās iezīmes un priekšlikumus to novēršanai, promocijas darba ietvaros tika izveidota personalizēta adaptīva sistēma, kurā ir apvienotas sistēmas pielāgošanās un automātiskās adaptēšanās spējas kopā, piedāvājot vidi ar lietotāja un sistēmas kopīgu mijiedarbību, ar kopīgu lēmumu pieņemšanu un dalītu adaptācijas izpildi starp lietotāju un sistēmu.

Promocijas darbā *personalizēta adaptīva e-studiju sistēma* tika definēta sekojoši: "Par personalizētu adaptīvu e-studiju sistēmu sauc tādu apmācības sistēmu, kas ļauj apmācāmajam mainīt viņam piedāvātos, individuāli organizētos mācību procesa aspektus atbilstoši viņa vajadzībām un vēlmēm, un spēj dinamiski veikt izmaiņas sistēmas uzvedībā, pamatojoties uz datiem apmācāmā modelī, kurus tā iegūst no apmācāmā izvēlēm, darbībām vai izdarītajiem secinājumiem par apmācāmo, veicot apmācāmā nepārtrauktu novērošanu".

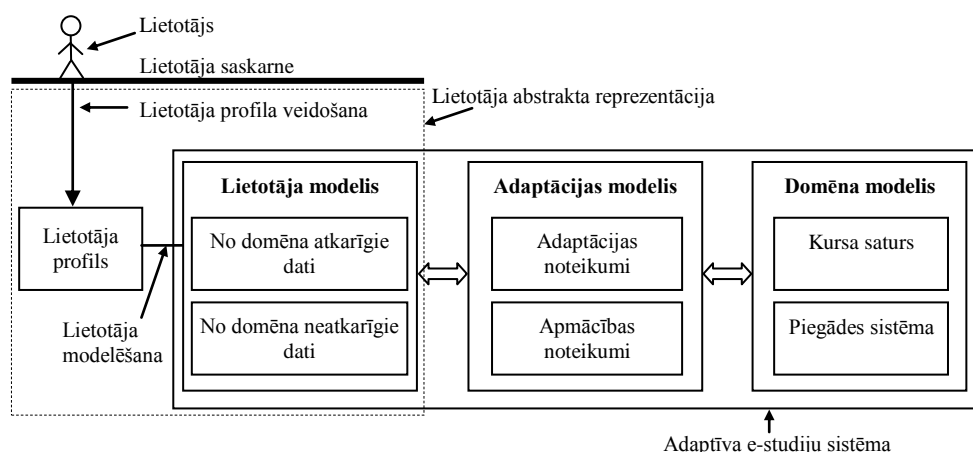
1.2.2. Adaptīvas apmācības sistēmas uzbūve

Apmācības vidē adaptācija balstās uz labi organizētiem modeļiem un procesiem [PL04]. Tālāk tiek ieviesti promocijas darbā izmantoto modeļu definējumi un skaidrojumi.

Promocijas darbā tiek izmantota Noras Koch [Koc01] lietotāja modeļa definīcija: "*Lietotāja modelis* ir sistēmas lietotāja kā reālas būtības abstrakts attēlojums, kas ir reprezentēts ar datu kolekcijas palīdzību. Tas atspoguļo sistēmas lietotāja galvenos aspektus un aptver visus sistēmas lietotājus".

Lietotāja modelis parāda, kādā veidā sistēma uztver lietotāju. *Apmācāmā modelis* balstās uz lietotāja modeli un aptver tikai tos lietotājus, kuri sistēmā ir kā apmācāmie.

Adaptīva apmācības sistēma sevī iekļauj: (i) gan sistēmas piedāvātās zināšanas, (ii) gan datus par apmācāmajiem, (iii) gan arī adaptācijai paredzētos noteikumus. Izpētot zinātniskos rakstus ([ELB11], [MLS+10], [MFC+08], [Kav04], [PL04], [BR01] un [Ku100]) un par dažādiem adaptīvo apmācības sistēmu veidiem, tika secināts, ka adaptīvas sistēmas pamatā ir trīs galvenie modeļi (1.2. attēls): (i) domēna jeb satura modelis; (ii) lietotāja jeb apmācāmā modelis; (iii) adaptācijas modelis.



1.2. attēls. Adaptīvas apmācības sistēmas shēma

Domēna modelī (DM) ietilpst divi svarīgi komponenti: saturs jeb sistēmas piedāvātās

zināšanas un šī satura piegādes sistēma (skat. 1.2. attēls). Pēc Esichaikul et al. [ELB11] domām, domēna modelis darbojas kā datu krātuve, kas sastāv no tēmām, satura, lapām vai mezgliem un navigācijas saitēm, kas parāda reprezentējamo datu struktūru. Satura piegādes sistēmai jāatbalsta visi kursa satura tipi un jāspēj pielāgoties dažādām kursa satura prasībām. Adaptīvajās apmācības sistēmās DM ir konkretizēts un tiek saukts arī par satura modeli.

Adaptīvās sistēmas pielāgojas lietotāja vajadzībām, tāpēc šajās sistēmās vēl viena būtiska sastāvdaļa ir lietotāja modelis. Adaptīvajās e-studiju sistēmās tas ir apmācāmā modelis. Li et al. [LZW+10] apmācāmā modeli sauc par adaptīvās sistēmas atslēgu un kodolu. Apmācāmā modelī glabājas visa informācija par apmācāmo, piemēram, personīgā informācija, viņa zināšanas, prasmes un uzvedība sistēmā.

Daži [ELB11], [MFC+08], [ND08], [Bru94] autori apmācāmā datus iedala divās grupās: no domēna atkarīgie dati un no domēna neatkarīgie dati (skat. 1.2. attēls). Par apmācāmā modeļa datu iedalījumiem vairāk ir aprakstīts 1.3.2. nodaļā. Intelektuālajās apmācības sistēmās lietotāja modelis tiek saukts par studenta modeli [REE09].

Satura modeļa un apmācāmā modeļa sasaiste notiek ar adaptācijas modeļa palīdzību. Adaptācijas modelis (AM) nodrošina sistēmas pielāgošanas metožu pielietošanu, kombinējot domēna modeli ar apmācāmā modeli [ELB11]. AM apraksta adaptācijas noteikumus un apmācības noteikumus (skat. 1.2. attēls). Apmācības noteikumi nosaka pedagoģiskos aspektus, kas tiek realizēti sistēmā. Adaptācijas noteikumi nosaka, kādā veidā sistēmai jāadaptējas, balstoties uz konkrētā apmācāmā datiem. Adaptīvajās hipervides sistēmās adaptācijas modelis tiek saukts par mijiedarbības modeli [MFC+08], [GB07]. Intelektuālajās apmācības sistēmās adaptīvā modeļa funkcijas pilda pedagoģiskais modelis [REE09].

Atkarībā no adaptīvās sistēmas veida, papildus minētajiem modeļiem eksistē vēl citi modeļi, kas nodrošina sistēmas sniegtos pakalpojumus. Adaptīvajās hipervides sistēmās ir vides modelis [MLS+10], [Bru96]. Dažās sistēmās, līdztekus lietotāja modelim eksistē grupu modelis [PL04], kas tiek aizpildīts dinamiski un tā pamatā ir apmācāmo identifikācija grupās pēc to kopīgām iezīmēm un uzvedības.

1.3. Apmācāmā modelis

Kopš sistēmu individualizācijas pieejas rašanās, tika izstrādātas daudzas sistēmas dažādiem domēniem, kuras risina atšķirīgas problēmas ar dažādas pakāpes adaptāciju. Programmatūra, kas balstās uz lietotāju modeļiem, parādījās pagājušā gadsimta astoņdesmitajos gados. Sākumā sistēmās tradicionāli tika izmantots tikai viena tipa lietotājs vai tikai daži lietotāju stereotipi. Tāda tipa sistēmas ātri kļuva populāras, jo centās parādīt

lietotājus kā individuus ar īpatnējiem iestatījumiem, vajadzībām un uzdevumiem [Ric89]. Adaptīvajās apmācības sistēmās pielāgošanās process balstās uz zināšanām par apmācāmo. Dati par apmācāmo tiek glabāti apmācāmā modelī, kas dod iespēju atšķirt dažādus lietotājus un nodrošina sistēmu ar spēju pielāgot savu reakciju atkarībā no apmācāmā modeļa [BM02].

Mūsdienās pieaug adaptīvo e-studiju sistēmu (*Adaptive e-Learning System (AELS)*) loma apmācības nodrošināšanā. AELS izmantošanai nav vecuma ierobežojumu. Tās var tikt izmantotas sekojošo vecumu indivīdiem:

- pirmskolas vecuma bērniem - kā līdzeklis pamatzināšanu iegūšanai;
- skolēniem - kā sekundārais līdzeklis pamatzināšanu un papildus zināšanu iegūšanai;
- studentiem - kā primārais līdzeklis zināšanu apguvei un sava mācīšanās plāna organizēšanai;
- pieaugušajiem mūžizglītībā - kā līdzeklis jaunu zināšanu iegūšanai un profesionālās kvalifikācijas celšanai;
- interešu izglītībā, mijiedarbojoties ar pastāvošām sistēmām, piemēram, sadarbojoties ar sociālajiem tīkliem var piedāvāt kādas specifiskas zināšanas noteiktai lietotāju grupai.

Sistēmā LMPAELS tika veidots apmācāmā modelis, kas var tikt izmantots mūžizglītībā, tāpēc nākamajā apakšnodaļā ir apskatītas pieaugušā mācīšanās īpatnības.

1.3.1. Mācīšanas objekts - pieaugušais

Ar jēdzienu "pieaugušais" tiek apzīmētas cilvēka fizioloģiskās, psiholoģiskās, emocionālās un kognitīvās attīstības pakāpes [Lie02]. Pieaugušā mācīšanos ietekmē vairāki faktori, piemēram, cilvēka bioloģiskie raksturlielumi, mācīšanās stils u.c. Ar pieaugušo izglītības teorijas pētīšanu nodarbojas andragoģija. Tā ir zinātne, kas skaidro pieaugušo mācīšanās būtību [Kno80].

Pieaugušo izglītība ir daudznozaru process, kas ir orientēts uz atbalstāmu mūžizglītību visiem un efektīvu mācīšanos mūža garumā. Tās mērķis ir sniegt zināšanas, kas uzlabo profesionālo kvalifikāciju un palīdz pilnveidot pilsoniskās, sociālās, morālās un kultūras attieksmes, un prasmes gūt panākumus visās dzīves sfērās [Gon06]. Mūžizglītība ir izglītības process cilvēka dzīves garumā, kas balstās uz mainīgām vajadzībām iegūt zināšanas, prasmes un pieredzi, lai paaugstinātu vai mainītu savu kvalifikāciju atbilstoši darba tirgus prasībām, savām interesēm un vajadzībām⁹. Tā attīsta iedzimtās spējas līdztekus jaunām kompetencēm.

Mūžizglītībā var izdalīt trīs mācīšanās formas [Can02] un [MS82]: formālā, neformālā

⁹ http://www.pkc.gov.lv/images/LV2030/Latvija_2030.pdf

un informālā (ikdienējā) izglītība. Formālā izglītība attiecas uz organizētu un sistemātisku apmācību, ko organizē izglītības institūcijas (pirmskola, pamatskola, vidusskola, augstskola). Šī apmācības forma ir hierarhiska, kas īsteno noteiktas mācību programmas, kur katrs līmenis sagatavo indivīdu nākamajam līmenim. Katra līmeņa apmācības beigās tiek piešķirts diploms vai sertifikāts. Neformālā izglītība notiek pēc noteiktām izglītības programmām, kurām parasti nav vajadzīga iepriekšējā izglītošanās. Neformālajā izglītībā tiek realizētas papildus mācību programmas, ko piedāvā dažādas valsts, pašvaldību un privātās izglītības iestādes. Neformālajā izglītībā mācības notiek daudz elastīgāk nekā formālajā izglītībā. Tās parasti ir īstermiņa un brīvprātīgas. Informālā izglītība notiek ārpus mācību programmām, tai nav apmācības institūciju, instrukciju vai noteiktu mācību programmu. Tā ir neoficiāla un nepiespiesta mācīšanās no pieredzes izmantojot ikdienas aktivitātes.

Darba [MS82] autori apskata mācīšanās mērķu un mācīšanās līdzekļu ierosinātājus četrās izglītības formās: formālajā izglītībā, neformālajā izglītībā, informālajā izglītībā un pašizglītībā. Balstoties uz šo aprakstu, tika izveidota 1. tabula, kas attēlo mācīšanās mērķu un līdzekļu izvēles ierosinātājus katrā no izglītības formām. Ja ierosinātais ir apmācāmais vai iestāde, tad tabulas attiecīgajā šūniņā ir ielikta zīme "+", pretējā gadījumā zīme "-". Piemēram, formālajā izglītībā mācīšanās mērķus un līdzekļus nosaka iestāde, neformālajā izglītībā apmācāmais kontrolē mērķus un iestāde kontrolē mācību līdzekļus.

1. tabula. Mācīšanās veida ietekme uz mērķu un mācīšanās līdzekļu izvēli

	Formālā izglītība		Neformālā izglītība		Informālā izglītība		Pašizglītība	
	Iestāde	Apmācāmais	Iestāde	Apmācāmais	Iestāde	Apmācāmais	Iestāde	Apmācāmais
Mērķi	+	-	-	+	+	-	-	+
Mācīšanās līdzekļi	+	-	+	-	-	+	-	+

Ar adaptīvās apmācības sistēmas palīdzību var tikt nodrošināta formālā un neformālā izglītība. Lai iegūtu labus rezultātus, izmantojot šos izglītības veidus, ir svarīgi izprast kā cilvēks organizē savu mācību procesu, kas viņu vada mērķa sasniegšanā un kādā veidā notiek jauno zināšanu veidošanās. Tāpēc būtiski ir izziņāt pieaugušā kā apmācāmā individuālās un mācīšanās īpatnības. Pamatojoties uz andragoģijas pieņēmumiem par pieaugušo mācīšanās īpatnībām [Kno80] un autoru darbiem [Cer08], [Lieģ02], tika izveidota 2. tabula, kura apkopo pieaugušo un bērnu mācīšanās atšķirības.

Viena no svarīgākajām pieaugušo apmācības īpatnībām ir pieaugušo mācīšanās balstoties uz savu pieredzi, kas ir uzkrāta dažādās dzīves situācijās [Bro95]. Balstoties uz šo īpatnību, promocijas darbā ir pētīts jautājums, kā pieaugušo uzkrātā pieredze, kas ir saglabāta

ePortfolio sistēmā, var tikt izmantota e-studiju vides apmācāmā modeļa pamatdatu iegūšanai.

2. tabula. Pieaugušo un bērnu mācīšanās atšķirības

Bērni	Skaidrojums	Pieaugušie	Skaidrojums
Apgūst pieredzi	Nav uzkrāta dzīves pieredze vai tā ir nenozīmīga	Balstās uz pieredzi	Ir uzkrāta dzīves pieredze
Piemīt priekšmetcentrēta mācīšanās	Zināšanas izmantos nākotnē	Piemīt problēmcentrēta mācīšanās	Jāzina, kāpēc jāmacās, kādi no tā labumi, zināšanas izmantos uzreiz
Mācīties motivē ārējie faktori	Mācīties motivē ārējs "spiediens" (skolotājs, vecāki)	Mācīties motivē iekšējie faktori	Motivē dzīves situācijas un darbs, stimulē pašapziņas celšanu un dzīves kvalitāte uzlabošanu
Bieži neredz zināšanu kopsakarību	Bieži nav izpratne par to, ko viņam vajag zināt	Ir lielāks zināšanu kopsakarību redzējums	Ir izpratne par to, ko viņam vajag zināt
Vajadzīga mācīšanās kontrole	Mācīšanos bieži kontrolē vecāki, skolotāji	Patstāvība zināšanu apgūvē	Piemīt spēja mācīties pēc individuāla plāna un pašam virzīt savu mācīšanos

Tā kā adaptīvas sistēmas izmantošana apmācības nodrošināšanā ir cieši saistīta ar datoru lietošanu, tad pieaugušo apmācības procesā svarīga loma ir viņu attieksmei pret informāciju tehnoloģiju izmantošanu, viņu datorprasmēm, atvērtībai iemācīties jaunas tehnoloģijas. Sastopams daudz pētījumu, kas apraksta pieaugušo apmācības problēmas informāciju tehnoloģiju apgūvē [Cer08] un [Can02].

Balstoties uz andragoģijas teoriju [Kno80], zinātniskajiem pētījumiem [Cer08], [Mer01] un promocijas autores pieredzi pieaugušo apmācībā, tika secināts, ka pieaugušo apmācāmo var raksturot kā indivīdu, kuram piemīt sekojošas īpašības:

- spēja uzņemties atbildību par savu izglītošanās procesu;
- spēja virzīt savu mācīšanos un darboties pēc individuāla plāna;
- uzkrātas dzīves pieredzes rezerves, kuras ir bagātīgs resurss, lai turpinātu mācīties;
- mācīšanās vajadzība, kas cieši saistīta ar sociālo lomu maiņu;
- problēmu centrēts ar vajadzību nekavējoties izmantot iegūtās zināšanas;
- motivēts mācīties ar iekšējiem nevis ārējiem faktoriem;
- spēj pats sevi virzīt mācību procesā;
- ir izpratne par to, ko viņam vajag zināt;
- mācīšanās neregularitāte, var notikt atgriešanās sistēmā pēc vairākiem mēnešiem/gadiem;
- vērojama nedrošības sajūta, uzsākot jaunas lietas.

Minētās pieaugušā mācīšanās īpatnības tika ņemtas vērā, izstrādājot LMPAELS apmācāmā un adaptācijas modeli. Promocijas darba ietvaros izveidotais apmācāmā modelis ir

pielāgots pieaugušam apmācāmajam, tādējādi, izmantojams mūžizglītības kontekstā (skat. 2.3. nodaļa). EPortfolio sistēmā uzkrātā apmācāmā dzīves pieredze tika izmantota apmācāmā modeļa starta datu ieguvei personalizētajā adaptīvajā sistēmā (skat. 2.3.5 nodaļa). Apmācāmā spēja organizēt un uzņemt atbildību par savu mācīšanos, tika ņemta vērā, ļaujot apmācāmajam pašam vadīt savu mācību procesu izvēloties kursa apgūstamo tēmu secību. Tēmu secības izvēlei tika izveidota kursa tēmu secības organizēšanas metode (2.5.3. nodaļa).

1.3.2. Apmācāmā modeļa datu iedalījumi

Analizējot zinātniskos rakstus par adaptīvajām sistēmām, tika secināts, ka apmācāmā modelī iekļaujamie dati tiek iedalīti atkarībā no: (i) sistēmas subjekta; (ii) iegūšanas veida; (iii) pieejamības apmācāmajam; (iv) vērtību maiņas (vērtības mainās vai nemainās) sistēmā.

Pēc datu atkarības no sistēmas subjekta, dati var būt no domēna atkarīgi un no domēna neatkarīgi [ELB11], [ND08], [MFC+08] un [Bru94]. No domēna atkarīgie dati raksturo apmācāmā zināšanas, parādot apmācāmā zināšanu līmeni, izpratni par iegūtajām zināšanām, apmācāmā kļūdas, ierakstus par mācīšanās ieradumiem un vērtējumiem. Domēna neatkarīgie dati nav atkarīgi no piedāvātā satura. Tajos tiek iekļauti apmācāmā mērķi, viņa izziņas spējas, motivācija, sagatavotība, pieredze, vēlmes, iemaņas un mācīšanās stils.

Pēc datu ieguves veidam izšķir satura bāzētu un sadarbības bāzētu datu ieguvei [Som09]. Satura bāzētas datu ieguves gadījumā, dati tiek ievākti vai secināti par apmācāmo tikai no viņa mijiedarbības ar sistēmu. Sadarbības bāzētajā datu ieguves gadījumā, dati tiek iegūti secinot no līdzīgas apmācāmo grupas un vēlāk secinātie dati tiek pielietoti konkrētam apmācāmajam, piemēram, līdzīgas intereses vai vajadzības.

Pēc datu pieejamības apmācāmajam, apmācāmā dati tiek iedalīti divās grupās: apmācāmajam pieejamie jeb redzamie dati un apmācāmajam nepieejamie jeb neredzamie dati [Kay95]. Pieejamos datus apmācāmais var mainīt ar sistēmas piedāvāto jautājumu-atbilžu palīdzību. LM nepieejamos datus apmācāmais mainīt nevar.

Rakstos [LZW+10], [LSR09], [Som09] un [GAR+06] tiek izmantots apmācāmā modelī iekļauto datu iedalījums pēc tā, vai datu vērtības sistēmā mainās vai nemainās, apmācāmajam mijiedarbojoties ar sistēmu. No tā izriet datu iedalījums statiskajos un dinamiskajos datos. Statiskie dati ir tie dati, kas netiek mainīti apmācāmā un sistēmas mijiedarbības laikā. Statisko datu piemērs ir: personiskie, personības, izziņas, pedagoģiskie un lietotāja iestatījumu dati [GAR+06]. Statiskie dati tiek ievākti vienu reizi (sistēmas lietošanas sākumā vai pēc noteikta perioda). Sistēmas izmantošanas laikā statiskie dati netiek mainīti. Dinamiskie dati ir dati, kas mainās atkarībā no apmācāmā mācīšanās progresa un

mijiedarbības ar sistēmu. Dinamiskie dati tiek iegūti, pamatojoties uz apmācāmā mijiedarbību ar sistēmu. Piemēram, tie ir dati par apmācāmā sasniegumiem un iegūtajām zināšanām.

Analizējot datu dzīves ilgumu apmācāmā modelī (LM) un pētot datu aktualizācijas jautājumus, promocijas darba ietvaros tika izveidots uz datu dzīves ilgumu definēts apmācāmā modelis. LM laika dimensijas skatījumā ir aprakstīts 2.3.2. nodaļā. Izveidotajā LM dati pēc to nozīmes un dzīves ilguma tika iedalīti trīs grupās: pamatdatos, papilddatos un apmācības procesa datos. Apmācāmā modeļa struktūra sīkāk ir aprakstīta 2.3.3. nodaļā.

1.3.3. Iespējamie datu ieguves veidi apmācāmā modelim

Lai adaptīvā sistēma spētu pielāgoties apmācāmā vajadzībām, tai ir nepieciešama informācija par lietotāju. Veicot daudzu zinātnisko rakstu [LSR09], [REE09], [BM07], [FMC+06], [CDW02], un [Bru96] izpēti, tika secināts, ka par apmācāmā datu ieguves avotiem var kalpot: (a) sistēmas lietotāja profils; (b) aptauju un testu rezultāti; (c) apmācāmā individuālās izvēles; (d) notikumu reģistrācijas žurnāls; (e) sistēmā eksistējošā lietotāju grupa, kurā apmācāmais ir ieklasificēts; (f) ārējās sistēmas.

Sistēmas lietotāja profils

Pirmais un vienkāršākais veids kā iegūt informāciju par apmācāmo, ir izmantot datus no lietotāja profila. Profila dati satur apmācāmā personālos datus, kā arī datus par viņa individuālās uzvedības īpatnībām un paradumiem. Profilā apmācāmā dati tiek attēloti kā atribūti pa pāriem atslēga-vērtība. Lietotāja profila veidošanas, modificēšanas un uzturēšanas procesu sauc par lietotāja profilēšanu. Sistēmai ir jāparedz profila atribūtu inicializācija, iegūšana, pievienošana, saglabāšana, modificēšana un dzēšana.

Atšķirībā no profila, apmācāmā modelis (LM) ir sistēmas lietotāja abstrakts attēlojums [Koc01], kurā papildus profila datiem tiek iekļauta arī specifiska informācija par indivīdu. Piemēram, darba autori [MFC+08] apraksta LM, kas sastāv no domēna neatkarīgiem datiem, kurā ietilpst vispārējs profils, psiholoģiskais profils un no domēna atkarīgi dati.

LM satur visu informāciju, ko sistēma ir sakrājusi par apmācāmo [PL04]. Vispārīgā gadījumā profila jēdziens ir šaurāks par LM jēdzienu. Taču vienkāršākā gadījumā lietotāja profils un apmācāmā modelis var sakrist [Kul00]. Lietotāja profila dati var kalpot par pamatu LM izveidei. Profilā glabājas statistiska informācija par apmācāmo bez papildus apraksta vai interpretācijas [ND08]. LM glabājas gan statistiska, gan dinamiska informācija.

Pirmo reizi lietotājam mijiedarbojoties ar sistēmu, tiek izveidots lietotāja profils, kurā tiek ierakstīta pamatinformācija par tās izmantotāju (skat. 1.2. attēls). Dati par sistēmas apmācāmo var tikt iegūti: (i) tieši; (ii) netieši; vai (iii) jauktā jeb hibrīdā veidā.

Tiešā datu ieguves veidā dati tiek iegūti no lietotāja reģistrācijas formas vai aptaujas: piemēram, dzimšanas diena, dzimums [LSR09]. Darba [CDW02] autori apraksta kā ar aptauju, servera sīklietotnes palīdzību tiek uzdoti vienkārši jautājumi, lai profilam iegūtu datus par vizuālajiem, audio, lasīšanas/rakstīšanas un kinestētiskajiem atribūtiem. Taču daļu datu iegūt tiešā veidā ir grūti (piemēram, lietotāja iestatījumus). Šādi dati tiek iegūti no lietotāja mijiedarbības ar sistēmu, piemēram, tīmekļa pārlūka vēstures u.c. Tādā gadījumā tiek izmantots netiešais datu ieguves veids, kad dati par apmācāmo tiek secināti no kāda informācijas avota, piemēram, no sistēmas darbību žurnāla, kurā glabājas dati par to, ko apmācāmais izvēlējās un kādas darbības veica [LSR09]. Jauktā datu ieguves veidā tiek izmantota gan tiešā, gan netiešā datu ieguve kopā. Piemēram, darba [LSR09] autori norāda, ka jauktajā datu ieguvē daļu datu lietotājs par sevi ievada pats un daļu datu iegūst sistēma.

Aptauju un testu rezultāti

Aptauju un testu rezultāti tiek izmantoti, ja sistēmā ir nepietiekams daudzums datu par apmācāmo, kas nepieciešami adaptivitātes nodrošināšanai. Šādā veidā tiek iegūti dati, kuru precizitāte ir atkarīga no uzdoto jautājumu formulējuma korektuma, interpretācijas un apmācāmā attieksmes pret testa pildīšanu. Tas ir vienkārši un ātri realizējams datu ieguves veids. Taču no testa izpildītāja tas prasa noteiktu laiku. Šādā veidā iegūtajiem datiem nav augsta datu kvalitāte [BM07].

Apmācāmā individuālās izvēles

Apmācāmā individuālās izvēles dod iespēju iegūt datus par to, ko apmācāmais pats vēlas redzēt vai izmantot. Piemēram, parametri, kas nosaka apmācībā izmantojamo elementu izskatu, secību un veidu [Bru96].

Notikumu reģistrācijas žurnāls

Notikumu reģistrācijas žurnālos glabājas apmācības procesā iegūtie dati. Analizējot apmācības procesa datus un izmantojot datizraces algoritmus, tiek iegūti dati, kas izmantojami LM esošo datu aktualizācijā vai jaunu datu par apmācāmo iegūšanā [FMC+06].

Sistēmā eksistējošā lietotāju grupa

Pirmo reizi reģistrējoties sistēmā, balstoties uz sistēmai zināmajām lietotāja īpašībām, apmācāmais var tikt iekļauts kādā grupā, kas sistēmā jau ir aprakstīta. Piemēram, klasificējot pēc zināšanām: iesācējs, vidējs, eksperts. Analizējot grupas īpašības, sistēma var izdarīt papildus secinājumus par apmācāmo, iegūstot papilddatus apmācāmā modelim, kuri ne vienmēr sniedz precīzas ziņas par apmācāmo. Apmācāmo klasifikācija sistēmā eksistējošās

grupās dod iespēju par apmācāmo trūkstošo datu vietā ierakstīt vērtības, kas piešķirtas grupai, kurā apmācāmais ir klasificēts. Piemēram, to izmanto sistēmas, kas balstās uz apmācāmo stereotipu modelēšanu [TV02], [HL2003].

Ārējās sistēmas

Viens no jaunākajiem pētījumu virzieniem apmācāmā modeļa veidošanā ir tā dinamiska modelēšana, kur apmācāmā mijiedarbība ar sistēmu tiek nepārtraukti uzraudzīta un LM dati tiek atjaunoti reālajā laikā [GKK+12]. Kā viens no datu ieguves veidiem LM dinamiskai veidošanai ir ārējā sistēma. Mūsdienās indivīdi lieto daudzas dažāda veida sistēmas, piemēram, dažādas apmācības vides, sociālos tīklus kā arī ePortfolio sistēmas. Šajās vidēs tiek uzkrāti dažāda veida dati par indivīdu. Aktuāls ir jautājums šo datu izmantošanai apmācāmā raksturošanai, lai nodrošinātu adaptīvu mācību procesu.

Datu ieguve no ārējās sistēmas ir ātrs, taču sarežģīts process. Šādai datu ieguvei tiek izmantoti sistēmas administrēšanas rīki un jābūt realizētai datu apmaiņas iespējai starp apmācības un ārējo sistēmu. Pie tam, no ārējās sistēmas ir derīgi tikai tie dati, kurus AELS saprot un spēj izmantot adaptīvās reakcijas nodrošināšanai.

Divu sistēmu savstarpējā mijiedarbībā izšķir divus gadījumus: (i) kad sistēmas ir saistītas savā starpā jeb starp tām pastāv uzticamības saites un (ii) kad sistēmas nav saistītas savā starpā jeb starp sistēmām nepastāv uzticamības saites. Pirmajā gadījumā var veikt datu importu no vienas sistēmas uz otru. Piemēram, ja apmācības sistēmai ir "sadarbība" ar mācību iestādes informacionālo sistēmu (IS), kurā glabājas vispārīgā informācija par apmācāmo, tad IS importē datus par apmācāmo uz adaptīvo apmācības vidi. Adaptīvās e-studiju sistēmas (AELS) importētos datus izmanto kā ieejas datus, lai veidotu pirmo priekšstatu par apmācāmo. Šādā veidā eksportējot datus no IS uz AELS, bieži tiek norādīts arī, kāda veida zināšanas studentam ir jāapgūst (piemēram, reģistrācija noteiktam kursam) [REE09]. Otrā gadījumā, kad abas sistēmas nav saistītas, datu ieguvei tiek izmantotas API funkcijas.

Datu ieguvei no citas sistēmas eksistē divas iespējas: datu migrācija un datu integrācija. Datu migrācijas gadījumā dati tiek importēti no citas sistēmas, starp abām sistēmām nepastāv sinhronizācija. Datu integrācijas gadījumā starp abām sistēmām darbojas datu sinhronizācijas mehānisms.

Datu integrācijas gadījumā jārisina datu struktūras, sintakses un semantikas heterogenitātes problēmas [WCW11]. Šo problēmu risināšanai tiek veidotas datu apvienošanas vai kartēšanas shēmas. Kartēšanas rezultātu glabāšanai tiek izmantoti vispārīgie apmācāmā modeļi vai lietotāja modeļa serveri. Šim nolūkam, piemēram, darba [NNK11]

autori izmanto vispārīgu lietotāja modeli. Darba [SH06] autori datu integrācijai izmanto koplietošanas lietotāja modeli. Darbā [WCW11] ir aprakstīta datu integrācija starp sistēmu Sakai un Moodle ar FUMES ietvara palīdzību un kartēšanas rezultāti tiek saglabāti lietotāja kanoniskajā modelī.

EPortfolio kā ārējā sistēma

Kā viena no ārējām sistēmām, kurā ir apkopoti strukturēti daudzi indivīdu raksturojošie dati, ir ePortfolio sistēmas. Elektroniskais portfolio jeb ePortfolio ir artefaktu digitalizēta kolekcija, kuru veido demonstrācijas, resursi un sasniegumi, kas pārstāv indivīdu, grupu, kopienu, organizāciju vai institūciju [LI05]. Šī kolekcija satur tekstu, elektroniskās datnes, attēlus, multimedija resursus, ierakstus un hipersaites [OBK12], [Bar01]. EPortfolio satur personisko informāciju par īpašnieku, īpašnieka kompetences, mērķus, paveiktos un plānotos darbus, sasniegumus, intereses un vērtības, pārdomas, apgalvojumus un komentārus, kontroldarbu un eksāmenu rezultātus. Artefaktus var kolekcionēt arī no virtuālās vietas un attēlot wiki lapās, emuāros vai eportfolio skatos [BCO11]. Artefakti ir pielāgojami tā, lai parādītu apmācāmā individualitāti un mācīšanās dziļumu [Bar04]. EPortfolio datu kolekcija ir izvietota internetā un to organizē un pārvalda ar programmas palīdzību pats tās veidotājs, norādot tiesības uz piekļuvi pie informācijas [WP08], [Cha99].

Vērojama neviennozīmīga ePortfolio jēdziena lietošana [Gra05]. Pēc satura un izmantošanas veida pastāv dažādi ePortfolio veidi [LI05], [Bar04]: studenta ePortfolio, mācīšanas ePortfolio, iestāžu ePortfolio, novērtējuma ePortfolio, mācīšanās ePortfolio, personālās attīstības ePortfolio, darba ePortfolio u.c. Katrs no augstāk minētajiem veidiem piedāvā pierādījumus, kas parāda indivīda prasmes un zināšanas atbilstošajā jomā.

Pēdējos gados palielinās ePortfolio sistēmu popularitāte un tās tiek ieviestas kā aktivitātes daudzās mācību iestādēs. Plašs pētījumu klāsts ir veikts par ePortfolio izmantošanu mācību iestādēs, piemēram, par apmācības portfeļu izmantošanu augstākajā izglītībā raksta [Zub04]. EPortfolio izmantošana izglītības procesā apmācāmajiem sniedz iespēju [GKK+12], [Buz10]: (i) attīstīt organizatoriskās iemaņas; (ii) atzīt savas iemaņas, spējas, trūkumus; (iii) novērtēt savu progresu; (iv) demonstrēt kā iemaņas attīstījušās laika gaitā; (v) veicināt savu profesionālo izvēli; (vi) attīstīt izpratni par savu mācīšanos; (vii) uzlabot motivāciju un iesaistīšanos mācību procesā; (viii) kā efektīvs līdzeklis, lai pierādītu mācīšanos; (ix) veidot dialogu ar skolotāju.

EPortfolio veidošanai paredzētās programmas iedalās: komerciālajās un atvērta koda programmās. Interesants pētījums ir veikts darbā [HB09], kurā tiek aprakstīti ePortfolio

sistēmu novērtēšanas kritēriji un sniegts divpadsmit populārāko sistēmu novērtējums, ņemot vērā šo sistēmu mērķi, administrēšanas iespējas, piedāvātās aktivitātes, publicēšanas iespējas un lietojamību. Darba [HB09] autori apskata tādas ePortfolio sistēmas kā: Drupal ED, Elgg, Epsilon, Exabis, Factline, Fronter, Mahara, Movable Type, PebblePad, Sakai, Taskstream un Wordpress. Darbā [SB07] tiek salīdzinātas ePortfolio sistēmas: EPortfolio, Foliotex, Life Text, TaskStream, TK20, Trueout, Blackboard, Open Source. Atvērtā koda ePortfolio sistēmu Mahara un Elgg salīdzinājums par labu sistēmai Mahara ir aprakstīts darbā [BB10].

Analizējot zinātniskos darbus par ePortfolio sistēmu izmantošanu apmācības procesā tika secināts, ka ePortfolio:

- dod iespēju sevi raksturot pilnīgāk, gan savu iekšējo, gan ārējo pasauli [GKK+12];
- lietotnes pieļauj funkcionālo integritāti ar dažādām Web 2.0 lietotnēm un var būt izmantotas kā kontaktpunkts e-studiju aktivitātēm [OBK12];
- saturs nedaudz dublējas ar datiem par indivīdu, kas tiek saglabāti sociālajā tīklā, tas dažos apmācāmajos rosina nevēlēšanos izmantot ePortfolio sistēmu [GK10];
- ir pašizteikšanās veids; palīdz atrast domu biedrus, lai dalītos kopējās interesēs; ePortfolio ir attēlojuma, dokumentācijas un mentoringa krustpunkts [Sel97];
- mācību procesā visbiežāk tiek izmantots tikai kā datu glabātuve ar nolūku glabāt apmācāmo datus un sasniegumu pierādījumus vienkopus.

Pēdējo secinājumu pierāda zemāk minētie ePortfolio izmantošanas piemēri mācību procesā. Darba [QOL+11] autori apraksta pētījumu par ePortfolio integrāciju ar Moodle. Ar ePortfolio palīdzību tiek parādīta lietotāja mācību un profesionālo sasniegumu izaugsme.

EPortfolio tiek izmantota [BCO11], lai atspoguļotu un prezentētu studentu darbus un ļautu citiem veikt šo darbu novērtēšanu. Darba autori apraksta apmācības sistēmas Moodle, ePortfolio sistēmas Mahara un emuāru paziņojumu sistēmas WordPress integrāciju.

Moodle integrācija ar ePortfolio sistēmu Mahara Hildesheim Universitātē (*University of Hildesheim*) ir aprakstīta darbā [GK10]. EPortfolio tiek izmantots kā līdzeklis, lai nodrošinātu visiem universitāšu locekļiem personiskās informācijas pārvaldi ar nolūku atvieglot sevis prezentēšanas iespējas.

Darba [KB09] autori apraksta integrētu apmācības vidi, kurā tiek izmantota apmācības vadības sistēmas Moodle un ePortfolio sistēmas Mahara integrācija ar vienotu studentu reģistrāciju abās sistēmās.

Tikai nedaudzos rakstos, kā piemēram, [GG06], ir apskatīti eksperimenti, izmantojot ePortfolio datus LM inicializēšanai. Darba [GG06] autori izmanto ePortfolio artefaktus LM inicializēšanai. Skolēni izvēlas artefaktus kā pierādījumus, balstoties uz uzdotajiem

jautājumiem. Sistēma, pamatojoties uz ePortfolio datiem, veic pārbaudi, meklējot atbilstošos artefaktus. Kursa beigās iegūtos mācību rezultātus var saglabāt atpakaļ ePortfolio sistēmā.

Tā kā ePortfolio saturs var būt dažāds, tad, lai iegūtu datus no ePortfolio sistēmas, tai jābūt standartizētai [GG06]. Standartizētais ePortfolio informācijas modelis izskaidro, kādu informāciju kopumā satur ePortfolio sistēma un kāds specifikāciju kopums ir definēts, lai raksturotu datu organizāciju ePortfolio sistēmā. Standarti, kas apraksta ePortfolio glabājamo informāciju un attiecības starp tiem: (i) IEEE P1484.2.26 – *Learner Portfolio Information*; (ii) *JISC CETIS LEAP2A Specification* [SBR+10], (iii) *IMS ePortfolio Specification* [Cam06], [GG06]; (iv) *CELTIS Portfolio information*. Visvairāk pētījumu ir par IMS ePortfolio specifikācijas izmantošanu. IMS LIP (*Learner Information Package*), IMS ePortfolio un formāta LEAP2A salīdzināšana tiek veikta darbā [HIN11].

Analizējot ePortfolio sistēmas, tika izdalīti daži faktori par labu šo sistēmu izmantošanai AELS apmācāmā modeļa (LM) datu ieguvei. Tie norāda, ka ePortfolio sistēmas: (i) satur datus, kas apraksta apmācāmo kā personību un viņa uzkrāto dzīves pieredzi; (ii) ir izvietotas internetā, kas liecina par šo sistēmu pieejamību; (iii) ir standartizētas, kas nodrošina populārāko datu apmaiņas standartu atbalstu.

Balstoties uz nosauktajiem faktiem un saistībā ar promocijas darba tēmu, promocijas darba autorei radās specifiska interese un vajadzība ePortfolio sistēmu izmantot datu ieguvei pieaugušā LM, kas definēts uz datu dzīves ilgumu. 2.3.5. nodaļā tiek aprakstīta ePortfolio izmantošana apmācāmā modeļa starta datu (*cold-start problem*) problēmas risināšanai.

Šajā apakšnodaļā apskatītie datu ieguves veidi LM tika ņemti vērā, izstrādājot uz datu dzīves ilgumu balstītu LM. Datu ieguves veidi LMPAELS LM ir aprakstīti 2.3.4. nodaļā.

1.3.4. Apmācāmā modelēšana

Veicot LMPAELS LM izstrādi, tika izpētīti jautājumi par LM veidošanas posmiem, eksistējošajām LM konstruēšanas tehnikām un apmācāmā datu modelēšanas iespējām.

Apmācāmā modeļa veidošana jeb modelēšana aptver visu LM dzīves ciklu, iekļaujot datu par apmācāmo iegūšanu, LM veidošanu, atjaunināšanu, uzturēšanu un izmantošanu [Koc01]. Apmācāmā modelēšana ir sarežģīts process, kurā jāņem vērā, kādas darbības notiek ar LM, mehānismi jeb tehnikas, kas tiek izmantotas apmācāmā modelēšanai un kādā veidā LM tiek saglabāti (modelēti) dati.

Veidojot apmācāmā modeli, ir svarīgi rast atbildes uz sekojošiem jautājumiem [Jam99]: (i) kādu informāciju iekļaut apmācāmā modelī; (ii) kā šo informāciju iegūt; (iii) kā informāciju par apmācāmo attēlot sistēmā; (iv) kā veidot un atjaunināt apmācāmā modeli.

Apmācāmā modeļa veidošanas posmi

Adaptīvās apmācības sistēmas pamatā ir trīs galvenās darbības: informācijas par apmācāmo savākšana, apmācāmā modeļa veidošana un sistēmas adaptēšana konkrēta apmācāmā vajadzībām [BM02]. Pēc informācijas par apmācāmo savākšanas, sistēma veic apmācāmā modeļa inicializāciju un vēlāk nodrošina nepieciešamo datu atjaunināšanu LM. Daži autori izdala vēl vienu LM veidošanas posmu, kurā notiek datu par apmācāmo iegūšana ar datizraces palīdzību [RV10] un jaunu datu par apmācāmo iegūšana.

Veicot zinātnisko rakstu analīzi, tika secināts, ka svarīgākie LM veidošanas posmi ir:

- inicializācija, kas sevī ietver informācijas un datu par apmācāmo vākšanu un LM izveidi, balstoties uz iegūtajiem datiem. Inicializācijas procesā tiek iegūti sākotnējie dati par apmācāmo (personiskie un personību raksturojošie dati). Datu ieguvei šajā posmā visbiežāk tiek izmantoti tiešie jautājumi un testi. Šis LM veidošanas posms tiek aprakstīts darbos [ELB11], [LSR09], [ND08] un [Kav04]:
- jaunu datu iegūšana no esošajiem datiem par apmācāmo [GAR+06]. Datizraces izmantošana adaptācijas nodrošināšanai ir jauns pētījuma virziens, kas apskatīts rakstos [RV10] un [KJN09];
- atjaunināšana nozīmē, ka sistēma nodrošina apmācāmā modeļa aktualizāciju, novēro lietotāja darbības, izvērtē lietotāja sasniegumus, apmācības progresa dinamiku, veic apmācāmā mijiedarbības ar sistēmu atgriezenisko saišu analīzi. Šīs darbības sistēma veic tieši vai netieši [ELB11], [LSR09], [ND08] un [Kav04].

Iepriekš minētie LM veidošanas posmi tika ņemti vērā izstrādājot LMPAELS LM (skat. 2.3.2. nodaļa).

Apmācāma modeļa konstruēšanas tehnikas

Apmācāmā modeļa konstruēšanas tehnika nozīmē to, kādā veidā tiek veidots un uzturēts apmācāmā modelis. Pastāv daudzas tehnikas apmācāmā modeļa izveidei un datu papildināšanai tajā. Biežāk izmantotas ir sekojošās LM konstruēšanas tehnikas: stereotipu modelis, pārklājumu modelis, kombināciju modelis, diferenciālais modelis, perturbāciju modelis un plāna modelis. Vecākās un biežāk izmantotās ir stereotipu, pārklājumu un kombināciju konstruēšanas tehnikas [CDW02].

Stereotipu modeli [CDW02],[Kay00], [ND08], [Bru96], [Ric79], [CWB+02], [SD10], [HL03] un [GIK99] bieži izmanto, lai LM nodefinētu noklusējuma vērtības. Apmācības sistēmas gadījumā apmācāmie tiek iedalīti sistēmas piedāvātajās kategorijās – stereotipos. Stereotips ir apmācāmā biežāk sastopamu īpašību kolekcija [Ric79]. Sistēmā jau

iepriekš ir izveidotas stereotipu grupas un, ieejot sistēmā, apmācāmais tiek iedalīts stereotipā, kura īpašību kopa ir līdzīga apmācāmā īpašībām. Ieguvums no šādas modelēšanas ir spēja ar nelielu informācijas daudzumu secināt jaunus pieņēmumus par apmācāmo. Tā ir ātra apmācāmo modelēšana, taču ne vienmēr ar precīzu spēju novērtēt apmācāmā sākotnējās zināšanas un vajadzības. Šāds modelēšanas veids nav pilnīgi uzticams un ir īslaicīgs.

Darba [ND08] autori apraksta divus stereotipu veidus: fiksētie un noklusējuma stereotipi. Fiksētajā stereotipā apmācāmajam tiek piešķirts iepriekš definēts stereotips no abstrakta līmeņa, piemēram, no zināšanu līmeņa: iesācējs, ar sākuma zināšanām, ar pamatzināšanām, ar papildus zināšanām vai eksperts. Saņemot informāciju par apmācāmo, sistēma piešķir stereotipu un nekad to nemaina. Noklusētais stereotips ir elastīgāks. Sākumā visiem apmācāmajiem tiek piešķirts sākotnējais stereotips ar noklusējuma vērtībām. Sistēma novēro apmācāmos, apkopo datus par viņu mācīšanās procesa darbībām un rezultātiem. Tad sistēma maina sākotnējo stereotipu uz atbilstošāko stereotipu. Tādā veidā sākumā norādītais stereotips tiek pakāpeniski aizstāts ar precīzāku un apmācāmajam piemērotāku stereotipu.

Piemēram, stereotipu modelis apmācāmā modelēšanā tiek izmantots tādās AHS kā: AVANTI, C-BOOK, ANATOM-TUTOR, METADOC [MFC+08]. Darba autori [HL03] apraksta, kā apmācāmā stereotipa modelis tiek izmantots, lai piedāvātu zināšanas, kuras tiek modelētas, izmantojot mācīšanās šablonus. Mācīšanās šablons ir zināšanu abstrakta attēlošana saistībā ar kontekstu, kas ļauj elastīgi modelēt apmācāmā zināšanas katrai tēmai. Apmācāmie tiek iedalīti kategorijās: iesācēji, vidēja līmeņa, eksperta līmeņa lietotāji un sistēma pielāgo viņu iestatījumus, balstoties uz kategoriju, kurai viņi ir piesaistīti.

Pārklājuma modelis tiek plaši izmantots adaptīvajās hipervides sistēmās. Šī modelēšanas tehnika prasa, lai satura modelis būtu sadalīts atsevišķās tēmās un jēdzienos [Bru01]. Pārklājuma modeļa izmantošanas pieeja balstās uz satura modeli, kas bieži ir konstruēts ar zināšanu tīkla vai zināšanu hierarhiskā koka palīdzību. Pārklājuma modelis ir satura modeļa apakškopa. Satura modelis ir sadalīts jēdzienu kopumā un pārklājuma modelis ir kopa no atsevišķiem domēna elementiem. Specifiska vērtība parāda apmācāmā zināšanas par šo elementu. Satura modeļa elements ir apgūts tad, kad šī specifiskā vērtība ietilpst noteiktajā intervālā, tāpēc pārklājuma modelis nepieļauj nepareizu apmācāmā zināšanu attēlošanu. Zināšanu novērtējums tiek veidots, pārbaudot tās sadaļas, kuras apmācāmais ir lasījis un par kurām ir izpildījis testu [MFC+08], [ND08], [HL03], [CWB+02] un [CDW02].

Pārklājuma modelis ļauj elastīgi veidot apmācāmā zināšanas par katru tēmu, jo katrs koncepts satura modelī ir kartēts ar mācību objektu. LM dati tiek atjaunināti, balstoties uz apmācāmā progresu sistēmā. Pārklājuma modeļa sarežģītība atkarīga no sistēmas piedāvāto

zināšanu struktūras un apmācāmā zināšanu novērtējuma [MFC+08].

Kombināciju modelis izmanto stereotipa un pārklājuma modeļus [CDW02]. Sākumā apmācāmajam izmanto stereotipa modeli, tad to pārveido par pārklājuma modeli.

Diferenciālais modelis ir aprakstīts darbā [ND08], tas ir pārklājuma modeļa variants, kurā tiek attēlotas arī zināšanas, kuras apmācāmajam jāapgūst noteiktā laika posmā jeb sagaidāmās zināšanas. Šīs zināšanas var uzskatīt par zināšanām, kuru apmācāmajam pietrūkst.

Perturbāciju modelis. Pārklājuma un diferenciālajā modelī tiek uzskatīts, ka apmācāmā zināšanas ir kā apakškopa no visām apgūstamajām zināšanām (eksperta zināšanām). Šiem modeļiem neinteresē apmācāmā kļūdas, kuras rada nepareizi izveidojušies priekšstati vai zināšanu trūkums. Perturbāciju modelis attēlo apmācāmā zināšanas kā to dara pārklājuma modelis, klāt pievienojot nepareizās jeb nekorektās apmācāmā zināšanas [ND08].

Plāna modelis ietver secīgu apmācāmā darbību kopumu, kas paredzēts noteiktu mērķu un vēlmju sasniegšanai [ND08].

Izanalizējot pastāvošās LM konstruēšanas tehnikas tika secināts, ka eksistējošās tehnikas apraksta tikai apmācāmā iegūtās vai iegūstāmās zināšanas. Promocijas darba ietvaros izstrādātajā LM apmācāmā zināšanas ir tikai viena no apmācāmo raksturojošām iezīmēm. Izstrādātais LM ir aprakstīts 2.3. nodaļā. Idejas no stereotipa modeļa tika ņemtas vērā apmācāmo grupu veidošanas metodes izstrādē, kas aprakstīta 2.5.1. nodaļā.

Datu par apmācāmo modelēšanas pieejas

LM statisko datu elementus modelē ar pāriem atribūts-vērtība [LSR09]. Kā atribūti tiek izmantoti termini, jēdzieni, mainīgie, fakti, kas ir svarīgi sistēmai un apmācāmajam. To vērtības var būt ar loģisko, reālo vai simbolisko datu tipu. Nenoteiktu informācijas elementu (piemēram, apmācāmā zināšanas) modelēšanai izmanto sarežģītākas pieejas [Kav04]. Dinamisko datu elementiem tiek pielietota noteikumu-bāzētas valodas modelēšanas pieeja, kur apmācāmā datu saistība ar kontekstu balstās uz nosacījuma "ja-tad" loģiku.

Attiecību starp datu elementiem attēlošanai izmanto hierarhiskā koka modelēšanas pieeju vai ontoloģiju. Piemēram, lietotāja ontoloģija tiek aprakstīta darbos [BD12], [SD10], [GAR+06] un [NSP03]. Darba [VPP05] autori apraksta pētījumu par zināšanu vadīšanu e-studiju platformās ar ontoloģijas palīdzību. Eksistē arī gatavie rīki apmācāmo modelēšanai [MFC+08], [Kay00].

Datu par apmācāmo modelēšanas pieejas ir atkarīgas no platformas, kurā tiek saglabāti dati par apmācāmo. Promocijas darba ietvaros izveidotajā LM dati tiek glabāti atribūts-vērtība pāros. Šo izvēli noteica e-studiju sistēmas datu glabāšanai paredzētā datubāze. LMPAELS

izmantotā LM praktiskā realizācija ir aprakstīta 3.3.1. nodaļā.

1.3.5. E-studiju standartos iekļautie apmācāmā modeļa dati

Promocijas darba ietvaros, veidojot apmācāmā modeli, svarīgi bija izpētīt e-studiju standartos iekļautos apmācāmā datus. Standartu izmantošana e-studiju organizēšanā ir minēta daudzu autoru darbos, piemēram, [LZW+10], [MFC+08], [Str06], [Zhu04] un [CDW02].

Eksistē daudz standartu un specifikāciju, kas nosaka vispārējās prasības mācību saturam un apmācāmā datiem. Visbiežāk e-studiju standartos tiek apskatītas trīs galvenās kategorijas [CR02]: (a) metadati; (b) satura iepakojums; (c) apmācāmā profili.

Metadati ir dati, kas raksturo mācību satura datus. Satura iepakojums ietver mācību objektus un informāciju par to, kā objektus apvienot vienā lielākā mācību vienībā. Apmācāmā profili ļauj dažādiem sistēmas komponentiem dalīties ar informāciju par izglītojamo.

Apmācāmā modeļa specifikāciju un prasības apskata sekojošās institūcijas: IMS, IEEE LTSC, ISO/IEC JTC1/SC36, GESTALT, CELTSC.

IMS (*The Instructional Management System*) **LIP** (*Learner Information Package*) apraksta apmācāmā datu modeli [MFC+08], kas nosaka apmācāmajam nepieciešamās pazīmes. LIP ietver vienpadsmit apmācāmā datu kategorijas: identifikācijas datus; mērķi; kvalifikāciju, sertifikāciju un licences; ar mācīšanos saistītās aktivitātes; akadēmisko sasniegumu atšifrējumus; intereses; kompetences; piederību; pieejamību; drošības atslēgas; attiecības starp pamatkomponentiem¹⁰.

IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers Learning Technology Standards Committee*) **LTSC** (*Learning Technology Standards Committee*) apmācības tehnoloģiju standartu sērijā P1484 ir izstrādāta apmācāmā publiskās un privātās informācijas specifikācija **PAPI** (*Personal and Private Information Standard, P1484.2*). Šajā standartā apmācāmo raksturo dati no sešām kategorijām: apmācāmā kontaktinformācija; informācija par attiecībām ar citiem sistēmas lietotājiem; informācija par drošību; informācija par apmācāmā iestatījumiem; informācija par veiktspēju; informācija par apmācāmā portfolio¹¹.

ISO/IEC JTC1/SC36 iekļauj Apvienoto tehnisko komiteju 1 (*Joint Technical Committee 1 (JTC1)*) un Informācijas tehnoloģiju apakškomiteju (*Information Technology Subcommittee 36 (SC36)*), kura sastāv no divām starptautiskām standartizācijas komitejām ISO (*International Organization for Standardization*) un IEC (*International Electrotechnical*

¹⁰ <http://www.imsproject.org/profiles/lipbest01.html>

¹¹ http://metadata-standards.org/Document-library/Meeting-reports/SC32WG2/2002-05-Seoul/WG2-SEL-042_SC36N0175_papi_learner_core_features.pdf

Commission). ISO/IEC JTC1/SC36 standarti apraksta "Informāciju tehnoloģijas mācību, izglītības un apmācības jomā" (*Information Technology for Learning, Education, and Training* (ITLET)). SC36 trešā darba grupa (Work Group (WG)) WG3 nodarbojas ar informācijas par apmācāmo izstrādāšanu [Str06].

GESTALT (*Getting Educational Systems Talking Across Leading-Edge Technologies*) ir Eiropas Kopienas projekts, kas īsteno uzlaboto komunikāciju tehnoloģiju un servisu (*Advanced Communications Technology and Services* (ACTS)) programmu. GESTALT lietotāja profilam informācija tiek paņemta no pašu lietotāju aizpildītām veidlapām. Lietotāja modelis ir saglabāts XML dokumentā. LM tiek saglabāti personas dati, kontaktinformācija, kvalifikācija, prasmes, mācīšanās iestatījumi un to piegādes režīmi, apmācības vēsture un apmācāmajam pieejamās tehnoloģijas [CDW02].

CELTSC (*Chinese E-Learning Technology Standardization Committee*) izstrādāja standartu CELTS (*Chinese E-Learning Technology Standards*) [LZW+10]. CELTS sastāv no sešiem klasteriem: ietvara klasteris, resursu klasteris, vides klasteris, vadības klasteris, apmācāmā klasteris un specializētais klasteris [Zhu04]. CELTS-11 apmācāmā klasteris apraksta apmācāmā modeli, kurā tiek iekļautas 8 datu kategorijas: personiskā informācija, akadēmiskā informācija, vadības informācija, informācija par attiecībām, informācija par drošību, informācija par iestatījumiem, informācija par veikspēju un portfolio informācija ar tajos pakārtotajiem apakšelementiem. Standarts CELTS-13 satur apmācāmā identifikāciju; CELTS-14 satur apmācāmā kompetences un CELTS-15 satur mūžizglītības profilu.

E-studiju standartos iekļauto datu kategoriju un tajās iekļauto datu par apmācāmo analīzes rezultāti tika ņemti vērā, izstrādājot datu kategorijas LMPAELS LM (2.3.1. nodaļa).

1.4. Satura modelis

Šajā apakšnodaļā tiek apskatīts adaptīvās apmācības sistēmas (AELS) domēna modelis. Tā kā adaptīvajās apmācības sistēmās domēna lomā ir zināšanas jeb saturs, tad domēna modeļa vietā tiek izmantots jēdziens "satura modelis" (*Content Model* (CM)).

Satura modelis apraksta piedāvātās informācijas saturu un tā loģisko struktūru [Vas12], [Bru12] [ELB11] un [BM07]. CM saturu veido resursi, kuri tiek izmantoti mācību vielas apgūvē. CM struktūru modelē, izmantojot jēdzienus, kas ir informācijas vienību abstrakts attēlojums, kurā tiek parādītas loģiskas saites starp satura mezgliem un satura jēdzieniem tīklā. Jaunākajos zinātniskajos darbos CM būvē ar ontoloģijas palīdzību [ND08].

AELS satura piegādes iespēja ir viens no svarīgākajiem faktoriem, lai tiktu nodrošināta kvalitatīva adaptīvas sistēmas darbība [Vas12]. Satura pielāgošana apmācāmā

vajadzībām notiek balstoties uz:

- datiem par apmācāmo, piemēram, mācīšanās stilu, priekšzināšanām kursā, kursa apguves grūtības pakāpi, izvēlēto kursa apguves tēmu secību;
- mācību objektiem, kuri tiek izmantoti adaptācijas realizēšanai, balstoties uz sistēmā aprakstītajām adaptācijas metodēm [Pop09].

1.4.1. Mācību objekta jēdziens

No satura modeļa struktūras lielā mērā ir atkarīga sistēmas adaptivitātes spēja. Sistēmai jāspēj pielāgoties apmācāmajam un piedāvāt apmācāmā vajadzībām pielāgotu mācību saturu. Viens no pielāgošanās priekšnoteikumiem ir apgūstamās mācību vielas sadalīšana mazās neatkarīgās porcijās, kuru dažādas kombinācijas vēlāk tiek piedāvātas apmācāmajam. Analizējot zinātniskos rakstus [RG16], [Vas12], [AM10], [Pol06], [McG04], [Lal97], tika secināts, ka apmācības sistēmā mācību viela visbiežāk ir sadalīta noteikta izmēra mācību satura porcijās - mācību objektos (*Learning Object (LO)*). Mācību objekti pārstāv mācīšanās materiālu kā atsevišķas, mazas, neatkarīgas vienības, kuras dažādās situācijās var atkārtoti izmantot dažādās mācību materiāla daļās [AM10].

Izstrādājot AELS mācību saturu ir jāņem vērā divas galvenās tendences [Vas12]:

- mācību saturs sastāv no LO. Mācību viela ir iedalīta mazās, autonomās vienībās, kuras var izmantot gan atsevišķi, gan kombinējot ar citiem satura elementiem;
- mācību saturs un LO tiek aprakstīti ar metadatiem, kuri sniedz informāciju par resursu, tā saturu, īpašībām, mērķiem un raksturlielumiem. Metadati apraksta objektu neatkarīgi no tā agregācijas līmeņa.

LO izmantošanas ideja AELS mācību satura veidošanā tika aizgūta no programmatūras inženierijas projektēšanas metodoloģijas. Izmantojot modularitātes, inkapsulācijas, abstrakcijas un mantošanas principus, LO var izmantot atkārtoti dažādos mācību kontekstos [AM10] un [FS02].

Vairākums zinātnieku AELS satura modeļa izstrādē izmanto mācību objektus, tāpēc tika veikts padziļināts pētījums mācību objektu izmantošanai satura organizēšanā. Tālāk tiek apskatīti LO jēdziena skaidrojumi un funkcionālās prasības attiecībā uz LO.

LO definējumi

Nepastāv vienots LO definējums [McG04]. Analizējot zinātniskos darbus [Pol06], [McG04], [IEE02], [LTS02], [Wil02] un [Lal97], tika secināts, ka LO tiek raksturots kā:

- jebkāda digitālā vai nedigitālā entitija, kura var tikt izmantota mācībām, izglītībai un apmācībai [IEE02], [LTS02];

- mācību objekts ir neatkarīga un patstāvīga mācību satura vienība, kas ir predisponēta uz izmantošanu vairākos mācību kontekstos [Pol06];
- jebkurš digitāls resurss, kuru var izmantot mācību procesā atkārtoti [Wil02];
- mazākā neatkarīgā strukturālā pieredze, kas satur mērķi, mācīšanās aktivitāti un vērtējumu [LA197];
- jebkurš atkārtoti izmantojams digitāls resurss, kas ir iekļauts nodarbībā, sagrupēts vienībās, moduļos,ursos un pat programmās. [McG04].

Nepastāv vienota terminoloģija arī attiecībā uz mācību satura mazo porciju nosaukumiem. Literatūrā jēdziens "mācību objekts" tiek saistīts ar nosaukumiem: satura objekts, gabals, informācijas objekts, mācību komponents, medija objekts, atkārtoti izmantojamā mācību vielas sastāvdaļa, atkārtoti izmantojamais informācijas objekts, pārbaudāma atkārtoti izmantojama izziņas vienība, apmācības komponents, apmācības vienība, studiju vienība, datu objekts, aktīvs un mācību resurss [McG04].

Mācību objektu īpašības

Veicot zinātnisko rakstu [JZM12], [Vas12], [BS11], [AM10], [Pol06], [SG03], [HR02] izpēti par adaptīvo sistēmu satura modeļu struktūras organizēšanu, LO aprakstu un funkcionālām prasībām, tika secināts, ka LO var uzskatīt par adaptīvā mācību satura pamatvienību. Tālāk seko LO svarīgāko īpašību pārskaitījums ar šo īpašību skaidrojumiem. LO svarīgākās īpašības, kas raksturo arī prasības attiecībā uz AELS saturu, ir:

- pieejamība, jo LO glabājas vienā attālinātā vietā un ir realizēta to piegāde uz citām vietām [Vas12]. LO ir atzīmēti ar metadatiem, lai tos varētu uzglabāt un atsaukties uz tiem datubāzē [Pol06], [SG03];
- platformneatkarīgums, kas nozīmē, ka LO var paņemt un izmantot jebkurā sistēmā vai piegādes instrumentā [Vas12], [Pol06], [SG03];
- atkārtota izmantojamība, kas nozīmē, ka LO izveido vienu reizi, lai izmantotu dažādos mācību kontekstos [AM10], [Pol06]. LO atkārtota izmantojamība palielina produktivitāti, kvalitāti, uzticamību un samazina izmaksas [Vas12], [BS11], [SG03];
- vadāmība - LO var izsekot un atjaunināt laika gaitā [JZM12]. Vadāmība ļauj mainīt saturu vienkārši un atjaunināt nelielas tā daļas [HR02];
- neatkarība, kas nozīmē, ka viens LO nav atkarīgs no cita LO, t.i. spēj neatkarīgi veikt uzdevumu, kā paredzamā mācību sastāvdaļa [AM10];
- kontekstualizācija, kas nozīmē, ka jebkura izmēra LO jādarbojas atbilstoši pašreizējai izmantošanas nozīmei. Šai kontekstualizācijai nav jāietekmē LO saturu vai pedagoģisko

iedarbību vai nozīmi [AM10];

- ar paplašināšanas iespējām jeb modularitāte. Ņemot vērā LO modulāro konstrukciju, to iespējams paplašināt [JZM12], [Vas12], [HR02];
- elastīgums, kas ļauj viegli nomainīt vienu LO ar citu. Elastīgums tiek izmantots mācību objektu secības maiņā [AM10];
- saliekamība- LO var tik iekļauts citos komplektos [AM10].

Mazāk svarīgas LO īpašības ir: (a) ilgmūžība – spēja atbilst jaunajām tehnoloģijām bez papildus izmaksām [JZM12], [SG03]; (b) finansiālā pieejamība [HR02]; (c) saprotamība [JZM12]; (d) detalizācija, kas raksturo mācību objekta apraksta pakāpi un nosaka tā izmēru.

Tādas LO īpašības kā pieejamība, savstarpējās sadarbības spēja, atkārtota izmantojamība un ilgmūžība ir tehniskas dabas risinājumi. Ilgmūžība un savstarpējās sadarbības spēja ir īpašības, kas saistītas ar programmatūras un aparatūras platformas neatkarību, ko var iegūt, ievērojot tīmekļa valodas un konvencijas [SG03]. Samazinoties LO izmēram palielinās atkārtotas izmantojamības iespēja [AM10] un palielinās elastība no apmācāmā puses vai intelektuālās apstrādes puses [QH00].

LO jēdziens tiek izmantots daudzos CM, kas aprakstīti nākamajā apakšnodaļā.

1.4.2. Satura organizēšanas veidi

Adaptīvās sistēmas piedāvāto zināšanu satura un tā struktūras organizēšana lielā mērā nosaka sistēmas adaptivitātes spēju. Veicot zinātnisko rakstu izpēti, tika konstatēti vairāki satura organizēšanas modeļu veidi: (a) apmācības satura modelis [Wag02]; (b) CISCO satura modelis [BLW99]; (c) NETg satura modelis [LAI97]; (d) SCORM satura apvienošanas modelis [Jes09]; (e) jūras kara flotes satura modelis [Nav07]; (f) jaunās ekonomikas didaktiskais modelis [LGH02]; (g) semantiskais mācību modelis [MM+05]; (h) Passauer zināšanu vadības sistēmas satura modelis [SKF00]; (i) abstraktā mācīšanās objekta satura modelis [VD04]; (j) dinamiskā mācību satura vadības sistēmas satura modelis [Sch05]; (k) objektorientētais vispārējais mācību objektu modelis [AM10].

Apmācības satura modelis

Apmācības satura modelis (*Learnativity Content Model* (LCM)) ietver piecus mācību komponentu apvienošanas līmeņus [AM10], [VD08], [VD04], [Wag02]. Sākot no vismazākā tie ir sekojoši: satura aktīvi, informācijas objekti, LO, mācību komponenti un mācību vides.

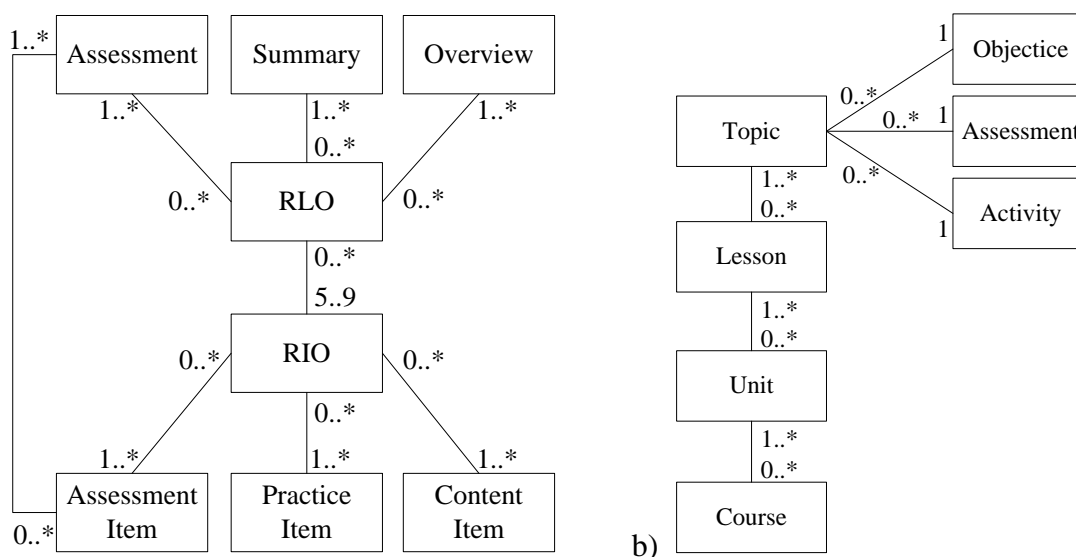
Satura aktīvi iekļauj neapstrādātus informācijas elementus. Šajā agregācijas līmenī elementi atrodas neapstrādāto datu veidā, piemēram: vienkārši teikumi vai rindkopas, fotogrāfijas, ilustrācijas, animācijas, sīklīetotnes, video un audio datnes. Informācijas objekti

apvieno neapstrādātus informācijas elementus no iepriekšējā līmeņa. Informācijas objektos klasificē konceptus, faktus, procesus, principus, vispārīgus norādījumus, uzdevumus vai procedūras. Šādi objekti balstās uz "Informācijas bloka" modeļa principiem [Hor98]. Kombinējot atkārtoti izmantojamus informācijas objektus, tiek iegūti dažādi mācību objekti, kuriem katram ir savs mērķis. Tie tiek saukti arī par lietotņu objektiem [DH03]. Sakārtojot mācību objektus noteiktā secībā tiek iegūti mācību komponenti, piemēram, nodarbības vai nodaļas. Tie tiek saukti arī par kopumu apvienojumiem. Mācību vidēs tiek apvienoti mācību komponenti un ir pievienota vēl papildus funkcionalitāte (piemēram, saziņas līdzekļi), kas nodrošina apmācības procesu. Šajā līmenī tiek apvienotas nodarbības vai tēmas, iegūstot kolekcijas līdzīgi kā kurss vai visa mācību programma.

Kā apmācības satura modeļa piemēri ir Microsoft modelis un ADL (*Advanced Distributed Learning*) akadēmiskais Co-Lab modelis [VD04].

CISCO RLO/RIO modelis

CISCO RLO/RIO modelis sastāv no atkārtoti izmantojamiem mācību objektiem (*Reusable Learning Object* (RLO)). Katrs RLO sastāv no 7 atkārtoti izmantojamiem informācijas objektiem (*Reusable Information Objects* (RIO)), kuri ietver sevī pārskatu (*Overview*), apkopojumu (*Summary*) un novērtējumu (*Assessment*) (skat. 1.3. attēls).



1.3. attēls. Satura modeļu struktūras a) CISCO RLO/RIO [pēc VD08], b) NETg CM

Atkārtoti lietojami informācijas objekti ir informācijas daļa, kuru raksturo viens mācīšanās mērķis. Kā RIO var būt: koncepts, fakts, process, princips vai procedūra. Katrs RIO sastāv no trim komponentiem: satura vienībām (*Content Item*), praktiskajām vienībām (*Practice Item*) un novērtēšanas vienībām (*Assessment Item*). Praktiskā vienība ir aktivitāte,

kas dod apmācāmajam iespēju pielietot savas zināšanas un prasmes, kā piemēram, gadījumu izpēti vai praktiskais tests. Novērtējuma elements ir jautājums, vai izmērāma aktivitāte, ar mērķi noteikt, vai apmācāmais ir apguvis konkrēto RIO [VD04], [BLW99]. Kā satura elementi var būt definīcijas, piemēri, pārskati, nākamie soļi, blokslēmas, papildus resursi, skolotāja piezīmes, ilustrācijas, faktu saraksti, tabulas, demonstrējumi u.c.

NETg satura modelis

NETg (*the National Education Training Group*) modelī kurss ir strukturēts kā matrica ar trim galveniem komponentiem: bloks (vertikāli), nodarbība (horizontāli) un tēma (šūniņa) [LAI97]. NETg satura modeļa kurss tiek veidots no vienībām, kur katra vienība satur nodarbības. Nodarbība apvieno tēmas. Katra tēma sastāv no vienkārša mērķa, mācību aktivitātes un novērtējuma (1.3. attēls). Tēma ir pazīstama kā NLO (*NETg learning object*), kas tiek definēta kā mazākā neatkarīgā mācību vienība, kura satur mērķi, mācību aktivitāti un novērtējumu [VD04]. NETg satura modelis tiek izmantots Microsoft, Cisco un Novell apmācības kursu sertifikācijai [VD08].

SCORM satura apvienošanas modelis

SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) modeli [Jes09] definēja ADL (*Advanced Distributed Learning*) iniciatīva, kuru izveidoja ASV. SCORM 2004 pēdējā ceturtnā redakcija izdota 2009. gada martā.

SCORM nosaka mācību materiālu struktūru un vidi, kurā tas tiek izmantots. SCORM prasības attiecībā uz mācību saturu ir sekojošas: satura atkārtota izmantošana, pieejamība, pielāgojamība, efektivitāte, ilgmūžība un savietojamība [VD04]. SCORM modelis ļauj izmantot mācību saturu no jebkura piegādātāja SCORM atbalstošajā apmācību vadības sistēmā un apvieno AICC, IMS, Ariadnes un LTSC no IEEE standartus vienā vienotā etalonmodelī. SCORM modeļa pamatā ir trīs daļas: (i) satura apvienošanas modelis (*Content Aggregation Model* (CAM)); (ii) izpildes laika vide; (iii) secības un navigācijas specifikācija.

CAM modelis ir bāzēts uz IMS satura sapakošanas informācijas modeli. SCORM CAM ietilpst sekojošas sastāvdaļas [Jes09]: (i) aktīvi ar metadatiem; (ii) koplietojuma satura objekti; (iii) satura apvienojumi.

Aktīvi ir mediju, teksta, attēlu, audio, tīmekļa lapu vai citi datu digitāli attēlojumi, kas var būt reprezentēti ar tīmekļa klienta palīdzību. Aktīvi var būt sagrupēti saliktajos aktīvos. Koplietojuma satura objekti (*Sharable Content Objects* (SCOs)) ir kolekcija no viena vai vairākiem aktīviem. SCO pārstāv zemāko līmeni, detalizējot mācību resursu, kas sazinās ar izpildes laika vidi. SCO var iedarboties uz apmācāmo, bet aktīvi nevar. Lai uzlabotu atkārtotu

izmantošanu, SCO jābūt neatkarīgiem no tā mācību konteksta. Tāpēc SCO var izmantot atkārtoti dažādās mācību pieredzēs, lai realizētu dažādus mācību mērķus. Satura apvienojumi veido satura struktūras karti, kas var tikt izmantota kā mācību resursu kopums, kas veido labi integrētu mācību vienību (piemēram, nodaļu, moduli). SCO vai aktīvi veido satura organizāciju, kas ir kokveida struktūra. Visi šie komponenti ir saistīti ar metadatiem. Par metadatu standartu SCORM izmanto IEEE mācību objekta modeli.

Jūras kara flotes satura modelis

Jūras kara flotes satura modelis (*Navy Content Object Model* (NCOM)) [Nav07] balstās uz SCORM satura modeli un precizē to, nodrošinot detalizētāku satura līmeņu definējumu. NCOM mācību objektu apvienojums ir vēl augstākā grupēšanas līmenī nekā SCORM satura modelī. NCOM ietver gala LO (*Terminal Learning Object* (TLO)) un iespējoto LO (*Enabling Learning Object* (ELO)). TLO ietver vienu vai vairākus ELO. TLO atbilst vienam galamērķim un ir saistīts ar SCORM darbību. TLO gala mērķis ir saistīts ar nodarbības apguvi. ELO sastāv no viena vai vairākiem aktīviem. ELO piemēri ir ilustrācijas un uzdevumi. Aktīvi ir vienkārši teksta vai medija elementi (piemēram, novērtējuma objekts, video vai citu datu elements). Gala mērķis ietver tēmas vai uzdevuma galveno mērķi, kas raksturo vispārējo mācību iznākumu. Iespējotais mērķis atbalsta gala mērķi un apraksta specifisku uzvedību vai vienkāršu darbību, kuru jāiemācās vai jāpaveic.

Jaunās ekonomikas didaktiskais modelis

Jaunās ekonomikas didaktiskais modelis (*New Economy Didactical Model* (NEDM)) tika izstrādāts Vācijā. NEDM satur sekojošos komponentus [LGH02]: informācijas objektu, mācību komponentus, mācību moduli, mācību vienību, kursu, mācību programmu, mācīšanās ceļu un secību.

Informācijas objekts ir NEDM modeļa pati mazākā vienība. Tam ir vienkārša loģiska struktūra, kas apkopo fiziskos medijus (attēlus, tekstus, video) didaktiski atbilstošās vienībās. Mācību komponents ir definēts kā mazākais mācību objekts, kas apvieno nelielu skaitu informācijas objektu, lai izveidotu vienu no šādām funkcijām: motivāciju, pamatzināšanas vai teoriju, uzdevumu, atsauces, papildmateriālu, neatbildētu jautājumu, problēmu un virtuālo laboratoriju. Mācību modulis ir definēts kā loģiska struktūra ar didaktisku mērķi. Mācību modulis sastāv no atsevišķiem mācību komponentiem. Mācību modulis ir saistīts ar Cisco RLO vai nodarbību. Mācību vienības apvieno mācību moduļus un mācību komponentus. Kurss apvieno mācību moduļus un mācību vienības un var būt daļa no mācību programmas. Mācību programma sastāv no kursiem un mācību vienībām saskaņā ar vienu vai vairākām

akadēmiskām specifiskajām. Mācīšanās ceļš ir struktūra, kas sastāv no mācību moduļiem un mācību vienībām, kas var būt noteiktas individuāli katram apmācāmajam. Secība tiek definēta, kā individuāls pētījuma rezultāts, iekļaujot dažādas digitālās bibliotēkas, lai paplašinātu personīgās zināšanas.

Semantiskais mācību modelis

Semantiskā mācību modeļa (*Semantic Learning Model* (SLM)) sastāvā ietilpst sekojoši komponenti [FMM+05]: aktīvi, pedagoģiskā informācija, pedagoģiskā būtība, pedagoģiskais konteksts, pedagoģiskais dokuments un mācību programma. Līdzīgi kā daudzos citos satura modeļos arī SLM aktīvi ir ar vismazāko detalizācijas pakāpi (piemēram: attēli, ilustrācijas, diagrammas, audio, video datnes, animācija, teksta fragmenti). Pedagoģiska informācija ir aktīvu grupa, kas izsaka vienu un to pašu nozīmi. Piemēram, attēls ir saistīts ar komentāru. Pedagoģiskā būtība ir pedagoģiskās informācijas komponents, kas saistīts ar pedagoģisko lomu. Pedagoģiskais konteksts tiek definēts kā semantiska struktūra (vai tīkls), kurā apvienotas pedagoģiskās būtības. Pedagoģiskais dokuments satur pedagoģisko kontekstu, kas saistīts ar priekšnosacījumiem. Mācību programmā ir sagrupēti vairāki pedagoģiskie dokumenti. Mācību programma tiek saukta arī par pedagoģisko shēmu.

No satura viedokļa SLM ir definēti četri agregācijas līmeņi. Pedagoģiskā būtība un pedagoģiskais dokuments veido vienotu pedagoģisko informācijas komponentu un vienotu pedagoģisko kontekstu. Pedagoģiskās lomas un priekšnosacījumi tiek pievienoti kā metadati.

Passauer zināšanu vadības sistēmas satura modelis

Passauer zināšanu vadības sistēma (*Passauer Knowledge Management System* (PaKMaS)) ir hipervides satura vadības sistēma, kas nodrošina mācību materiālu skolotājiem un studentiem, tā meklēšanu, rediģēšanu un novērtēšanu. Satura modelī ietilpst [SKF00]: medija objekts, satura modulis un strukturētais modulis. Medija objekts ir ar pašu mazāko detalizācijas pakāpi. Medija objekti ir teksts, audio, animācija un attēli. Satura modulis satur medija objektus. Satura modeļu veidi ir: motivācija, definīcijas, piezīmes, rindkopas, piemēri, uzdevumi un ilustrācijas. To saturs var būt strukturēts saraksts vai tabulas. Strukturētais modulis iekļauj satura moduļus dažādu mācību stratēģiju realizācijai.

Abstraktā mācīšanās objekta satura modelis

Darbā [VD04] ir aprakstīts LO vispārīgs modelis, kas ļauj vispārināt dažus populārākos LO standartus, tostarp LCM, SCORM un NETg. Šis LO modelis tiek izmantots abstraktu mācīšanās objektu satura modelī (*Abstract Learning Object Content Model*

(ALOCOM)). ALOCOM iekļauj trīs entītijas [VD04]: satura fragmentus, satura objektus un mācību objektus. Satura fragmenti ir visvienkāršākie mācību satura elementi, piemēram, teksts, audio un video. Satura objekti ir komplekti, kas apvieno satura fragmentus klāt vēl pievienojot navigāciju. Satura fragmenti ir gadījumi, un satura objekti ir to abstrakcijas veidi. Nākošajā līmenī ir mācību objekti, kas apvieno satura objektu eksemplārus, pievienojot mācību mērķus. LO tiek iedalīti divas daļās: viena mērķa LO un lielāka mērķa LO. Viena mērķa LO apraksta to, kas attiecas uz vienu mācību mērķi, piemēram jēdzienus, faktus, principus, procesus un procedūras. Lielāka mērķa LO apvieno vairākus viena mērķa LO, veidojot lielu mērķi, piemēram, nodaļas vai nodarbības.

Dinamiska mācību satura vadības sistēmas satura modelis

Dinamiska mācību satura vadības sistēmas satura modelis (*Dynamic Learning Content Management System* (dLCMS)) piedāvā vienkāršu un elastīgu komponentu modeli, kas izmanto modulāru tīmekļa bāzētu apmācības saturu un vienkāršu strukturētu iezīmēšanas shēmu satura sadalīšanai un attēlošanai [Sch05]. DLCMS risina problēmas, kas rodas veidojot kursa saturu, kas izmanto dažādas izcelsmes mācību objektus. DLCMS satura modelis sastāv no aktīviem, satura elementiem, un mācību vienībām [Sch05]. Aktīvi ir nedalāmi elementi, piemēram, attēli, video, animācija un simulācijas. Satura elementi ir definēti kā mazas un modulāras mācību satura daļas, piemēram, uzdevumi, eksperimenti, aptaujas un kopsavilkumi. Mācību vienības iekļauj sevī satura elementus.

Objektorientētais vispārējais mācību objektu modelis

Objektorientētais vispārējais mācību objektu modelis (*Object Oriented Generic Learning Object Model* (OOGLOM)) satur vienkāršus LO un saliktus LO (*composite LO* (CLO)) [AM10]. Saliktais mācību objekts var tikt attēlots kā mācību objektu koks, kur lapas ir vienkārši LO, kuros iekļauts faktiskais saturs. Balstoties uz šo pieņēmumu, visas darbības, kas tiek izsauktas saliktajam LO, rekursīvi tiek izsauktas arī visiem CLO iekļautajiem LO.

1.4.3. Satura modeļu salīdzināšana

Šajā apakšnodaļā tiek salīdzināti promocijas darbā apskatītie (skat. 1.4.2. nodaļa) AELS satura organizēšanas modeļi. CM iekļaujamo komponentu salīdzinājums tika veikts ar mērķi, lai identificētu promocijas darba ietvaros veidojamajai sistēmai piemērotāku CM. Salīdzinājuma rezultāti ir apkopoti tabulā (skat. 3. tabula).

CM komponentu salīdzinājuma tabula tika izveidota balstoties uz zinātnisko darbu [AM10], [Jes09], [Nav07], [FMM+05], [Sch05], [VD04], [LGH02], [Wag02], [SKF00],

[BLW99], [LAI97] satura modeļos iekļauto komponentu aprakstiem (skat. 1.4.2. nodaļa).

3. tabula. Satura modeļu komponentu salīdzinājums

Satura modeļi	Mācību objekta komponents		Vienkāršie mācību objekti	Saliktie mācību objekti		
	Satura fragments	Satura objekts	Vienkārša mērķa mācību objekti	Lielāka mērķa mācību objekti	Satura apvienojumi	
ALOCOM	Satura fragments	Satura objekts	Mācību objekts			
CISCO RLO/RIO	Satura elements		Atkārtoti izmantojams informācijas objekts	Atkārtoti izmantojams mācību objekts		
dLCMS	Aktīvs		Satura elements		Mācību vienība	
LCM	Satura aktīvs	Informācijas objekts	Mācību objekts	Mācību komponents vai kopumu apvienojumi	Kolekcijas	
NCOM	Aktīvs		Iespējamais mācību objekts	Gala mācību objekts	Mācību objektu apvienojums	
NEDM		Informācijas objekts	Mācību komponents	Mācību modulis	Mācību vienība	Kurss, programma
NETg			Tēma	Nodarbība	Bloks	Kurss
OOGLOM		Satura kopa	Vienkāršs mācību objekts	Salikts mācību objekts		
PaKMaS	Multivides objekts		Satura modulis	Strukturēts modulis		
SCORM CAM	Aktīvs		Koplietojuma satura objekti	Satura apvienojumi		
SLM	Aktīvs	Pedagoģiska informācija	Pedagoģiska būtība	Pedagoģiskais konteksts	Pedagoģiskais dokuments	Pedagoģiskā shēma

Tabulas pirmajā kolonnā norādīti satura modeļu nosaukumi. Otrajā kolonnā ir apkopoti mācību objektu veidojošie komponenti, tie ir satura fragmenti un satura objekti. Satura fragmenti ir vismazākie satura modeļu elementi. Satura objekti apvieno satura fragmentus. Trešajā kolonnā ir vienkāršie (nedalāmi) mācību objekti, kuros ietilpst vienkārša (viena) mērķa mācību objekti. Ceturtajā tabulas kolonnā ir norādīti saliktie mācību objekti, kuri tiek iegūti, apvienojot vienkāršos mācību objektus. Saliktie mācību objekti ir sadalīti divās daļās: lielāka mērķa mācību objektos un satura apvienojumos.

Analizējot 3. tabulas datus, promocijas darba autore nolēma LMPAELS izmantot NETg satura modeļa struktūru. Šis lēmums pamatojas uz to, ka NETg satura modeļa struktūra: (i) ir vienkārša un saprotama jebkuram skolotājam un apmācāmajam; (ii) ir līdzīga LMS Moodle, kas izmantota par pamatu eksperimentālajai sistēmai, kursa tēmu formātam; (iii) tās vienas tēmas struktūra (mērķis, aktivitāte, vērtējums) nodrošina tēmu veidojošo elementu sadalīšanu loģiskajās daļās; tēmas secīgu apguvi; vērtējuma ieguvu par katru tēmu un tēmas struktūras vienkāršu realizāciju. LMPAELS izstrādātais CM aprakstīts 2.4. nodaļā.

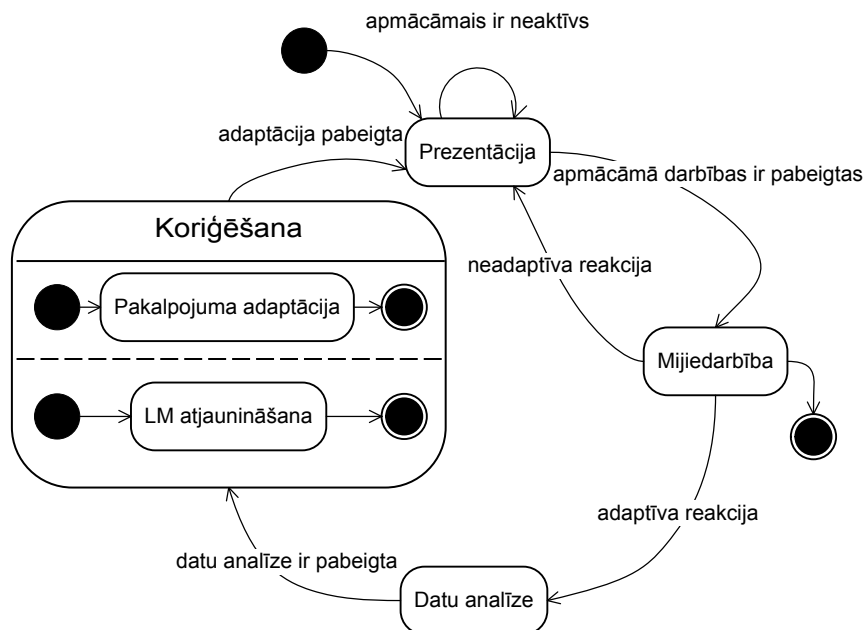
1.5. Adaptācijas modelis

Adaptīvā apmācības sistēmā viens no būtiskiem komponentiem ir adaptācijas modelis. Tas sasaista kopā apmācāmā modeli ar satura modeli. Adaptācijas modelī ir aprakstītas adaptācijas organizēšanai paredzētās metodes un noteikumi, kuri nosaka, atbilstoši kādiem apmācāmā datiem tiek veikta apmācības sistēmas adaptācija.

Šajā apakšnodaļā ir apskatīts adaptīvās apmācības sistēmas adaptācijas modeļa dzīves cikls, adaptācijai pakļautie elementi, adaptācijā izmantotie paņēmieni tīmekļa informāciju sistēmās un adaptācijas metodes e-studiju sistēmās.

1.5.1. Adaptācijas modeļa dzīves cikls

Apmācāmā un sistēmas mijiedarbības rezultātā, sistēma var atrasties dažādos stāvokļos. Neadaptīvām sistēmām izšķir divus šādus stāvokļus: prezentācijas un mijiedarbības stāvokļus. Adaptīvām sistēmām šādi stāvokļi ir četri [JP97]: prezentācija, mijiedarbība, analīze (lietotāja novērošana [Koc01]) un sintēze (koriģēšana [Koc01]). Balstoties uz darbu [JP97] un [Koc01] analīzi, tika izveidots adaptācijas modeļa dzīves cikls adaptīvai apmācības sistēmai. Šajā ciklā ir iekļauti sekojošie stāvokļi: prezentācijas stāvoklis, mijiedarbības stāvoklis, datu analīzes stāvoklis un koriģēšanas stāvoklis (skat. 1.4. attēls).



1.4. attēls. Adaptācijas modeļa dzīves cikls pēc [JP97] un [Koc00]

Sākoties apmācības procesam, adaptīva apmācības sistēma atrodas prezentācijas stāvoklī. Šajā stāvoklī sistēma piedāvā apmācāmajam prezentācijas elementus un informāciju, balstoties uz datiem par apmācāmo, kuri glabājas LM. Prezentācijas stāvoklī apmācāmais ir

neaktīvs. Sistēma paliek šādā stāvoklī līdz apmācāmais kļūst aktīvs pēc kā notiek pāreja uz mijiedarbības stāvokli. Apmācāmā un sistēmas mijiedarbības stāvoklī sistēma nolemj, kā reaģēt uz apmācāmā darbībām. Pastāv divas reakcijas: adaptīvā un neadaptīvā. Neadaptīvās reakcijas gadījumā sistēma atgriežas atpakaļ prezentācijas stāvoklī, bet adaptīvās reakcijas gadījumā, sistēma pāriet uz mijiedarbības rezultātā iegūto datu analīzes stāvokli. Pabeidzot datu analīzi, sistēma pāriet koriģēšanas stāvoklī, kurā notiek apmācāmā modeļa (LM) atjaunināšana un sistēmas piedāvātā pakalpojuma adaptācija atbilstoši jaunajiem datiem apmācāmā modelī. Koriģēšanas stāvokļa rezultātā sistēmas saskarne un mācību saturs tiek pielāgots atbilstoši jaunajām apmācāmā īpašībām un sistēma atgriežas prezentācijas stāvoklī.

Aprakstītajā adaptācijas modeļa dzīves ciklā, apmācāmā modelis tiek izmantots, lai, balstoties uz LM tekošajiem datiem, tiktu veikta satura, noformējuma un navigācijas elementu pielāgošana atbilstoši apmācāmā īpašībām un mērķiem.

1.5.2. Adaptācijas līmeņi

Tīmekļa informācijas sistēmā adaptācija var tikt organizēta trīs līmeņos [PM99], [BKK+05]: saturā, prezentācijā un navigācijā. Šos līmeņus var attiecināt arī uz AELS.

Adaptācija satura līmenī nozīmē, ka tiek piedāvāts risinājums, kāda veida saturs ir piemērotāks konkrētajam apmācāmajam, pirms šis saturs tiek parādīts [BCC07]. Adaptīvas apmācības sistēmas piedāvātais saturs tiek izmainīts atkarībā no apmācāmā īpašībām un paredzētā izmantošanas veida. Satura adaptācija ietver sevī gan teksta un multimediju elementu adaptāciju [BKK+05], gan satura papildināšanu ar paskaidrojumu palīdzību, gan satura kārtošānu. Piemēram, adaptīva satura gadījumā vienam un tam pašam saturam (piemēram, jēdzienam) eksistē dažādi teksta, attēlu, video un animācijas elementu veidi, no kuriem sistēma izvēlas tikai tos, kas atbilst konkrētā apmācāmā datiem, kas aprakstīti LM. Cits piemērs, apgūstot tēmu, iesācējam tiek piedāvāti papildus paskaidrojumi par apgūstamo vielu, bet apmācāmajam ar priekšzināšanām paskaidrojumi nav nepieciešami.

Adaptācija prezentācijas līmenī sniedz risinājumu, kā efektīvāk attēlot izvēlēto saturu konkrētajam apmācāmajam [BCC07]. Adaptīvās prezentācijas gadījumā apmācāmā uztveršanai paredzētie saskarnes elementi tiek attēloti dažādi, piemēram, izmantojot dažādus elementu izkārtojumus, krāsas, burtu lielumus, šriftu tipus, attēlu izmērus u.c.

Adaptīvās navigācijas gadījumā tiek mainīts navigācijas elementu izskats, skaits un izvietojums. Tiek piedāvāti dažādi navigācijas elementi atkarībā no apmācāmā īpašībām un mērķiem, dažādos gadījumos ar dažādu izvietojumos un atšķirīgu izskatu.

Adaptācija var būt organizēta arī apmācāmo mijiedarbības līmenī [Mod04]. Adaptīvās

mijiedarbības atbalsts tiek izmantots tīkla bāzētās apmācības sistēmās, lai veidotu apmācāmo sadarbību grupas, piemēram, izmantojot sistēmas zināšanas.

1.5.3. Adaptācijas paņēmieni tīmekļa informācijas sistēmās

Šajā apakšnodaļā ir aprakstīti svarīgākie satura, prezentācijas un navigācijas adaptācijas paņēmieni, kas tiek izmantoti tīmekļa informāciju sistēmās un kurus var pielietot arī adaptīvajās apmācības sistēmās. Izpētot zinātnisko literatūru par adaptācijas organizēšanas paņēmieniem, promocijas darba autore nonāca pie secinājuma, ka eksistē atšķirīgi viedokļi par adaptācijas paņēmienu realizācijām un jēdzienu skaidrojumiem. Šajā apakšnodaļā aprakstīti biežāk lietotie adaptācijas paņēmieni.

Satura adaptācijas paņēmieni

Šajā apakšnodaļā tiek aprakstīts, kādā veidā tiek panākta viena un tā paša apgūstamā satura dažādošana. Veicot zinātnisko darbu [BCC07], [BKK+05], [Koc01], [Bru96] analīzi, tika secināts, ka eksistē trīs iespējas satura adaptācijā: satura variantu izmantošana, paskaidrojumu izmantošana un satura fragmentu izmantošana.

Satura adaptācija, izmantojot satura variantu [Koc01] paņēmienu, tiek iegūta izvēloties apmācāmā īpašībām piemērotākos informācijas attēlošanas elementus, t.i. tekstu, attēlus, video, audio un animāciju. Piemēram, satura varianti tiek izmantoti adaptīvajās apmācības sistēmās, kurās adaptācija balstās uz apmācāmā mācīšanās stilu.

Satura adaptācijā tiek izmantoti dažāda veida paskaidrojumi. Paskaidrojumu organizēšanai biežāk izmantotie paņēmieni [Bru96] ir: papildus paskaidrojumi, priekšnosacījumu paskaidrojumi, salīdzinošie paskaidrojumi un paskaidrojumu varianti.

Papildus paskaidrojumi ir speciāli sagatavoti dažām apmācāmo kategorijām un netiek rādīti citām apmācāmo kategorijām. Papildus paskaidrojumu rādīšana/nerādīšana ir atkarīga no apmācāmo raksturojošiem datiem. Papildus paskaidrojumi var būt saistīti ar apmācāmā zināšanu līmeni. Piemēram, papildus paskaidrojumi ir noderīgi iesācējiem, taču apmācāmajiem ar labu zināšanu līmeni tie nav nepieciešami. Cits piemērs ir papildus paskaidrojumu izmantošana atkarībā no apmācāmā mācīšanās mērķa. Piemēram, sistēma var rādīt/nerādīt kādu daļu no informācijas, kas nav saistīta ar pašreizējo apmācāmā mērķi.

Priekšnosacījumu paskaidrojumi balstās uz saitēm starp jēdzieniem. Pirms pasniegt informāciju par jēdzienu, sistēma ievieto paskaidrojumus par visiem tiem jēdzieniem, kuriem ir jābūt apgūtiem pirms konkrēta jēdziena apgūšanas vai, kuri nav pietiekami apgūti.

Paskaidrojumu variantu gadījumā sistēma saglabā vairākus paskaidrojuma variantus dažādām satura daļām un apmācāmais saņem variantu, kas atbilst viņa datiem LM.

Salīdzinošie paskaidrojumi izmanto saites starp līdzīgiem jēdzieniem. Ja apgūstamais jēdziens ir līdzīgs agrāk apgūtajam jēdzienam, tad sistēma piedāvā salīdzinošo paskaidrojumu. Salīdzinoši paskaidrojumi ir efektīvi programmēšanas valodu apguvē.

Satura adaptācijas gadījumā, piedāvātais saturs bieži tiek sadalīts mazākās daļās jeb fragmentos. Šādu satura fragmentu izmantošana palielina satura adaptācijas iespējas. Adaptīvajās apmācības sistēmās satura adaptācijai var tikt pielietoti sekojoši [Koc01], [Bru96] fragmentu adaptācijas paņēmieni: nosacījuma fragmentu paņēmiens, paplašināmā teksta paņēmiens, fragmentu variantu paņēmiens un fragmentu kārtošana.

Nosacījuma fragmentu gadījumā, katrs satura fragments ir saistīts ar apmācāmā zināšanu līmeni, kas aprakstīts LM. Kad sistēma prezentē informāciju par jēdzienu, tā parāda tikai to fragmentu, kuram nosacījums ir patiess. Piemēram, ja apmācāmā zināšanu līmenis par jēdzienu ir pietiekami augsts, tad tiek paslēpta daļa satura, kurā ir nenozīmīgi paskaidrojumi. Vai otrādi, ja ar apgūstamo jēdzienu saistītais jēdziens ir jau zināms, tad ar salīdzinošā paskaidrojuma palīdzību tiek parādīta papildus informācija.

Paplašināmā teksta gadījumā sistēma nosaka, kurš satura fragments tiek rādīts (ir izvērsti) vai nerādīts (ir sakļauti) atbilstoši apmācāmā zināšanu līmenim. Piemēram, hipertekstā pēc nospiešanas uz saites ir pāreja uz citu lapu, bet šajā gadījumā tajā pašā vietā parādās papildus teksts. Saites teksts tiek aizstāts ar paplašināto tekstu. Šis paņēmiens ļauj gan apmācāmajam, gan sistēmai veikt satura adaptāciju [Koc01].

Fragmentu variantu gadījumā saturs tiek sadalīts fragmentos un katram fragmentam eksistē divi vai vairāki varianti. Tīmekļa informāciju sistēmā kā fragments var kalpot arī tīmekļa vietnes lapa, tādā gadījumā to sauc par lapu variantu paņēmienu [Bru96]. Katrs fragmenta vai lapas variants atbilst noteiktam lietotāju stereotipam.

Satura fragmentu kārtošanas gadījumā, pirmā tiek rādīta tā informācija, kas ir būtiskāka [Bru96].

Satura adaptācijas paņēmienus var kombinēt savā starpā. Piemēram, nosacījuma fragmentu paņēmienu var izmantot kopā ar satura variantu paņēmienu, papildus paskaidrojumiem, priekšnosacījumu paskaidrojumiem, salīdzinošiem paskaidrojumiem un paskaidrojumu variantiem. Paplašinātā teksta paņēmiens izmantojams kopā ar papildus paskaidrojumiem. Fragmentu variantu paņēmiens izmantojams kopā ar satura variantu paņēmienu un paskaidrojumu variantu paņēmienu.

Prezentācijas adaptācijas paņēmieni

Prezentācijas adaptācija nosaka izmaiņas satura prezentācijas līmenī. Prezentācijas

adaptācijas mērķis ir pielāgot prezentāciju atbilstoši apmācāmā priekšrocībām un vajadzībām. Adaptīva prezentācija ietekmē satura vizuālo izskatu, tā izkārtojumu un valodu, kurā saturs tiek piedāvāts. Prezentācijas dažādība tiek panākta [BKK+05,] izmantojot izkārtojuma variantu paņēmieni un vairāku valodu izmantošanas paņēmieni.

Vairāku valodu izmantošanas paņēmienā viens un tas pats saturs tiek piedāvāts atšķirīgās valodās. Šis paņēmienis nodrošina satura adaptāciju atbilstoši tai valodai, kurai apmācāmais dod priekšroku. Šis paņēmienis ir atkarīgs no konteksta [Koc01].

Izkārtojuma variantu gadījumā [BKK+05] tiek mainīts satura izkārtojums un izskats. Piemēram, izkārtojuma variantā tiek noteikta krāsa, šrifta izmērs, šrifta tips, attēlu maksimālais izmērs, satura fragmentu kārtošana u.tml.

Prezentācijas adaptācija ir cieši saistīta ar satura adaptāciju. Tā bieži notiek vienlaicīgi ar satura adaptāciju, tāpēc daudzi paņēmieni, kas tiek izmantoti satura adaptācijā tiek izmantoti arī prezentācijas adaptācijā. Izkārtojuma variantu un daudzvalodu paņēmieni var izmantot kopā ar nosacījuma fragmentu vai fragmentu variantu paņēmieni. Izkārtojuma variantu paņēmieni var izmantot arī ar stila vadlīniju paņēmieni [Koc01], kurā ir nodefinēti atšķirīgi stilu ceļveži dažādiem stilu izkārtojumiem.

Navigācijas adaptācijas paņēmieni

Navigācijas adaptācijas mērķis ir nodrošināt apmācāmo ar navigācijas ceļiem, kas palīdz sasniegt rezultātus, kas atbilst apmācāmā izvēlētajiem uzdevumiem un mērķiem. Navigācijas adaptācija iekļauj sevī gan navigācijas struktūras izmaiņas, gan navigācijas elementu izskatu. Navigācijas adaptācija var būt organizēta izmantojot kontekstuālās un nekontekstuālās saites [Bru96]. Papildus navigācijas atbalsts tiek panākts ar vietnes kartes, satura tabulas, indeksu un grāmatzīmju saraksta palīdzību.

Adaptīvā navigācijas var notikt divos līmeņos: darbību līmenī un navigācijas elementu (saišu) līmenī. Adaptācija navigācijas darbību līmenī nosaka, ar kādu darbību palīdzību tiek panākta adaptivitāte. Adaptācija navigācijas elementu līmenī nosaka, kādā veidā tiek adaptēti paši navigācijas elementi.

Adaptīvai navigācijai darbību līmenī biežāk tiek izmantoti sekojošie paņēmieni [Koc01]: globālā vadība, lokālā vadība, globālais orientēšanās atbalsts, lokālais orientēšanās atbalsts un personalizētu skatu ģenerēšana.

Navigācijas elementu globālās vadības mērķis ir palīdzēt apmācāmajam atrast īsāko ceļu līdz vajadzīgajai informācijai visā piedāvātajā saturā. Lokālās vadības gadījumā palīdzība tiek sniegta vienā navigācijas solī, lai atrastu "labāko" nākamo saiti.

Globālās orientēšanās paņēmiena mērķis ir atbalstīt apmācāmo viņa apgūstamo zināšanu struktūrā un norādīt viņa pozīciju tajā. Lokālās orientēšanās mērķis ir sniegt apmācāmajam priekšstatu, kādas navigācijas iespējas ir tekošajā pozīcijā un palīdzēt viņam orientēties izvēlētajā saišu navigācijā.

Personalizētu skatu ģenerēšanas paņēmienā tiek izmantota aģentu bāzētā pieeja. Paņēmiena būtība ir ģenerēt un atjaunināt personalizētos skatus. Aģenti ir atbildīgi par vajadzīgās navigācijas atrašanu, tādējādi atbalstot personalizētu skatu izveidošanu.

Adaptīvas navigācijas detalizētākā līmenī jeb navigācijas elementu līmenī biežāk izmantotie adaptācijas paņēmieni [ELB11], [PM99], [Kav99], [Bru96] ir sekojoši: saišu tiešā vadība, saišu kārtošana, saišu anotācija, saišu paslēpšana, saišu dzēšana, saišu ģenerēšana un satura kartes adaptācija.

Saišu tiešās vadības gadījumā [Bru96] navigācijai apmācāmajam tiek piedāvāta tikai viena iespēja (viena saite). Sistēma pati izvēlas "labāko" navigācijas variantu.

Saišu kārtošanas paņēmienā [Bru96] saites tiek sakārtotas noteiktā kārtībā. Piemēram, saites var tikt sakārtotas pēc to svarīguma vai atbilstoši apmācāmā zināšanu līmenim. Apmācāmā zināšanu līmenis tiek izsecināts no LM datiem. Tā kā apmācāmā zināšanas nepārtraukti mainās, tad, katru reizi atgriežoties tajā pašā satura daļā, navigācijas elementu kārtība var atšķirties. Tas var radīt neērtības apmācāmajam.

Saišu anotācijas paņēmienā saitēm tiek piešķirti atšķirīgi vizuālie izskati. Saitēm tiek pievienota "papildus pazīme" ar dažādu krāsu, simbolu un teksta palīdzību. Pēc navigācijas elementu izskata apmācāmais var atpazīt, kādam nolūkam navigācijas elements ir domāts. Piemēram, veidojot atšķirīgu saišu izskatu katram apmācāmā zināšanu līmenim (piemēram, saitēm pievienojot dažādu krāsu "bumbiņas"). Saišu anotācijas speciāls gadījums ir saites izcelšana (*highlighting*) [Koc01].

Saišu paslēpšanas gadījumā daļa saišu tiek paslēpta, parādot tikai būtiskākās saites, kas ir piemērotas apmācāmā pašreizējam zināšanu līmenim.

Saišu dzēšanas gadījumā neatbilstošās saites tiek nodzēstas. To vietā paliek tikai teksts, kas norādīja uz saiti.

Saišu ģenerēšanas [BKK+05] gadījumā reālajā laikā saitēm tiek piesaistīts jauns saturs (piemēram, teksts, attēli), balstoties uz datiem apmācāmā modelī.

Satura kartes grafiski attēlo visu saturu vai tā daļu kā mezglu tīklu, kurā mezgli ir savienoti ar saišu palīdzību [Bru96]. Satura kartes adaptācija nozīmē grafiski attēlotā satura mezglu tīkla pielāgošanu atbilstoši apmācāmā īpašībām un vajadzībām.

Navigācijas adaptācijas paņēmienus var kombinēt savā starpā. Saišu anotācijas un

saišu dzēšanas paņēmieni tiek izmantoti kopā ar lokālās vadības paņēmieni, globālās orientēšanās paņēmieni, lokālās orientēšanās paņēmieni un personalizēto skatu ģenerēšanas paņēmieni. Tiešās vadības un saišu kārtošanas paņēmieni var būt kombinēti ar globālo vadības paņēmieni, lokālās vadības paņēmieni un personalizēto skatu ģenerēšanas paņēmieni [Koc01]. Saišu kārtošanu var izmantot arī lokālās orientēšanās paņēmienā.

Promocijas darba ietvaros izstrādātajā LMPAELS tika izmantoti vairāki augstāk aprakstītie adaptācijas paņēmieni. Piemēram, satura adaptācijai tika izmantoti satura variantu, nosacījuma fragmentu un papildus paskaidrojumu paņēmieni. Satura prezentācijas adaptācijai tika izmantots izkārtojuma paņēmieni. Viena kursa ietvaros navigācijas adaptācijai tika izmantoti saišu lokālās vadības, saišu lokālās orientēšanās, saišu tiešās vadības un saišu paslēpšanas paņēmieni. Visas eksperimentālas sistēmas ietvaros tika izmantoti saišu globālās vadības un globālas orientēšanās paņēmieni. Detalizētāks LMPAELS adaptācijas paņēmieni izmantošanas apraksts ir pieejams 2.5.1. nodaļā pie adaptācijas scenārijiem.

1.5.4. Adaptācijas metodes e-studiju sistēmās

Promocijas darba ietvaros tika izpētīti eksistējošie risinājumi adaptācijas organizēšanai apmācības sistēmās, īpašu uzsvāru liekot uz apmācāmo grupu izmantošanu un mācību procesa vadīšanu. Pētījuma mērķis bija identificēt vēl neizpētītās problēmas šajās jomās.

Apmācāmo grupu izmantošana adaptācijas nodrošināšanai

Viens no biežāk izmantotajiem un ātrākiem adaptācijas veidiem ir sistēmas adaptācijas organizēšana, balstoties uz apmācāmo iedalījumu grupās pēc noteiktām pazīmēm, piemēram, pēc apmācāmo zināšanām vai viņu mācīšanās stila.

Daudzās AELS adaptācijai tiek izmantotas apmācāmā zināšanas [MTT13], [Bru96]. Šo zināšanu attēlošanai un aktualizēšanai tiek izmantoti tādi lietotāja modeļi [VN12b], [MFC+08], [DWC02] kā stereotipa modelis, pārklājuma modelis, kombināciju modelis, diferenciālais modelis, perturbāciju modelis, plāna modelis u.c. (skat. 1.3.4 nodaļa).

Piemēram, darbā [HL03] tiek izmantots apmācāmā stereotipa modelis, lai piedāvātu zināšanas, kuras tiek modelētas, izmantojot mācīšanās šablonus. Apmācāmie tiek iedalīti kategorijās: iesācēji, vidēja līmeņa un eksperta līmeņa lietotāji. Sistēma pielāgo viņu izvēles, balstoties uz kategoriju, kurai apmācāmie piesaistīti.

Darbā [Chi89] ir aprakstīts UNIX Konsultants, kurā tiek izmantots lietotāju modelēšanas komponents KNOME. Šis komponents balstās uz dubulto stereotipu sistēmu, kurā ir aprakstīta apmācāmā kompetence un informācijas grūtības pakāpe. Kompetences grupas ir sekojošas: jauniņais, iesācējs, vidējais līmenis un eksperts. Informācijas apguves

grūtības pakāpes ir sekojošas: vienkārša, vidēja un sarežģīta. Balstoties uz datiem par apmācāmajiem un viņu darbībām sistēmā, tiek aprakstītas attiecības starp apmācāmo stereotipiem un zināšanu grūtības pakāpes.

Apmācības sistēmas adaptivitātes nodrošināšanai plaši tiek izmantots apmācāmā mācīšanās stils. Darbā [CMH+04] ir apkopots 71 mācīšanās stilu modelis, no tiem 13 tika atzīti kā galvenie mācīšanās modeļi. Piecu mācīšanās stilu salīdzinājums sniegts darbā [HS07]. Tie ir sekojoši: D. Kolba (empīriskais modelis), A. Gregorka (*A. Gregorc*) (fenomenoloģiskais modelis), VARK (sensorais/uztveres modelis), Feldera-Silvermanes (apvieno empīrisko, fenomenoloģisko un sensoro modeļi), R. Dunning un K. Dunn (*Dunn and Dunn*) (apvieno elementus no iepriekš minētajiem modeļiem) modelis. [HS07] darbā ir aprakstīta populārāko mācīšanās stilu analīzes tabula, kurā ir redzami stilu kopējie elementi, parādot terminu atbilstību, un veikts teorētiskais stilu salīdzinājums.

Darba [MLT13] autori sagrupē apmācāmos pēc Feldera-Silvermanes (R. M. Felder, L. K. Silverman) mācīšanās stila un pēc V. Hermana (*W. Herrmann*) domāšanas stila modeļa. Feldera-Silvermanes mācīšanās stilā tiek izmantoti astoņi informācijas uztveres tipi: sensorais, intuitīvais, vizuālais, verbālais, aktīvais, reflektīvais, secīgais un vispārinātais. V. Hermana domāšanas stilā tiek izdalīti četri smadzeņu dominantes kvadranti: kvadrants A, kvadrants B, kvadrants C, kvadrants D. Pētījumā [Luk12] aprakstītajā intelektuālajā apmācības sistēmā apmācāmo grupēšana tiek izmantota apgūto zināšanu pārbaudei. Apmācāmie tiek grupēti pēc Feldera-Silvermanes diviem mācīšanās stiliem: secīgs un globāls. Apmācāmajiem ar secīgu mācīšanās stilu tiek doti uzdevumi ar tīkla struktūru, kas ļauj apmācāmajiem loģiski pa maziem posmiem pildīt veicamo uzdevumu. Apmācāmajiem ar globālu mācīšanās stilu tiek doti uzdevumi bez tīkla struktūras, kas ļauj apmācāmajam brīvi izvēlēties uzdevuma risinājumu. Citā pētījumā [DW04] ir aprakstīta tiešsaistes kursa piegāde izmantojot VARK mācīšanās stilu modeli. VARK stilu modelis apraksta vizuālo, audiālo, lasīšanas/rakstīšanas un kinestētisko informācijas uztveres veidu.

Apmācāmo klasifikācijai plaši tiek izmantotas datizraces metodes. Piemēram, lēmumu koku klasifikācijas algoritms C4.5 [RVG08] tiek izmantots, lai klasificētu studentus dažādās grupās ar vienādām atzīmēm. Cits piemērs [BP11], pamatojoties uz informāciju par skolēnu apmeklējumu, testu un semināru vērtējumiem, ar lēmumu koka palīdzību tiek novērtētas apmācāmo sekmes, lai varētu prognozēt apmācāmo sniegunus semestra beigās ar nolūku noteikt, kuram apmācāmajam jāvelta īpaša uzmanība.

Darbā [CCM07], izmantojot dinamisko Baijesa tīklu (*Dynamic Bayesian Network*) ir aprakstīts lēmumu pieņemšanas modelis, kas nosaka atbilstību starp Feldera-Silvermanes

mācīšanās stilu un mācību resursu, lai izņemtu, vai attiecīgais resurss apmācāmajam ir aktuāls vai nē. Stilu noteikšanai, apmācāmajiem ir iespēja pildīt testu. Ja tests netiek pildīts, tad mācīšanās stils tiek iegūts analizējot, kādus mācību resursus apmācāmais izmanto un kādam mācīšanās stilam tie atbilst lēmumu pieņemšanas modeli.

Darba [CKC+09] autori piedāvā mehānismu apmācāmo klasifikācijai, kas balstās uz k -tuvāko kaimiņu (*k-nearest neighbor*) algoritmu un ģenētisko (*genetic*) algoritmu. Grupu klasifikācijai darba autori izmanto datus par pamatskolas skolēniem, nosakot skolēnu mācīšanās stilus. Skolēni tiek iedalīti trīs grupās: lēnais tips (skolēni, kuri visilgāk pārlūko mācību vienības), pārejas tips (skolēni, kuri pavada vismazāk laika pārlūkošanai) un pastāvīgs tips (pārējie skolēni).

Pētījuma par apmācāmo grupu izmantošanu adaptācijas nodrošināšanai rezultātā tika secināts, ka apmācāmo grupas bieži balstās uz vienu vai labākajā gadījumā uz dažām apmācāmo pazīmēm (īpašībām) un izveidotās apmācāmo grupas darbojas visā e-studiju sistēmā. Promocijas darba ietvaros tika izveidota apmācāmo grupu veidošanas metode, kura izmanto dažāda skaita pazīmes no LM. Izstrādātā apmācāmo grupu veidošanas metode ir aprakstīta 2.5.1. nodaļā.

Mācību procesa vadīšanas metodes

Promocijas darba ietvaros tika izpētītas mācību procesa organizēšanas un vadīšanas dažādas pieejas, t.i., kādā veidā tiek organizētas attiecības starp satura elementiem un satura elementu secības vadīšanu, lai panāktu apmācāmā vajadzībām virzītu mācību procesu. Piemēram, darbos [JHP12], [EAB+12], [MB08] attiecību starp mācību satura vienībām aprakstīšanai tiek izmantotas hierarhiskas struktūras. Taču, to veidošana un uzturēšana prasa daudz laika un sistēmas resursu. Zemāk minētajos darbos, secību organizēšanai tiek izmantoti noteikumi, kas apraksta labākas apmācības stratēģijas iegūšanu, atkarībā no apmācāmā darbībām un rezultātiem.

Darbā [MB08] ir aprakstīta tīmekļa pakalpojumu bāzēta mācīšanās infrastruktūra, kas izmanto SCORM satura modeli. Mācību objekti tiek organizēti koka struktūras veidā un ir sakārtoti atbilstoši apmācāmā darbībām un atbildēm uz jautājumiem un uzdevumiem. Mācību klasteris satur teksta lapu ar mācību saturu, uzdevumu un jautājumiem. Klasteru koka modelēšana notiek ar Petri tīkla palīdzību. Piedāvātajā sistēmā mācību process notiek sekojoši. Sākumā apmācāmais saņem ievadu apgūstamajā vielā un tikai vēlāk jau pašu mācību saturu. Pēc tā apgūšanas sistēma piedāvā uzdevumu. Atkarībā no uzdevuma rezultātiem, apmācāmajam tiek izveidoti tieši viņam paredzēti jautājumi. Šīs pedagoģiskās stratēģijas

mērķis ir novērtēt apmācāmā līmeni un viņa izpratni par apgūto satura daļu.

Darbā [JHP12] ir piedāvātas personalizācijas iespējas e-studijās un virtuālajās klasēs. Metodes būtība ir mācību objektu prezentēšana atbilstoši apmācāmā kognitīvajam stilam. Mācību objekti tiek sakārtoti hierarhiskā veidā. To piegādes secīgumu nodrošina *IMS Simple Sequencing* specifikācija [Bai05]. Nosacījumu aprakstīšanai tiek izmantots Petri tīkls, kas tiek pielietots sistēmas reakcijas veidošanai, reaģējot uz mācību procesa rezultātiem.

Darba [BV03] autori apraksta dinamiska kursa ģenerēšanas sistēmu (DCG) un konceptu bāzētu kursu uzturēšanas sistēmu. Šī sistēma pārbauda kursa konsistenci un kvalitāti katrā tā dzīves momentā. DCG sastāv no satura sagatavošanas un adaptīvā kursa automātiskās ģenerēšanas komponenta. Satura sagatavošanas komponents atbild par mācību metožu, uzdevumu, jēdzienu un mācību materiālu struktūras definēšanu. Adaptīvā kursa automātiskās ģenerēšanas komponents ļauj automātiski ģenerēt individuālu kursu atbilstoši apmācāmā mērķiem un iepriekšējām zināšanām, kā arī dinamiski adaptēt kursu atbilstoši apmācāmā iegūtajām zināšanām.

Darbā [HS12] tiek aprakstīta lietotāju orientēta adaptīva sistēma, kurā tiek veidotas mācību materiālu secīguma shēmas, balstoties uz lietotāju kolektīvo intelektu un kolektīvās balsošanas pieeju. Kolektīvās balsošanas pieeja ļauj apmācāmajiem kopā risināt mācību satura apgūvē radušās grūtības. Sistēma izmanto secīgus noteikumus, lai personalizētu uz apmācāmo orientētus mācīšanās ceļus. Ar jautājuma atbildes teorijas [HS12] palīdzību tiek izvērtētas audzēkņu spējas un tiek ieteikts viņiem vispiemērotākais mācību saturs.

Darbā [EAB+12] secības modelēšanai izmanto pedagoģisko grafu *SMARTGraph*. Grafa mezgli ir mācību vienības un šķautnes ir pedagoģiskie ierobežojumi starp vienībām. Secību grafa veidošanai tiek izmantota valoda XLink (*XML Linking*).

Darba [GLS15] autori apraksta mācību procesa automatizēšanu, balstoties uz semantiskās analīzes tehnikām, mācību resursu ieguvei izmantojot tiešsaistes krātuves. Darbā tiek analizēti četri datorzinātņu kursi, kuru saturs un attiecības starp mācību objektiem tiek izveidoti, izmantojot Wikipedia krātuvi. Semantiskās analīzes metodes nosaka attiecīgus Wikipedia jēdzienus, kas minēti katrā mācību objektā.

Darba [RG16] autori apraksta personalizētu mācīšanās plānošanas ietvaru, kurā ar četriem saistītiem grafiem tiek aprakstīta studiju programmas struktūra (grafs G1), studiju kursa struktūra (G2), kursa tēmu konceptu karte (G3) un mācību objekts (G4). Mācīšanās plāna izveide notiek sekojoši. Sākumā apmācāmajam jāizveido individuāls studiju plāns, kurā tiek iekļauti izvēlētie kursi no G1. Katra studiju kursa struktūra tiek apraksta ar grafa G2 palīdzību, kurā apmācāmais izvēlas kursā apgūstamo tēmu. Zemākajā līmenī, grafā G3 notiek

tēmā apgūstamā jēdziena izvēle. Grafā G4 tiek izvēlēts apgūstamais mācību objekts. Ar grafu palīdzību tiek vizualizēts individuāli izveidotais mācīšanās plāns un pats mācīšanās process.

Pētījumā par mācību satura organizēšanu adaptīvajās sistēmās tika secināts: (i) satura elementu secības organizēšanai tiek izmantoti apmācāmā tekošā mācību procesa dati, bet netiek izmantota iepriekšējo apmācāmo pieredze; (ii) pārsvarā gadījumu mācību viela tiek sadalīta mazās satura vienībās, kas prasa kursa autoram lielus laika resursus; (iii) satura elementu savstarpējo attiecību glabāšanai tiek izmantotas hierarhiskās struktūras, kuras izmanto lielus datorresursus. Minētās problēmas tika ņemtas vērā, izstrādājot ieteicamās tēmu secības izveides metodi, kas aprakstīta 2.5.2. nodaļā.

1.6. Nodaļas kopsavilkums

Personalizācijas būtība ir spēja pielāgoties lietotāja vajadzībām. Sistēmu personalizācija var tikt panākta ar pielāgošanu vai adaptēšanu, vai kombinējot abas pieejas kopā. Sistēmas pielāgošanas gadījumā, apmācāmais pats norāda, kādā veidā sistēmai jāpielāgojas. Adaptīvās sistēmas gadījumā pati sistēma izlemj, kādā veidā notiek personalizācija un nodrošina tās dinamisku adaptāciju.

Adaptīvo sistēmu klāsts ir plašs un šajā jomā tiek veikts daudz pētījumu. Atkarībā no adaptīvās sistēmas veida, tajā iekļaujamo modeļu nosaukumi atšķiras, taču to būtība un uzdevumi ir līdzīgi. Adaptīvās e-studiju sistēmas pamatā ir trīs komponenti: apmācāmā modelis (LM); satura modelis (CM) un adaptācijas modelis (AM).

Viens no svarīgākajiem adaptīvās apmācības sistēmas komponentiem ir apmācāmā modelis. LM esošie dati apraksta sistēmas apmācāmo kā reālās pasaules indivīdu. Jo vairāk kvalitatīvu datu sistēma spēj savākt, jo precīzāks indivīda apraksts tiek iegūts. Kā apmācāmā datu ieguves avoti var kalpot: (a) sistēmas lietotāja profils; (b) aptaujas un testa rezultāti; (c) apmācāmā individuālās izvēles; (d) notikumu reģistrācijas žurnāls; (e) sistēmā eksistējošā lietotāju grupa, kurai pieder apmācāmais un (f) ārējā sistēma.

Adaptīvajā sistēmā ir svarīgi, lai katrā laika brīdī LM dati veidotu precīzu apmācāmā attēlojumu. LM dati pēc to vērtības maiņas tiek iedalīti datos, kuru vērtības mainās un datos, kuru vērtības nemainās. LM datu iedalījums pēc vērtību maiņas ir nepilnīgs, jo neatspoguļo LM datu dzīves ilgumu. LM datiem ir jābūt piesaistītiem laika dimensijai, t.i., cik ilgi dati ir aktuāli sistēmā un jānodrošina dinamiska LM datu aktualizācija.

Dažādu vecumu apmācāmajiem ir atšķirīgas mācīšanās īpatnības. Pieaugušā kā apmācāmā īpatnības iespējams izmantot, lai aprakstītu LM mūžizglītības kontekstā. Pieaugušajam piemīt spēja organizēt savu mācību procesu un uzņemties atbildību par to. Šo

īpašību var izmantot, ļaujot apmācāmajam pašam vadīt savu mācību procesu. Pieaugušo uzkrātā dzīves pieredze var tikt izmantota LM starta datu (*cold-start problem*) problēmas risināšanai personalizētajā adaptīvajā sistēmā.

LM veidošana notiek trīs posmos: (i) inicializācija; (ii) atjaunināšana; (iii) jaunu datu iegūšana. LM konstruēšanai biežāk tiek izmantotas sekojošās tehnikas: stereotipu modelis, pārklājumu modelis, kombināciju modelis, diferenciālais modelis un perturbāciju modelis.

Adaptīvajā apmācības sistēmā satura modelis apraksta sistēmas piedāvāto saturu un tā loģisko struktūru. Saturu veido resursi, kas tiek izmantoti mācību vielas apgūšanā. Satura struktūra parāda attiecības starp dažāda veida un izmēra piedāvātajām informācijas vienībām un kādā veidā tās tiek glabātas. No satura modeļa organizācijas lielā mērā ir atkarīga sistēmas adaptācijas spēja. Jo detalizētāka ir satura modeļa struktūra, jo vairāk dažādu satura adaptācijas veidu var izmantot. No otras puses, šāda struktūra apgrūtina kursa veidošanas procesu. Adaptīvās apmācības sistēmas satura modeļa struktūrai (i) ir jābūt saprotamai kursa veidotājam, skolotājam un apmācāmajam; (ii) vienai tēmai jābūt sadalītai tādās loģiskajās daļās, kuras spēj nodrošināt tēmas secīgu un kvalitatīvu apguvi.

Adaptācijas modelis sasaista LM ar CM. AM nodrošina sistēmas adaptivitāti, pielāgojot apgūstamo mācību saturu atbilstoši datiem par apmācāmo, kas aprakstīti apmācāmā modelī. AM ir aprakstītas adaptācijas organizēšanai paredzētās metodes un noteikumi, kuri nosaka, atbilstoši kādiem apmācāmā datiem tiek veikta apmācības sistēmas adaptācija.

Apmācības sistēmās adaptācija tiek organizēta trīs līmeņos: saturā, prezentācijā (attēlošanā) un navigācijā. Adaptācijas realizācijai katrā no šiem līmeņiem eksistē daudz adaptācijas paņēmieni. Piemēram, satura adaptācijai var tikt izmantoti nosacījuma fragmentu, fragmentu variantu, paplašinātā teksta, satura variantu un dažādi paskaidrojumu paņēmieni. Satura prezentācijas adaptācijai var tikt izmantoti izkārtojuma un vairāku valodu paņēmieni. Navigācijas adaptācijai var izmantot saišu lokālās vadības, saišu lokālās orientēšanās, saišu tiešās vadības, saišu paslēpšanas, saišu ģenerēšanas, saišu globālās vadības un citi paņēmieni.

Daudzās AELS adaptācija tiek organizēta ar apmācāmo grupu palīdzību. Tā ir viena no ātrākajām adaptācijas realizācijas iespējām. Taču apmācāmo grupas tiek veidotas balstoties uz vienu vai, labākajā gadījumā, uz dažām apmācāmā īpašībām un darbojas visā apmācības sistēmā. Lai palielinātu sistēmas adaptācijas iespējas, var izveidot apmācāmo grupas, kas no LM izmanto daudzas apmācāmā īpašības un darbojas tikai viena kursa ietvaros.

AELS mācību procesa vadīšanai (i) tiek izmantoti apmācāmā tekošā mācību procesa dati, bet netiek izmantota iepriekšējo apmācāmo pieredze; (ii) mācību viela tiek sadalīta mazās satura vienībās, kuru izstrāde prasa lielus laika resursus; (iii) attiecību starp satura

elementiem glabāšanai tiek izmantotas sarežģītas struktūras (hierarhiskās struktūras), kuru izmantošanai ir vajadzīgas zināšanas un lieli datorresursi.

Izvērtējot esošo situāciju apmācāmā modeļu un adaptācijas metožu izmantošanā adaptīvajās e-studiju sistēmās, tika konstatētas sekojošas galvenās problēmas: (i) apmācāmā modeļa datu iedalījums pēc datu dzīves ilguma jeb vērtību patiesuma sistēmā ir nepilnīgs; (ii) uzsākot apmācības procesu, sistēmai pietrūkst datu par apmācāmo adaptācijas nodrošināšanai; (iii) adaptācijas organizēšanai izmantotās apmācāmo grupas tiek veidotas, balstoties tikai uz dažām pazīmēm, tāpēc sistēma nav spējīga piedāvāt daudzveidīgus adaptācijas scenārijus; (iv) organizējot adaptāciju, netiek ņemta vērā kursu specifika un to veidi (teorētiskais kurss vai praktiskais kurss); (v) adaptīvajā apmācības sistēmā izveidotās apmācāmo grupas darbojas uzreiz visos apmācības sistēmasursos, neļaujot veidot dažādus adaptācijas scenārijus dažādiem kursiem; (vi) mācību procesa vadīšanā tiek izmantoti tikai tekošā mācību procesa dati, bet netiek izmantota iepriekšējo apmācāmo, kas jau pabeiguši kursu, gūtā pieredze.

Minētās problēmas tika ņemtas vērā, izstrādājot uz apmācāmā modeli balstītu personalizētu adaptīvu e-studiju sistēmu LMPAELS.

2. Adaptīvas e-studiju sistēmas LMPAELS apraksts

2.1. Nodaļas nolūks

Šajā nodaļā ir sniegts promocijas darbā izstrādātās uz apmācāmā modeli balstītas personalizētas adaptīvas e-studiju sistēmas (*Learner Model based Personalized Adaptive e-Learning System (LMPAELS)*) apraksts. LMPAELS pamatā ir trīs modeļi: apmācāmā modelis, satura modelis un adaptācijas modelis. Apmācāmā modelis balstās uz pieaugušā kā apmācāmā raksturojošo datu dzīves ciklu. Satura modelis balstās uz mācību objektu un daudzveidīgu mācību resursu formātu izmantošanu. Adaptācijas modeļa pamatā ir trīs metodes: apmācāmo grupu veidošanas metode, kursa ieteicamās tēmu secības izveides metode un kursa tēmu secības organizēšanas metode. Apmācāmā modelim datu kategoriju izvēle pamatojas uz rakstā [VN12b] publicētajiem rezultātiem. Apmācāmā modeļa datu dzīves cikls publicēts darbā [Vag13]. Apmācāmā modeļa struktūra publicēta rakstā [VN14a]. Datu ieguve apmācāmā modelim aprakstīta darbos [VN11], [VN12a] un [VN14b]. Apmācāmā modeļa starta datu problēmas risinājums publicēts darbā [Vag13]. LMPAELS satura modeļa apraksts publicēts darbā [VN14a]. Apmācāmo grupu veidošanas metode un izveidotajām grupām piedāvātie adaptācijas scenāriji publicēti darbā [VN14a]. Apmācāmo grupas identifikatora meklēšanas algoritms ir publicēts rakstā [VN14b]. Kursa ieteicamās tēmu secības izveides metode ir publicēta rakstā [VN16a]. Kursu tēmu secības organizēšanas metode ir publicēta darbā [VN16b].

2.2. LMPAELS arhitektūra

Balstoties uz literatūras pārskata par adaptīvajām apmācības sistēmām rezultātiem un izdarītajiem secinājumiem (skat. 1.6. nodaļa), tika izstrādāta uz apmācāmā modeli balstīta personalizēta adaptīva sistēma, kuras pamatā ir trīs modeļi: apmācāmā modelis (*Learner Model (LM)*), satura modelis (*Content Model (CM)*) un adaptācijas modelis (*Adaptation Model (AM)*) (skat. 2.1. attēls).

Izstrādātā sistēma tika aprakstīta ar modeļu palīdzību [Har15]. *Modelis* ir vienkāršots reālās pasaules attēlojums, kurā ietilpst tikai tie mainīgie, kas attiecas uz problēmu¹². Vienam un tam pašam reālās pasaules attēlojumam var eksistēt dažādi modeļu veidi. Pēc modeļu attēlošanas veida modeļus iedala (i) morfoloģiskās struktūras modeļos [OGM12] jeb konceptuālajos modeļos (tiek aprakstīta struktūra) un (ii) uzvedības jeb funkcionālajos

¹² <https://www.britannica.com/search?query=model>

modeļos (tiek aprakstīti notiekošie procesi) [Har15].

Promocijas darbā apmācāmā un satura modeļi tika aprakstīti kā konceptuālie modeļi, kuros pamatjēdzienu un saišu attēlošanai tika izmantotas UML klašu diagrammas¹³. Adaptācijas modeļa aprakstīšanai tika izmantots funkcionālais modelis, kura attēlošanai tika izmantotas UML aktivitāšu diagrammas.

Promocijas darba ietvaros tika izveidots uz datu dzīves ilgumu balstīts apmācāmā modelis, kas apraksta pieaugušo apmācāmo un izmantojams mūžizglītības kontekstā. LM izstrāde tika balstīta uz secinājumiem par adaptīvajās apmācības sistēmās izmantotajiem LM (skat. 1.3. nodaļa). LMPAELS LM struktūra tika veidota, ņemot vērā: (a) jaunākās tendences LM uzbūvē (skat. 1.3.2. nodaļa); (b) biežāk izmantoto apmācāmo raksturojošo datu analīzes rezultātus; (c) datu dzīves ilgumu jeb datu aktualitāti modelī; (d) pieaugušā kā apmācāmā mācīšanās īpatnības (skat. 1.3.1. nodaļa).

Eksistējošajos apmācāmā modeļos izmantoto datu izpētes un analīzes rezultātā (skat. 2.3.1. nodaļa), LMPAELS apmācāmo raksturojošie dati tika iedalīti astoņās datu kategorijās (skat. 2.1. attēls): personīgie dati, personības dati, pedagoģiskie dati, iestatījumu dati, ierīces dati, sistēmas lietošanas pieredze, zināšanas uz tekošo momentu un apmācāmā darbību vēsture. Datu ieguve LM tiek nodrošināta ar apmācāmā datu ieguves moduli. Tiek nodrošināti promocijas darbā 1.3.3 nodaļā aprakstītie datu ieguves veidi. Apmācāmā dati tiek glabāti apmācāmā modeļa datu krātuvē. Datu saglabāšanu, izvadišanu un apstrādi nodrošina apmācāmā datu vadības modulis.

Detalizētāks LMPAELS apmācāmā modeļa apraksts sekos 2.3. nodaļā.

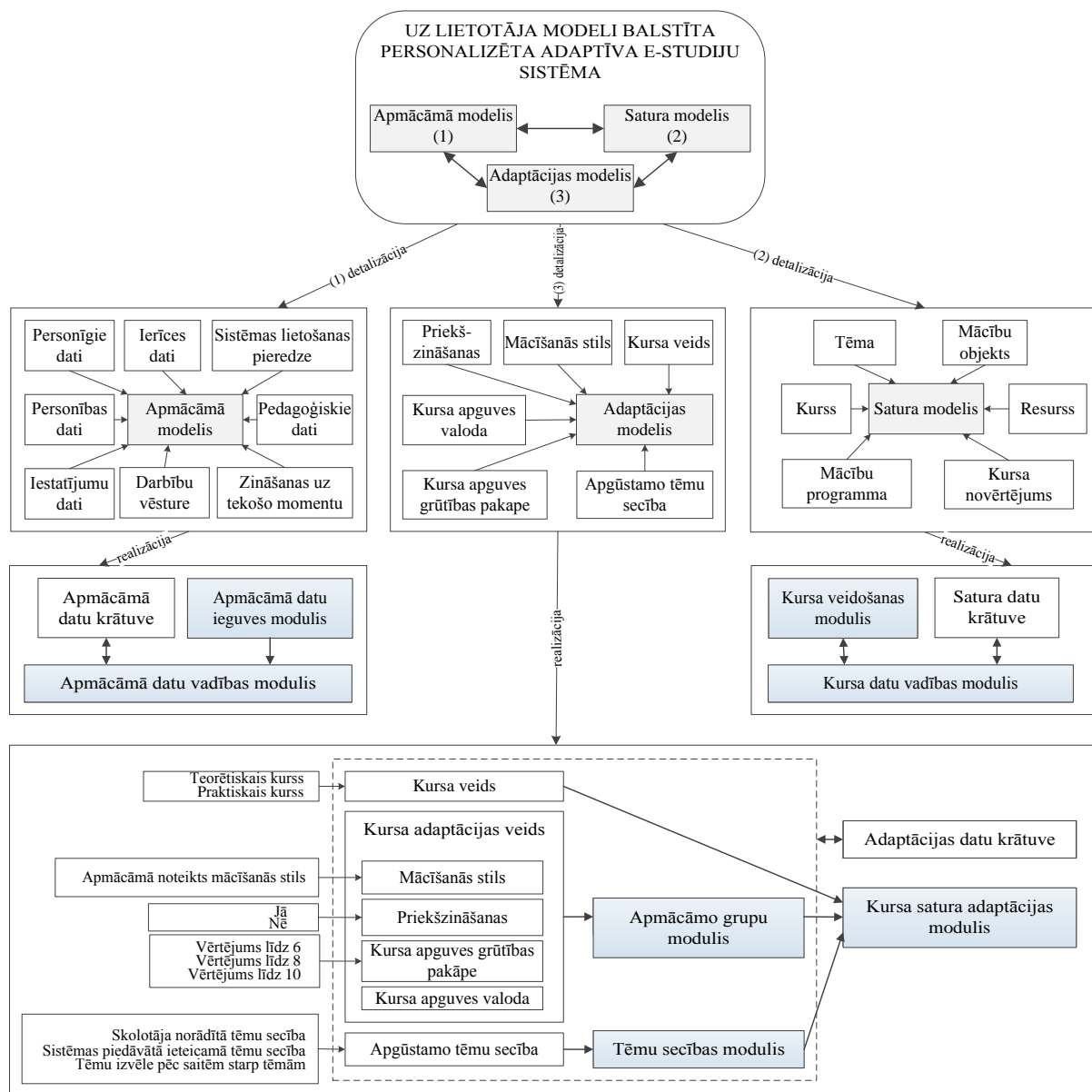
Balstoties uz jaunākajām satura modeļu veidošanas tendencēm (skat. 1.4.2. nodaļa), tika izveidots LMPAELS satura modelis, kas izmanto mācību objektus un daudzveidīgus resursu formātus. Pamatojoties uz adaptīvajās apmācības sistēmās eksistējošo satura modeļu analīzes rezultātiem (skat. 1.4.3. nodaļa), LMPAELS CM struktūrai par pamatu tika paņemts NETg satura modelis, jo tam piemīt vairākas priekšrocības: (i) modeļa struktūra ir vienkārša un viegli saprotama skolotājam un apmācāmajam; (ii) šajā CM kurss ir sadalīts pa tēmām, līdzīgi kā eksperimentālai sistēmai par pamatu paņemtajā LMS Moodle; (iii) viena tēma sastāv no trim loģiskām daļām (mērķis, aktivitāte, vērtējums), kuru izmantošana sekmē tēmas secīgu apguvi un tēmas vērtējuma ieguvī; (iv) šāda tēmas struktūra ir vienkārši realizējama.

LMPAELS CM apraksta mācību kursa struktūru un attiecības starp sekojošām mācību vienībām: mācību kurss, tēma, mācību objekts un resurss (skat. 2.1. attēls). Kurša struktūras

¹³ http://syseng.omg.org/SE_Conceptual%20Model/SE_Conceptual_Model.htm

veidošanu nodrošina kursa veidošanas modulis. Satura modeļa dati glabājas satura datu krātuvē. Datu saglabāšanu, izvadīšanu un apstrādi nodrošina kursa datu vadības modulis.

Detalizētāks LMPAELS satura modeļa apraksts sekos 2.4. nodaļā.



2.1. attēls LMPAELS arhitektūras detalizācija

LMPAELS adaptācijas modelis apraksta sistēmā realizētos adaptācijas veidus un adaptācijā izmantotās metodes. Sistēmā izmantotos adaptācijas veidus var iedalīt trīs grupās: (i) kursa struktūras pielāgošana; (ii) kursa satura (tajā skaitā arī satura prezentācijas un navigācijas) adaptācija un (iii) kursa tēmu apguves secības variantu izmantošana.

Sistēmā ir paredzēta kursa struktūras pielāgošana atkarībā no kursa veida izvēles. Darbojoties pedagoģijas jomā, promocijas darba autore secināja, ka teorētiskajiem un praktiskajiem kursiem ir jābūt atšķirīgām kursu struktūrām, tāpēc LMPAELS tika realizēti

divi mācību kursu veidi: teorētiskais kurss un praktiskais kurss (skat. 2.1. attēls).

LMPAELS kursa satura adaptācija pamatojas uz: (a) apmācāmā mācīšanas stilu; (b) kursa priekšzināšanām un (c) kursa apguves grūtības pakāpi.

Satura adaptācijai tiek izmantoti sekojošie apmācāmā mācīšanās stili: vizuālais, audiālais, lasīšanas/rakstīšanas un kinestētiskais mācīšanās stils. Kurša priekšzināšanas nosaka to, vai saturā tiek rādīti papildus paskaidrojumi vai nē. Kurša apguves grūtības pakāpe nosaka kursā piedāvāto uzdevumu grūtības pakāpi.

Adaptācijas nodrošināšanai tika nolemts izmantot kursa apguves grūtības pakāpes, jo savā pedagoģiskajā darbā promocijas darba autorei ir bijuši vairāki gadījumi, kad apmācāmie vēlējās iegūt minimālo sekmīgo atzīmi kursā vai pretēji, kad apmācāmie izrādīja vēlmi saņemt pēc iespējas augstāku atzīmi. Pamatojoties uz apmācāmo vēlmēm un Latvijas izglītības sistēmā pieņemto vērtēšanas sistēmu, tika nolemts kursa apguvei izmantot trīs kursa apguves grūtības pakāpes: (i) zemākā kursa apguves pakāpe - līdz atzīmei 6 (ieskaitot), (ii) vidējā pakāpe – līdz atzīmei 8 (ieskaitot) un (iii) augstākā - līdz atzīmei 10 (ieskaitot). Kurša apguves grūtības pakāpes tiek izmantotas arī citās AELS [Chi89].

Balstoties uz AELS izmantoto adaptācijas metožu (skat. 1.5.4. nodaļa) analīzes rezultātiem, promocijas darbā tika nolemts apmācāmos klasificēt grupās. Apmācāmo grupu izmantošana nodrošina sistēmas ātras adaptīvas reakcijas iegūšanu, jo tiek izmantoti adaptācijas scenāriji, kas tiek izveidoti katrai apmācāmo grupai. Ar apmācāmo grupu moduļa palīdzību, kursā tiek izveidotas apmācāmo grupas un, balstoties uz datiem par apmācāmajiem, tiek organizēta apmācāmo iekļaušana grupās atbilstoši kursā eksistējošajai apmācāmo klasifikācijai.

Kurša tēmu apguve var notikt: (i) pēc skolotāja norādītās tēmu secības; (ii) pēc ieteicamās tēmu secības, kas iegūta analizējot iepriekšējo apmācāmo mācību rezultātus; (iii) pēc apmācāmā tēmu izvēles, kur tēmu izvēle balstās uz saitēm starp tēmām.

Ieteicamās tēmu secības iegūšanu un kurša tēmu izvēli nodrošina tēmu secības modulis. Kurša aizpildīšana ar saturu notiek ar kursa satura adaptācijas moduļa palīdzību. Adaptācijas modeļa dati glabājas adaptācijas datu krātuvē.

Detalizētāks LMPAELS adaptācijas modeļa apraksts sekos 2.5. nodaļā.

2.3. Apmācāmā modelis

Pēc AELS izmantoto apmācāmo modeļu izpētes (skat. 1.3. nodaļa) tika nolemts veidot apmācāmā modeli, kas balstās uz apmācāmā datu dzīves ilgumu un apraksta pieaugušo kā apmācāmo. Izveidoto apmācāmo modeli paredzēts izmantot mūžizglītības kontekstā.

2.3.1. Datu kategoriju izvēle apmācāmā modelim

Promocijas darba ietvaros tika veikta adaptīvajās apmācības sistēmās izmantoto LM detalizēta izpēte, ar mērķi atlasīt biežāk sastopamos apmācāmo raksturojošos datus, kurus varētu izmantot promocijas darba ietvaros veidotajā apmācāmā modelī un veikt atlasīto datu grupēšanu kategorijās. Analīzei tika izmantoti raksti par LM gan ar vislielāko citējamību, gan jaunākie pārskata raksti, kā arī raksti ar realizētajiem adaptīvo apmācības sistēmu piemēriem. Tika analizēti sekojošie astoņi zinātniskie raksti: [BD12], [Bru12], [SD10], [LSR09], [MFC+08], [GAR+06], [FMC+06], [NSP03].

Apmācāmā modelī izmantoto datu un to kategoriju analīzi apgrūtināja tas, ka apskatīto rakstu autori izmanto atšķirīgus nosaukumus līdzīgas nozīmes datu kategorijām un otrādi, vienādu nosaukumu kategorijās tika iekļautie dati, kas pēc nozīmes ir dažādi.

Rakstu izpētes rezultātā tika iegūtas sešpadsmit nozīmīgākās LM datu kategorijas: personīgie dati, pedagoģiskie dati, iestatījumu dati, personības dati, sistēmas lietošanas pieredze, mērķi, kognitīvie dati, apmācāmā darbību vēsture, ierīces dati, konteksta dati, apmācāmā intereses, sistēmas iegūtās apmācāmā intereses, novērtējumu rezultāti, domēna kompetence, iegūtās zināšanas un izpildes termiņš. Zemāk ir apskatītas minētās datu kategorijas un tajās iekļautie dati atkarībā no kategoriju izmantošanas biežuma, sākot ar analizētajos rakstos visbiežāk sastopamajām kategorijām.

Apmācāmā *personīgie dati* ir aprakstīti visos apskatītajos LM. Rakstu autori personīgo datu kategorijā pārsvarā ir iekļāvuši līdzīgus datus (skat. 4. tabula), taču ir arī būtiski atšķirīgi dati, piemēram, iegūtie profesionālie grādi un kvalifikācija [SD10], [GAR+06]; apmācībā izmantojamās multivides tips [BD12]; īpašas vajadzības piekļuvei materiāliem [GAR+06] u.c. Šāda tipa dati tika iekļauti citās LM datu kategorijās. LM analīzes rezultātā tika izveidota kategorija personīgie dati, kurā tika iekļauti personu identificējošie dati un demogrāfiskie dati.

Pēc biežuma nākamā datu kategorija ir *pedagoģiskie dati*. Šajā kategorijā ir aprakstītas apgūstamās zināšanas, t.i. programmas, tēmas, kursu kolekcijas un kursu secība. Daži autori [MFC+08], [Bru96] šajā kategorijā iekļāvuši arī apmācāmā zināšanas pirms adaptīvas sistēmas lietošanas. Vairākiem autoriem pedagoģisko datu kategorijā iekļautie dati atšķiras, piemēram: šajā kategorijā ir iekļauts apmācības stils, apmācības pieejas, kursa mērķi (jēdzienu saraksts, ko apmācāmajam jāapgūst), kursa vērtējums, kursa navigācijas kontrole (kādā veidā tiek organizēta navigācija pa kursa saturu) [GAR+06]; akadēmiskās zināšanas, sertifikāti, priekšzināšanas (apgūto konceptu saraksts) [MFC+08]; ontoloģiju bāzētajā LM ir iekļautas zināšanas par katru konceptu, kuras tiek vērtētas kā ļoti zemas, zemas, vidējas, labas

vai izcilas [BD12]; prasmes, zināšanas, spējas un mācību plāns [NSP03].

4. tabula. Apmācāmā modeļos personīgo datu kategorijā iekļautie dati

Personīgie dati	[GAR+06]	[FMC+06]	[MFC+08]	[LSR09]	[SD10]	[BD12]
Vārds, uzvārds	+	+	+	+	+	+
Drošības un piekļuves pilnvaras	+	+	+			+
Dzimums		+		+	+	
Vecums		+	+	+		+
E-pasta adrese		+	+	+		
Dzimtā valoda		+			+	+
Nacionalitāte				+		
Iegūtie grādi, kvalifikācija	+				+	
Profesionālās aktivitātes	+					
Ģimenes ienākumi					+	
Piederība	+					
Multivides tips						+
Kultūra	+	+				
Īpašas vajadzības piekļuvei	+					
Adrese				+		

Vairāk nekā pusē rakstu tiek minēti sistēmas pielāgošanas dati. Šāda veida dati tika apvienoti kategorijā *iestatījumu dati*. Lielāko daļu iestatījumu norāda pats apmācāmais, taču dažus iestatījumus definē sistēmas administrators. Iestatījumu datu kategorijā iekļauto datu piemēri ir sekojoši: vēlamais prezentāciju formāts, saskarnes valoda, tīmekļa dizaina personalizācija, sistēmas komandu personalizācija, informācija par apmācāmā datoru, audio skaļums, video ātrums, subtitri [GAR+06]; apmācāmā fiziskie trūkumi (piemēram, slikta redze), domēna piemērošanas parametri [MFC+08]; specifiskie dati, kas nepieciešami apmācības procesa organizēšanai balstoties uz apmācāmā ontoloģijas modeli [BD12]. Iestatījumu dati tiek savākti tieši vai netieši analizējot apmācāmā aktivitātes [Bru96].

Personības datu kategorijā ir apvienoti dati, kuri raksturo apmācāmo kā personību. Šie dati raksturo apmācāmā mācīšanās stilu, koncentrēšanās spējas, kolektīvās darba spējas, attiecību veidošanas spējas, individuālās iezīmes un attieksmi pret mācībām. Daļu no šiem datiem var iegūt ar testu palīdzību. Pusē no rakstiem tika minēti personību raksturojošie dati. Kopumā autori šajā kategorijā ir iekļāvuši līdzīgus datus, piemēram: šajā kategorijā tika iekļauts personības tips, koncentrēšanās spējas, spēja darboties grupā, attiecību veidošanas iemaņas, spēja komunicēt ar skolotāju [GAR+06]; mācīšanās stils, informācijas uztveres spējas (kognitīvās spējas), personības īpatnības (intraverts, ekstraverts) [MFC+08]; emocionālais stāvoklis, balstoties uz kuru tiek veiktas sistēmas uzvedības korekcijas [SD10] un dažādas apmācāmā attieksmes [NSP03].

Veiksmīgai adaptīvās sistēmas izmantošanai svarīga nozīme ir apmācāmā pieredzei darbam ar datoru, noteiktu programmatūru un adaptīvo sistēmu. Šāda veida dati tika apvienoti

kategorijā *sistēmas lietošanas pieredze*. Šajā datu kategorijā iekļautie dati visiem autoriem ir līdzīgi, piemēram, šajā kategorijā ir iekļauti dati par apmācāmā zināšanām darbā ar e-studiju sistēmu un pieredzi datora izmantošanā [GAR+06]; orientēšanās prasmes apmācības sistēmā [Bru96]. [MFC+08] autori sistēmas lietošanas pieredzes datus apvienoja kategorijā "spējas".

Pusē no analizētajiem rakstiem tiek aprakstīti dati, kas raksturo apmācāmā mērķus un motivāciju. Šāda veida dati tika iekļauti kategorijā *mērķi*. Kategorijā "mērķi" tika iekļauti dati par sistēmas apmācāmā ilgtermiņa interesēm [LSR09] un dati, kas raksturo apmācāmā rīcības iemeslus, piemēram, kāpēc apmācāmais meklē un izmanto konkrētu informāciju [FMC+06].

Dati par apmācāmā izziņas veidiem tika apvienoti *kognitīvo datu* kategorijā. Šo datu ieguve parasti notiek ar testu palīdzību. Kognitīvo datu piemēri ir kognitīvie stili [GAR+06], [FMC+06]. Kognitīviem datiem ir svarīga nozīme sistēmas adaptācijas veidošanā. Taču, no apskatītajiem astoņiem darbiem, šāda veida dati sastopami tikai trīs rakstos (skat. 5. tabula).

Tālāk tiek apskatītas LM datu kategorijas, kas izmantotas tikai nedaudzos darbos. Datu kategorija *apmācāmā darbību vēsture* satur informāciju par apmācāmā aktivitātēm sistēmā, piemēram, šajā kategorijā tiek saglabāti dati par apmācāmā mijiedarbību ar sistēmu, lai varētu prognozēt apmācāmā rīcību līdzīgā situācijā [FMC+06]; apmācāmā navigācijas vēstures dati resursu apguves laikā [BD12].

Kategorija *ierīces dati* apvieno datus, kas raksturo apmācāmā vidi adaptīvās apmācības sistēmas izmantošanas laikā, piemēram, tā ir aparatūra, ekrāna lielums, lejupielādes ātrums [FMC+06] un ekrāna izšķirtspēja [MFC+08].

Kategorijā *konteksta dati* tika iekļauti dati par apmācāmā piekļuves vietas raksturojumu. Šāda veida dati ir svarīgi gadījumos, kad piekļuvei pie adaptīvas sistēmas izmanto dažāda veida ierīces. Šīs kategorijas dati daļēji pārklājas ar kategorijas ierīces datiem. Konteksta dati iekļauj informāciju par piekļuves vidi, piemēram piekļuve no mājām vai no mācību iestādes [FMC+06]; apmācāmā atrašanās vietu, laiku, fizisko un sociālo vidi; piekļuvei izmantotajām ierīcēm [SD10].

Apskatītajos rakstos LM tiek minēta datu kategorija "apmācāmā intereses". Vieniem autoriem tās ir intereses, kuras norāda pats apmācāmais, citiem tās ir intereses, kuras kolekcionē sistēma, balstoties uz apmācāmā darbībām. Lai būtu skaidrs, kādas tieši intereses tiek aprakstītas, šie dati tika sadalīti divās daļās: *apmācāmā interese* un *intereses, ko ieguvusi pati sistēma*. Piemēram, darbā [FMC+06] sistēma kolekcionē intereses no apmācāmā atslēgas vārdiem un meklēšanas rezultātiem. Darbā [MFC+08] autori apraksta indivīda intereses, kuras tiek izmantotas ar mērķi adaptēt navigāciju un saturu.

Dati par apmācāmā zināšanām ir sadalīti vairākās datu kategorijās atkarībā no

zināšanu veida. *Novērtējumu* kategorijā tiek apvienoti apmācāmā zināšanu pārbaudes dati, piemēram, dati par visiem testiem un vingrinājumiem [MFC+08]. Kategorijā *domēna kompetence* tika apvienotas zināšanas, kuras iegūtas no apmācāmo interesējošajām tēmām [FMC+06]. Apmācāmā zināšanas var tikt glabātas apgūto konceptu veidā [MFC+08].

Datu kategorijā *izpildes termiņš* tika iekļauts apmācības periods (īss, normāls, garš) [MFV+08].

Analizēto LM datu kategoriju izmantošanas biežumu parāda 5. tabula. Tabulas kolonnu nosaukumi attēlo izpētītos zinātniskos rakstus un rindiņas parāda datu kategorijas, kas tika identificētas analizētajos apmācāmā modeļos. Ar "+" zīmi tiek attēlota kategorijas izmantošana konkrētajā rakstā.

5. tabula. LM datu kategoriju izmantošanas biežums zinātniskajos darbos

Datu kategorijas veids	[NSP03]	[Bru96]	[LSR09]	[SD10]	[GAR+06]	[FMC+06]	[MFC+08]	[BD12]
Personīgie dati	+		+	+	+	+	+	+
Pedagoģiskie dati	+	+	+	+	+		+	+
Iestatījumu dati	+	+			+		+	+
Personības dati	+			+	+		+	
Sistēmas lietošanas pieredze		+			+	+	+	
Mērķis/Motivācija		+	+	+		+		
Kognitīvie dati/stili					+	+	+	
Apmācāmā darbību vēsture						+	+	+
Ierīces dati				+		+	+	
Konteksta dati	+			+		+		
Apmācāmā intereses	+			+			+	
Sistēmas iegūtās intereses						+	+	
Novērtējumu rezultāti	+				+		+	
Domēna kompetence						+		
Iegūtās zināšanas	+						+	
Izpildes termiņš							+	

Veicot 5. tabulas datu analīzi, tika secināts, ka AELS LM visizplatītākās ir personīgo datu un pedagoģisko datu kategorijas. Dažu autoru darbos nepastāv precīza robeža starp personīgo datu un personības datu kategorijām, piemēram, vieni un tie paši dati dažādiem autoriem tiek iekļauti personīgo datu vai personības datu kategorijā. Ar personīgo datu kategoriju un personības datu kategoriju sasaucas arī kognitīvo datu kategorija, kura glabā apmācāmo raksturojošos datus, kas ietekmē apmācības procesu. Apmācāmā modelī viena no plašākajām un svarīgākajām ir pedagoģisko datu kategorija, kura iekļauj apmācāmā pamatzināšanas un mācību plānus.

LMPAELS LM izveidei tika izvēlētas tās datu kategorijas, kuru dati visbiežāk tiek lietoti apmācāmo raksturošanai un var tikt izmantoti uz dzīves ilgumu balstītam apmācāmā modelim, nodrošinot promocijas darba ietvaros izstrādāto metožu realizāciju.

Balstoties uz 5. tabulas analīzi, LMPAELS LM izveidei tika izvēlētas sekojošas biežāk izmantotās datu kategorijas: personīgie dati, personības dati, pedagoģiskie dati, iestatījumu dati, sistēmas lietošanas pieredzes dati, ierīces dati un apmācāmā darbību vēsture. Datu kategorija mērķis/motivācija netika paņemta, jo LMPAELS LM apraksta pieaugušo apmācāmo, kurš ir motivēts mācīties ar iekšējiem nevis ārējiem faktoriem un ir spējīgs pats vadīt savu mācību procesu (skat. 1.3.1. nodaļa). Tā kā kognitīvo datu kategorijā ietilpstšie dati apraksta apmācāmā individualitāti, tad šie dati tika iekļauti personības datu kategorijā. Konteksta dati tika pievienoti ierīces datu kategorijai. Dati, kas saistās ar apmācāma interesēm netiek izmantoti adaptīvas sistēmas darbībā, tāpēc datu kategorijas apmācāmā intereses un sistēmas intereses netika paņemtas. Kategorijas novērtējumu rezultāti, domēna kompetences un iegūtās zināšanas apraksta apmācāmā zināšanas, tāpēc šo kategoriju dati tika apvienoti jaunā datu kategorijā "apmācāmā zināšanas uz tekošo momentu".

Rezultātā LMPAELS LM tika nolemts izmantot sekojošas astoņas datu kategorijas: personīgie dati, personības dati, pedagoģiskie dati, iestatījumu dati, sistēmas lietošanas pieredzes dati, ierīces dati, apmācāmā darbību vēsture, zināšanas uz tekošo momentu. LM iekļautās datu kategorijas un to paskaidrojumi ir aprakstīti tabulā zemāk (skat. 6. tabula).

6. tabula. LMPAELS apmācāmā modeļa datu kategorijas un to paskaidrojumi

Kategorijas nosaukums	Paskaidrojums
Personīgie dati	Dati, kuri apraksta apmācāmā identitāti (vārds, uzvārds, sistēmas lietotāja vārds, parole, dzimtā valoda, dzimums, dzimšanas datums).
Personības dati	Dati, kas raksturo apmācāmo kā personību (individuālās iezīmes, mācīšanās stils, koncentrēšanās spējas, personības tips, kolektīvās darba spējas, attiecību veidošanas spējas, emocionālais stāvoklis, attieksmes)
Pedagoģiskie dati	Dati, kas apraksta, ko apmācāmajam jāmācās (programmas, tēmas, kursu secība, plāns, priekšzināšanas).
Iestatījumu dati	Dati, kas pielāgo darba vidi apmācības veikšanai (valoda, prezentācijas formāts, audio skaļums, video ātrums, tīmekļa dizaina personalizācija).
Sistēmas lietošanas pieredze	Dati, kas raksturo apmācāmā iepriekš gūto pieredzi darbā ar datoru un programmatūru, kura tiek izmantota apmācības procesā.
Ierīces dati	Dati, kas raksturo sistēmas lietotāja darba vidi (aparātūra, lejupielādes ātrums, ekrāna izšķirtspēja); apmācāmā atrašanās vieta, laiks; izmantojamās ierīces.
Apmācāmā darbību vēsture	Dati par visām apmācāmā veiktajām aktivitātēm mācību procesa laikā.
Apmācāmā zināšanas uz tekošo momentu	Dati, kas apraksta apmācāmā apgūto zināšanu novērtējumus.

2.3.2. Apmācāmā modeļa dati laika dimensijas skatījumā

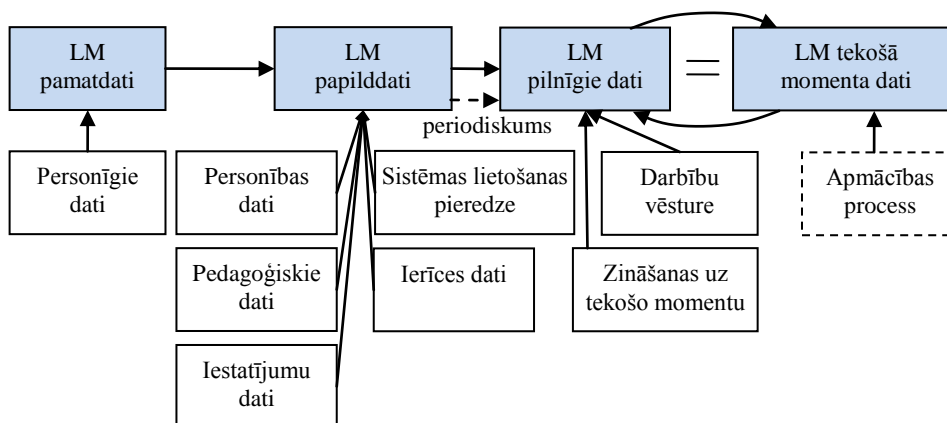
Apmācāmā modelis satur datus, kas apraksta kādu reālu cilvēku, kurš sistēmā ir kā apmācāmais. Apmācāmā modeļa dati dod iespēju sistēmai (i) atšķirt apmācāmos; (ii) pielāgoties apmācāmā vajadzībām; (iii) raksturot apmācāmo katrā konkrētajā laika brīdī; (iv) aprakstīt apmācāmā izaugsmes dinamiku noteiktajā laika periodā.

Apmācāmā modeļa datu iedalījums pēc to dzīves ilguma

Analizējot eksistējošos apmācāmā modeļa datu iedalījumus (skat. 1.3.2. nodaļa), tika secināts, ka datu iedalījums pēc to vērtību maiņas biežuma ir nepilnīgs, jo neatspoguļo datu dzīves ilgumu modelī. Adaptīvajā sistēmā ir svarīgi, lai katrā laika brīdī LM dati veidotu pēc iespējas precīzāku apmācāmā attēlojumu. Tas nozīmē, ka LM datiem ir jābūt piesaistītiem laika dimensijai, t.i. jebkurā laika momentā datiem jābūt patiesiem. Ja apmācāmā īpašību vērtības kļūst aplamas, tās ir nepieciešamas precizēt jeb aktualizēt.

Balstoties uz 2.3.1. nodaļā veikto rakstu analīzi par AELS LM biežāk izmantojamajiem datiem un šo datu iedalījumu kategorijās, LMPAELS visi apmācāmo raksturojošie dati, pēc to dzīves ilguma sistēmā, tika iedalīti trīs grupās: (i) pamatdati; (ii) papilddati; (iii) apmācības procesa dati.

Pamatdati (skat. 2.2. attēls) ir statistiskie dati, kas apraksta apmācāmā īpašības, kuru vērtības nemainās vai mainās retos gadījumos. Papilddati ir dati, kas apraksta apmācāmā īpašības, kuru vērtības mainās, pie tam, vērtību maiņai var būt periodisks raksturs. Apmācības procesa dati (zināšanas uz tekošo momentu, darbību vēsture) ir dati, kuri tiek iegūti apmācības procesa laikā un to vērtības mainās bieži. Salīdzinot ar citu grupu datu dzīves ilgumiem, pamatdatu dzīves ilgums ir visgarākais un apmācības procesa datu dzīves ilgums ir visīsākais.



2.2. attēls. Apmācāmā modeļa datu iedalījums grupās pēc to dzīves ilguma

Pamatdati satur apmācāmā personisko informāciju, kura iekļauta datu kategorijā "personiskie dati". Pamatdatu vērtības tiek ierakstītas apmācāmā modelī tikai vienreiz, pamatojoties uz: (i) sistēmas administratora reģistrācijas datiem; (ii) apmācāmā aizpildīto reģistrācijas formu; (iii) apmācāmā datiem, kuri tiek importēti no ārējās sistēmas.

Adaptācijas organizēšanai nepietiek tikai ar pamatdatiem, tāpēc tiek kolekcionēti arī papilddati, kas izceļ apmācāmā individuālās īpatnības. *Papilddati* raksturo apmācāmo kā

personību un iekļauj sevī sekojošas datu kategorijas (skat. 2.2. attēls): "personības dati", "pedagoģiskie dati", "iestatījumu dati", "sistēmas lietošanas pieredzes dati" un "ierīces dati".

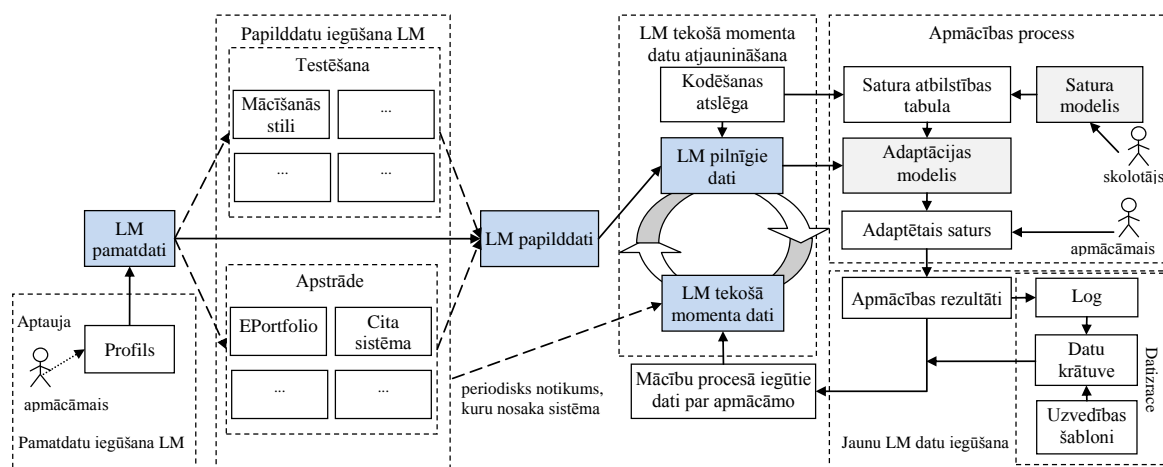
Apmācības procesa dati sastāv no divu kategoriju datiem: "apmācāmā zināšanas uz tekošo momentu" un "apmācāmā darbību vēsture". Šie dati tiek iegūti apmācāmā un sistēmas mijiedarbības laikā.

Apvienojot kopā pamatdatus, papilddatus un apmācības procesa datus tiek iegūti apmācāmo raksturojošie *pilnīgie dati* jeb *tekošā brīža dati par apmācāmo*. Pilnīgie dati aptver visu informāciju, kas sistēmai ir zināma par apmācāmo un parāda to, kā sistēma interpretē apmācāmo konkrētajā laika brīdī.

Apmācības sistēmas adaptivitāte tiek nodrošināta, galvenokārt, balstoties uz papilddatiem par apmācāmo. Taču laika gaitā papilddati mainās, tāpēc adaptīvajās sistēmās papilddatu vērtības periodiski ir jāatjaunina (skat. 2.2. attēls, bultiņa ar pārtrauktu līniju no papilddatiem uz pilnīgiem datiem).

Sākotnējai papilddatu ieguvei visbiežāk tiek izmantoti trīs sekojoši scenāriji: (a) pirmo reizi reģistrējoties kursam, sistēma piedāvā apmācāmajam izpildīt testu vai testus noteiktu datu iegūšanai; (b) pirmajā reģistrēšanās reizē sistēma piedāvā neadaptētu saturu, mācību procesa laikā sistēma kolekcijā apmācāmā veiktās darbības un rezultātus, un vēlāk, iegūto datu analīzes rezultātā iegūst papilddatus, piemēram, mācīšanās stilu; (c) pirms apmācības uzsākšanas, papilddati tiek iegūti no ārējas sistēmas (apmācāmo reģistrācijas sistēmas, citas apmācības sistēmas, sociālā tīkla vai ePortfolio).

Minētie scenāriji ir parādīti attēlā (skat. 2.3. attēls), kur ar nepārtrauktas līnijas bultiņām tiek attēlota datu plūsma starp attēlā esošajiem elementiem.



2.3. attēls. LMPAELS apmācāmā modeļa datu ieguves veidi atbilstošajām datu grupām un šo datu izmantošana sistēmā notiekošajos procesos

Ar pārtrauktas līnijas bultiņām tiek norādītas iespējamās papildus datu plūsmas. Piemēram, no LM pamatdatiem ar pārtrauktas līnijas bultiņām tiek attēloti papilddatu iespējamie ieguves veidi: (i) ar testēšanas palīdzību; (ii) datu apstrādes rezultātā, kur dati tiek paņemti no citas sistēmas. Ja nav paredzēti iepriekš minētie datu ieguves veidi, tad no LM pamatdatiem ir nepārtrauktas līnijas bultiņa uz LM papilddatiem un tālāk ir bultiņa uz LM pilnīgajiem datiem, tas nozīmē, ka pamatdati var tik pieņemti arī kā pilnīgie dati un sistēma nodrošina apmācības procesu, neveicot adaptācijas funkcijas. Taču vēlāk, analizējot apmācības procesa rezultātus un reģistrētās apmācāmā aktivitātes (log datnes) tiek iegūti jauni dati par apmācāmo, kas kopā ar esošajiem datiem modelī veido tekošā momenta datus par apmācāmo jeb LM pilnīgos datus.

Teorētiski, jo vairāk papilddatu par apmācāmo apmācības sistēma ir spējīga iegūt, jo precīzāk apmācāmais tiek apspoguļots šajā sistēmā. Taču patiesībā, tikai savā starpā mijiedarbojoties, apmācāmā modelim, satura modelim un adaptācijas modelim tiek nodrošināta kvalitatīva sistēmas adaptācijas spēja.

Apmācāmā modeļa datu dzīves cikls

LM modelēšana iekļauj sevī trīs galvenos posmus (skat. 1.3.4. nodaļa.): modeļa inicializāciju, jauno datu iegūšanu un modeļa atjaunināšanu. Uz datu dzīves ilgumu veidotajam LM šo minēto posmu skaits ir nepietiekams, jo tie nenodrošina precīzu apmācāmā attēlojumu sistēmā un LM datu aktualizāciju. Pamatojoties uz minētajiem LM modelēšanas posmiem un procesiem, kuros ir iesaistīts LM, tika izveidots apmācāmā modeļa datu dzīves cikls. Piedāvātajā LM datu dzīves ciklā ir paredzēta periodiska datu aktualizācija. Šis cikls izslēdz gadījumus, kad LM vienreiz ierakstītie dati nekad vairs netiek mainīti, vai to maiņai ir neregulārs raksturs. Izveidotajā ciklā, datu maiņas biežums ir atkarīgs no datu dzīves ilguma.

Analizējot LM izmantošanu sistēmā, tika secināts, ka LM ir iesaistīts daudzos sistēmā notiekošajos procesos. Attēlā (skat. 2.3. attēls) šie procesi ir parādīti ar svītrotu līniju četrstūriem. Galvenie no šiem procesiem ir: (i) pamatdatu iegūšana LM, (ii) papilddatu iegūšana LM, (iii) mācību process, (iv) jaunu LM datu iegūšana un (v) LM tekošā momenta datu atjaunināšana. Gaiši pelēkas krāsas figūras attēlo sistēmā izmantotos modeļus (adaptācijas modelis, satura modelis). Tumšākas krāsas figūras parāda izveidotā apmācāmā modeļa datu grupas, kuras nosaka datu dzīves ilgumu apmācāmā modelī.

Pamatojoties uz minētajiem procesiem un izveidoto apmācāmā modeļa datu iedalījumu pēc to dzīves ilguma, tika izveidots apmācāmā modeļa datu dzīves cikls, kurš apraksta piecus LM posmus (no 1.-5.) un sastāv no sekojošiem soļiem:

1. LM sākuma datu iegūšana jeb inicializācija;
2. LM datu izmantošana adaptācijas organizēšanā;
3. apmācības procesa laikā iegūto datu saglabāšana;
4. jaunu datu iegūšana apmācāmā modelim;
5. LM datu vērtību atjaunināšana;
6. atgriešanās uz 2. soli.

LM datu dzīves cikla pirmajā solī tiek izmantoti LM pamatdatu un/vai papilddatu iegūšanas procesi. Otrais un trešais solis tiek pildīts apmācības procesa laikā. Ceturtais solis tiek pildīts jaunu LM datu iegūšanas procesa laikā. Piektais solis notiek LM tekošā momenta datu atjaunināšanas procesa laikā. Tālāk seko detalizētāks LM dzīves cikla soļu skaidrojums.

1. solis. Pašā LM dzīves cikla sākumā tiek savākti pamatdati un/vai papilddati par apmācāmo (skat. skat. 2.3. attēls). Papilddati tiek iegūti testēšanas vai citas sistēmas datu apstrādes procesā. Par papilddatu iegūšanas scenārijiem tika rakstīts iepriekšējā apakšnodaļā. LM datu dzīves cikla pirmajā posmā notiek LM inicializācija, kuras rezultātā sistēmai "izveidojas" priekšstats par apmācāmo. LM inicializācijas beigās tiek iegūti LM pilnīgie dati.

2. solis. Balstoties uz apmācāmā modelī esošajiem datiem par apmācāmo, apmācības sistēma ar adaptācijas modeļa palīdzību piedāvā apmācāmā īpašībām un vajadzībām adaptētu mācību saturu. AM paņem datus no LM un, balstoties uz tajā aprakstītajām adaptācijas metodēm un noteikumiem, atbilstoši LM datu vērtībām izvēlas satura elementus no satura modeļa, tādā veidā organizējot LM datiem atbilstošu mācību procesu.

3. solis. Mācīšanās procesa laikā apmācāmais mijiedarbojas ar sistēmu. Sistēma saglabā apmācāmā veiktās aktivitātes rezultātus notikumu žurnālos un datu bāzē vai datu krātuvē.

4. solis. Pēc apmācāmā mijiedarbības ar sistēmu, tiek veikta apmācības procesā iegūto datu analīze un apstrāde, izmantojot dažādus datu apstrādes algoritmus vai apmācāmā uzvedības šablonus. Notiek jaunu LM datu iegūšanas process.

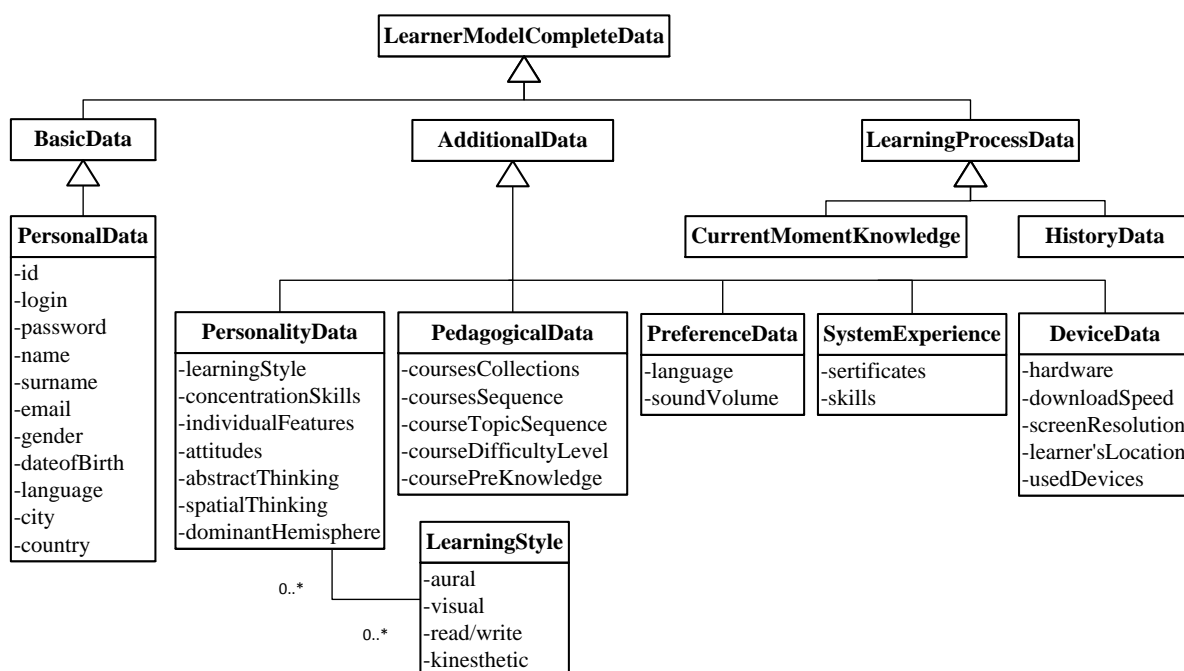
5. solis. Pēc jaunu datu iegūšanas, sistēma veic LM atjaunināšanu, pārrakstot un/vai papildinot apmācāmā datus. Rezultātā tiek iegūti LM pilnīgie dati, kuri būs aktuāli līdz nākamajai datu atjaunināšanas reizei.

Piezīme. Pieaugušo apmācības gadījumā svarīgi paredzēt periodisku LM datu atjaunošanu no sistēmām, kurās tiek uzkrāta ārpus apskatāmās apmācības sistēmas gūtā apmācāmā pieredze, piemēram no ePortfolio (skat. 2.3.5 nodaļa). Šādā gadījumā jāparedz datu konfliktu risināšana, kas saistās ar datu vecumu (kuri ir jaunākie dati) un datu pareizību (kuriem datiem piešķirt augstāku prioritāti).

2.3.3. Apmācāmā modeļa struktūras apraksts

Balstoties uz 2.3.1. nodaļā izvēlētajām datu kategorijām LMPAELS veidotajam LM un 2.3.2. nodaļā aprakstīto apmācāmā datu iedalījumu grupās pēc datu dzīves ilgumu modelī, tika izveidota LMPAELS LM struktūra, kura aprakstīta ar klašu diagrammas palīdzību.

Tā kā LMPAELS LM dati pēc to dzīves ilguma tika iedalīti trīs grupās: pamatdati, papilddati un apmācības procesa dati (skat. 2.3.2. nodaļa), tad atbilstoši šīm grupām tika izveidotas trīs LM aprakstošās klases: *BasicData*, *AdditionalData* un *LearningProcessData* (skat. 2.4. attēls). Katrai no šīm klasēm tika izveidota apakšklase, kura atbilst attiecīgajā grupā iekļautajai datu kategorijai.



2.4. attēls. Uz datu dzīves ilgumu balstīta apmācāmā modeļa klašu diagramma ar svarīgākajiem atribūtiem

Klase *BasicData* apraksta pamatdatus. Šai klasei tika izveidota apakšklase *PersonalData*, kurā tiek aprakstīta apmācāmā personības identitāte, piemēram, vārds (*name*), uzvārds (*surname*) u.c. No pamatdatiem adaptivitātes nodrošināšanai sistēmā var izmantot apmācāmā dzimumu (*gender*), dzimto valodu (*language*) un apmācāmā vecumu, kuru nosaka pēc dzimšanas datuma (*dateofBirth*).

Klase *AdditionalData* apraksta papilddatus. Šajā klasē ietilpst apmācāmā individualitāti raksturojošie dati, attiecīgi veidojot apakšklases: *PersonalityData* (personības dati), *PedagogicalData* (apmācāmā pedagoģiskie dati), *PreferenceData* (izmantojamo iestatījumu dati), *DeviceData* (apmācībā izmantotās iecienītās ierīces dati) un

SystemExperience (dati par apmācāmā sistēmas lietošanas pieredzi).

Papild dati, galvenokārt, tiek izmantoti adaptivitātes nodrošināšanai, piemēram, mācīšanās stils (*learningStyle*) no klases *PersonalityData*; kursa apguves grūtības pakāpe (*courseDifficultyDegree*) un priekšzināšanas par apgūstamo kursu (*coursePreKnowledge*) no klases *PedagogicalData*; kursa apguves valoda (*language*) un apmācības vides iestatījumi no klases *PreferenceData*; apmācības sistēmas izmantošanas pieredze no klases *SystemExperience*. Papild dati ir dinamiski dati - ilgākā laika posmā šiem datiem piemīt tendence mainīties. Piemēram, kursa apguves grūtības pakāpi apmācāmais var mainīt vairākkārtēji atkarībā no ALES realizācijas.

Klase *LearningProcessData* apraksta datus par apmācāmā zināšanām uz tekošo momentu (*CurrentMomentKnowledge*) un apmācāmā darbību vēsturi (*HistoryData*). Šo datu dzīves ilgums apmācāmā modelī ir visīsākais, jo apmācības procesa laikā šie dati nepārtraukti mainās un papildinās. Ilgākā laika posmā uzkrājot un apstrādājot mācību procesa datus, sistēma var iegūt jaunus, daudz kvalitatīvākus datus par apmācāmo.

Klase *LearnerModelCompleteData* ir virsklase augstāk aprakstītajām klasēm *BasicData*, *AdditionalData* un *LearningProcessData*. Tā ietver visu sistēmai zināmo informāciju par apmācāmo uz konkrēto laika momentu.

LMPAELS apmācāmā modeļa realizācija ir aprakstīta 3.3.1. nodaļā.

2.3.4. Datu ieguves veidi uz datu dzīves ilgumu veidotajam apmācāmā modelim

Balstoties uz 1.3.3. nodaļā aprakstītajiem apmācāmā modeļa datu ieguves veidiem un 2.3.3. nodaļā aprakstīto LMPAELS apmācāmā modeļa struktūru, šajā apakšnodaļā tiek piedāvāti iespējamie datu ieguves veidi izstrādātajam apmācāmā modelim. Tabulā (skat. 7. tabula) ir parādīti datu ieguves veidi katrai LM datu grupai (skat. 2.3.2. nodaļa).

7. tabula. Datu ieguves veidi LMPAELS apmācāmā modelim

Datu ieguves avoti	Pamatdati	Papild dati	Apmācības procesa dati
Sistēmas lietotāja profils	+		
Aptaujas, testi	+	+	
Apmācāmā individuālās izvēles		+	
Notikumu reģistrācijas žurnāls		+	+
Lietotāju grupa, kurā apmācāmais iekļauts		+	
Ārējā sistēma	+	+	

Ar "+" zīmi ir atzīmēti iespējamie datu ieguves veidi datu grupai "pamatdati", kura ir aprakstīta LMPAELS LM klasē *BasicData*, grupai "papild dati", kura ir aprakstīta klasē *AdditionalData* un grupai "apmācības procesa dati", kura ir aprakstīta klasē *LearningProcessData*.

No tabulas redzams, ka pastāv daudzas papilddatu ieguves iespējas. Apmācības procesa datu ieguvei sistēmā ir jāparedz šo datu savākšana un saglabāšana.

2.3.5. Apmācāmā modeļa starta datu problēmas risinājums

Adaptācija nevar notikt, kamēr LM ir tukšs. Sistēmām, kas adaptējas individuālajiem apmācāmajiem ir nepieciešams apmācāmā modelis, kurš ir tik precīzs un pilnīgs, cik vien tas ir iespējams [SH06]. Pastāv apmācāmā modeļa starta datu problēma (*cold-start problem*) [SH06], kuras dēļ adaptīvajai sistēmai ir grūtības sākt adaptāciju tās jaunajiem lietotājiem. Sistēmas, kas spēj izmantot lietotāja datus no citām sistēmām, samazina šo problēmu. Nodaļā 1.3.3 par datu ieguves veidiem LM, tika aprakstītas ePortfolio sistēmas kā iespējamās ārējās sistēmas, no kurām varētu iegūt datus par pieaugušo kā apmācāmo.

Analizētajos darbos par ePortfolio izmantošanu mācību procesa nodrošināšanai (skat. 1.3.3. nodaļa), netika atrasta pieeja ePortfolio sistēmas datu izmantošanai automātiskai LM inicializēšanai. Promocijas darba ietvaros tika veikts eksperiments ePortfolio sistēmā saglabāto datu izmantošanai apmācāmā raksturošanai, tādā veidā daļēji atrisinot LM starta datu problēmu. Eksperimenta mērķis bija analizēt, cik daudz LMPAELS LM noderīgu datu ir iespējams iegūt no ePortfolio sistēmas. Īpaši tas attiecas uz LM papilddatiem, kuri visvairāk tiek izmantoti adaptācijas nodrošināšanai.

Eksperiments tika veikts 2012./2013. m.g. un tajā tika izmantoti Daugavpils Universitātes studentu ePortfolio sistēmā saglabātie dati. Eksperimentā tika izmantotas divas sistēmas LMS Moodle v.2.1.9 un ePortfolio Mahara v.1.6.2. Tika analizēti šajās sistēmās saglabātie dati par lietotājiem un šo datu atbilstība izstrādātajam LMPAELS LM. Starp abām sistēmām tika izveidotas uzticamības attiecības, kad sistēmas savstarpēji uzticas viena otrai, un tika realizēta vienota lietotāju autentifikācija. Studentu dati, kas atradās Mahara sistēmā ar administratora palīdzību tika eksportēti LEAP2A formāta datnēs. Sistēmā Moodle tika izveidots modulis, kurš iegūtajās datnēs meklēja apmācāmā raksturošanai noderīgus datus. Iegūtie dati tika saglabāti Moodle sistēmas datubāzē, šim nolūkam izveidotajā tabulā.

Abas eksperimentā izmantotās sistēmas ir atvērtā pirmkoda programmas, kuru uzbūve balstās uz modularitātes principu un tās ir saderīgas savā starpā. Mahara ir realizēta lietotāju, grupu, skatu, sistēmas drošības un autentifikācijas pārvaldīšana un jaunu spraudņu instalēšana. No Mahara iespējams eksportēt: lietotāja personīgo informāciju, saglabātās lietotāja datnes, īsus ierakstus un aprakstus. Mahara atbalsta datu eksportu HTML un LEAP2A formātā. LEAP2A ir funkcionālās saderības specifikācija ePortfolio informācijas pārnēsāšanai. Atšķirībā no HTML, LEAP2A tiek saglabātas arī attiecības starp artefaktiem.

Mahara tika instalēti papildus divi spraudņi, kurus varēja izmantot apmācības stila noteikšanai (pēc Fleminga VARK modeļa) un intelektuālo spēju noteikšanai. Eksportēšanai tika ņemti visi Mahara lietotāja dati, ieskaitot apmācības stila un intelektuālā testa rezultātus.

Moodle sistēmā apmācāmo raksturojošie dati glabājas sistēmas datubāzes tabulā *user* (skat. 1. pielikums). Šie dati ir pieejami apmācāmajiem viņu profilos. Mahara sistēmā glabājas daudz vairāk informācijas par lietotāju nekā Moodle.

Moodle un Mahara sistēmas lietotājus aprakstošo datu atbilstības izstrādātajam LMPAELS LM ir parādītas tabulā (skat. 8. tabula). Šajā tabulā ir parādīti, kuri dati var tikt ņemti no Moodle un Mahara LMPAELS LM sākotnējai inicializācijai. Tabulas pirmajā kolonnā ir norādītas sistēmas Moodle tabulas *user* lauku nosaukumi. Otrajā kolonnā ir LMPAELS LM datu kategorijas un tajās iekļautie dati. Iekrāsotās rindiņas attēlo LMPAELS LM datu kategorijas (skat. 6. tabula), neiekrāsotajās rindiņās ir šajās kategorijās iekļautie dati. Trešajā kolonnā ir norādīti LM datiem atbilstoši LEAP2A datnē norādītie artefaktu tipi, kas aprakstīti sekojošā veidā "<mahara:artefacttype/mahara:type>". Tabulas šūnās ierakstītā zīme "-" norāda attiecīgo datu neesamību.

No Moodle datubāzes tabulas *user* var iegūt gandrīz visus pamatdatus, kas nepieciešami LMPAELS LM. Šādus datus var iegūt arī no sistēmas Mahara eksportētās LEAP2A datnes, izmantojot ierakstus, kas apraksta atbilstošo artefakta tipu. Piemēram, e-pasta adrese tiek iegūta no LEAP2A datnes ieraksta "<mahara:artefacttype="email">".

Moodle netiek saglabāti LMPAELS apmācāmā modelim nepieciešamie papilddati. Savukārt, no Mahara sistēmas eksportētās datnes var iegūt tādus papilddatus, kā personības datus un sistēmas lietošanas pieredzi, piemēram, darba pieredzi (*workskill*) (skat. 8. tabula trešā kolonna), prasmes (*personalskill*), mērķus (*personalgoal*, *academicgoal*, *careergoal*), intereses (*interest*), sertifikātus (*certification*) un iegūtās izglītības (*academicskill*).

Sistēmā Moodle mācību procesa laikā apmācāmā veikto darbību vēsture tiek saglabāta tikai daļēji, tāpēc tabulas rindiņā, kura apraksta apmācāmā darbību vēsturi ir ielikts "+/-". Šāds apzīmējums nozīmē to, ka Moodle sistēmas savāktie dati ir noderīgi, bet ir nepietiekami adaptīvas sistēmas darbībai. Tas pats attiecas arī uz kategorijas "apmācāmā zināšanas konkrētā laika momentā" datiem. Apmācības sākumā Moodle sistēmā nav datu par jau iegūtajām apmācāmā zināšanām. Pierādījumus par šādu datu esamību var iegūt no sistēmā Mahara saglabātajām akadēmiskajām prasmēm (*academicskill*).

LMPAELS LM datu kategoriju pedagoģiskie dati, ierīces dati un iestatījumu dati Moodle sistēmā netiek saglabāti. Šādu datu iegūvi jāparedz papildus (2.3.4. nodaļa). Pedagoģiskos datus var iegūt ar testu vai aptauju palīdzību. Ierīces datus, kas apraksta

apmācāmā darba vidi, var noteikt automātiski ar programmatūras palīdzību. Iestatījumu datus, kas apraksta apmācības sistēmas darba vidi, sistēma izveidos pati, balstoties uz savāktajiem datiem par ierīci, indivīda īpatnībām un veiktajam izvēlēm.

8. tabula. Moodle un Mahara lietotājus raksturojošo datu atbilstība izstrādātajam LM

Moodle tabula "user"	LMPAELS LM datu kategorijas un tajās esošie dati	Mahara mahara:artefacttype/mahara:type
	Personīgie dati	
username	lietotāja vārds	-
password	parole	-
firstname	vārds	firstname
lastname	uzvārds	lastname
email	e-pasta adrese	email
-	dzimums	personalinformation/gender
-	dzimšanas datums	personalinformation/dateofbirth
lang	valoda	-
city	pilsēta	town
country	valsts	country
	Personības dati	
-	mācīšanās stils	blocktype="learningstyles"
-	intelektuālās spējas	blocktype="multipleintelligences"
-	individuālās iezīmes	-
-	darba pieredze	employmenthistory, occupation
-	mērķi	personalgoal, academicgoal, careergoal
-	prasmes	personalskill, academicskill, workskill
-	intereses	interest
-	Pedagoģiskie dati	-
-	Iestatījumu dati	-
-	Sistēmas lietošanas pieredze	certification, academicskill pseudo:educationhistory
-	Ierīces dati	-
+/-	Apmācāmā darbību vēsture	-
+/-	Apmācāmā zināšanas uz tekošo momentu	academicskill

Eksperimenta rezultātā tika secināts, ka ePortfolio sistēmās saglabātie dati ir noderīgi LMPAELS LM inicializēšanai un no LEAP2A specifikācijas formāta saglabātajiem datiem ir iespējams veikt automātisku datu atlasīšanu. Vienkāršāk un kvalitatīvāk var iegūt tos datus, kas tiek saglabāti ePortfolio sistēmas pamatkonstrukcijās nevis instalētajos spraudņos. Kvalitatīvu papilddatu iegūšanu ietekmē ePortfolio sistēmā ievadītās informācijas pilnīgums un precizitāte, kā arī tas, kādi papildus moduļi ePortfolio sistēmā tiek izmantoti.

Ņemot vērā to, ka ePortfolio dati tiek nepārtraukti papildināti un atjaunināti, adaptīvajā sistēmā jāparedz periodiska datu aktualizēšana no ePortfolio sistēmas. Tādā veidā tiek veikta periodiska LM precizēšana, kas ir svarīgi pieauguša apmācāmā gadījumā.

Tā kā mūsdienās pieaug ePortfolio sistēmu nozīme indivīda sasniegumu un profesionālas kvalifikācijas apliecināšanai (skat. 1.3.3. nodaļa), ePortfolio sistēmas var izmantot adaptīvās apmācības sistēmas apmācāmā modeļa inicializēšanai. EPortfolio sistēmas

datu izmantošana palīdz nodrošināt LM ar sākuma vērtībām, piedāvā pilnīgāku apmācāmā aprakstu un nodrošina laika un darba resursu ietaupījumu, salīdzinājumā ar laikietilpīgo un nogurdinošo apmācāmo testēšanu.

Gadījumā, ja ePortfolio sistēma netiek izmantota, tad adaptīvajā apmācības sistēmā jābūt paredzētiem citiem apmācāmā datu ieguves veidiem (skat. 2.3.4. nodaļa), piemēram, testiem, aptaujām u.c. Ja datu par apmācāmo nav pietiekoši, tad iztrūkstošo datu vietā var izmantot noklusējuma datus vai arī tos izsecināt no apmācāmā darbībām un gūtajiem rezultātiem. Piemēram, kursa pirmās tēmas apguvei var tikt piedāvāta apgūstamā viela bez adaptācijas, bet, pēc dažu tēmu apguves, analizējot biežāk izmantoto resursu tipus, sistēma var secināt apmācāmā mācīšanas stilu. Sistēmā jābūt paredzētai iespējai apmācāmajam pašam rediģēt būtiskākos datus par sevi.

LMPAELS apmācāmā modeļa realizācija ir aprakstīta 3.3.1. nodaļā.

2.4. Satura modelis

Balstoties uz 1.4. nodaļā aprakstīto satura modeļa (*Content Model (CM)*) lomu adaptīvajā apmācības sistēmā, izriet, ka apmācības sistēmas piedāvāto zināšanu organizēšana jeb CM struktūra ir atkarīga no sistēmas veicamā uzdevuma. Promocijas darba ietvaros tika izstrādāta adaptīva e-studiju sistēma, kuras uzdevums ir, balstoties uz LM aprakstītajām apmācāmā īpašībām, pielāgot mācību saturu un nodrošināt pašmācības iespēju.

LMPAELS CM izveidei tika ņemtas vērā: (a) jaunākās CM veidošanas tendences, kas aprakstītas 1.4.1. nodaļā; (b) NETg satura modeļa struktūra, kas aprakstīta 1.4.2. nodaļā; (c) promocijas darba ietvaros izveidotās adaptācijas metodes, kas aprakstītas 2.5. nodaļā.

LMPAELS tiek izmantots satura modelis, kas balstās uz mācību objektu (*Learning Object (LO)*) (skat. 1.4.1. nodaļa) un daudzveidīgu resursu formātu izmantošanu. Mācību materiālu veidošanas pamatā tiek izmantots objektu princips. Atbilstoši šai koncepcijai mācību materiāls tiek sadalīts vienībās – mācību objektos, kuros tiek apvienoti uz vienu mācību mērķi balstīti satura elementi. LO ir neatkarīga un vairākkārtēji izmantojama mācību materiāla daļa, kas ir nepieciešama un pietiekama mācību informācijas porcijas apguvei.

Promocijas darba uzdevumos neietilpa izveidot pilnīgi jaunu CM, tāpēc tika veikts eksistējošo AELS satura organizēšanas modeļu salīdzinājums, ar mērķi identificēt promocijas darba ietvaros veidojamajai sistēmai piemērotāko CM. Pamatojoties uz satura modeļu analīzes rezultātiem (skat. 1.4.3. nodaļa), LMPAELS CM struktūrai par pamatu tika paņemts NETg satura modelis (skat. 1.4.2. nodaļa), jo NETg CM atbilst promocijas darba ietvaros veidojamās sistēmas CM izvirzītajām sekojošām prasībām (skat. 1.4.3. nodaļa): (a) struktūra

ir vienkārša un viegli saprotama skolotājam un apmācāmajam; (b) kurss ir sadalīts tēmās, līdzīgi kā eksperimentālai sistēmai par pamatu ņemtajā LMS Moodle; (c) tēma ir sadalīta trīs loģiskās daļās (mērķis, aktivitāte, vērtējums), kuru izmantošana sekmē tēmas secīgu apguvi un tēmas vērtējuma ieguvu; (d) struktūra ir vienkārši realizējama.

NETg satura modeļa (skat. 1.4.2. nodaļā) kurss sastāv no satura vienībām, kur katra vienība satur vienu vai vairākas nodarbības. Katra nodarbība apvieno vienu vai vairākas tēmas. Katra tēma sastāv no mērķa, mācību aktivitātes un novērtējuma. NETg CM tēma tiek uzskatīta par NETg mācību objektu (*NETg learning object* (NLO)) (skat. 1.3. attēls).

Attiecībā uz mācību objektu izmantošanu satura modeļos, NETg CM tēma sastāv no viena NETg mācību objekta. LMPAELS satura modeļa gadījumā tēmā tika iekļauti viens vai vairāki mācību objekti (skat. 2.4.1. nodaļa), kā tas līdzīgi ir organizēts citos AELS izmantotajos satura modeļos, piemēram, LCM, NCOM, CISCO RLO/RIO u.c. (skat. 1.4.3. nodaļa). Atsevišķā gadījumā LMPAELS CM tēma var sastāvēt no viena LO.

No NETg CM tika paņemta NLO struktūra un tika piemērota LMPAELS CM mācību objektam. NLO mērķis tika iekļauts LO apraksta daļā. Tā kā NLO aktivitāte var tikt izmantota vielas apguvei un vērtējuma saņemšanai, NLO aktivitātes daļa tika sadalīta divās daļās: teorētiskajā daļā un praktiskajā daļā. NLO novērtējums tika iekļauts LO vērtēšanas daļā. Teorētiskās un praktiskās daļas ieviešana nodrošina LMPAELS CM izmantošanu gan teorētisko, gan praktisko mācību kursu izveidi.

Adaptācijas metožu realizācijai LMPAELS CM tika paredzēti dažādu veidu resursi (skat. 2.4.2. nodaļa). Resursu veidi atbilst sistēmas satura adaptācijā izmantotajiem mācību stiliem, kuri, var tikt izmantoti kursa apmācāmo grupu veidošanā (skat. 2.5.1. nodaļa).

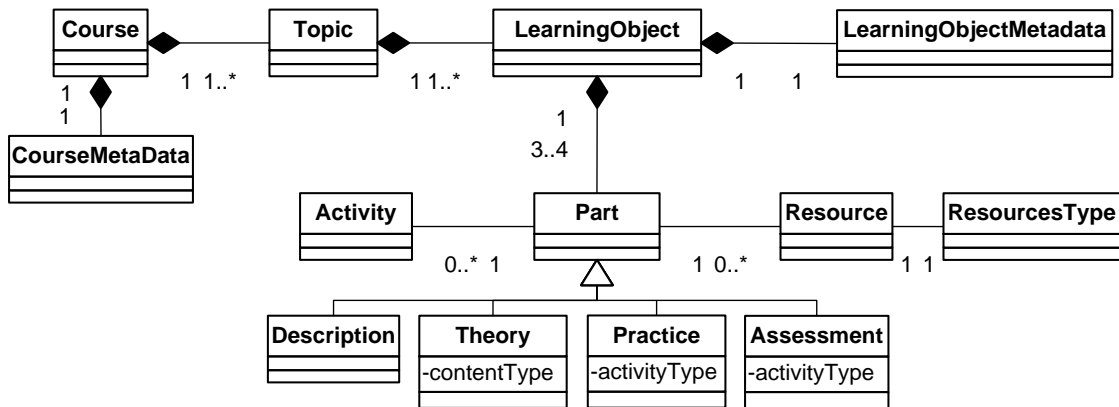
2.4.1. Satura modeļa struktūras apraksts

LMPAELS satura modelis apraksta mācību kursa struktūru un attiecības starp sekojošām mācību vienībām: mācību kurss (*Course*), tēma (*Topic*), mācību objekts (*Learning Object* (LO)) un resurss (*Resource*) (skat. 2.5. attēls).

LMPAELS CM aprakstītais mācību kurss sastāv no vienas vai vairākām tēmām un tā aprakstam tiek izmantoti kursa metadati (*CourseMetaData*). Katru tēmu veido viens vai vairāki LO, kuru aprakstīšanai tiek izmantoti LO metadati (*LearningObjectMetadata*). Katrs LO sastāv no četrām daļām (*Part*): LO apraksta (*Description*), teorētiskās daļas (*Theory*), praktiskās daļas (*Practice*) un vērtēšanas daļas (*Assessment*).

LO apraksta daļa paskaidro konkrētā mācību objekta būtību, tā uzdevumus un vietu kursa struktūrā. LO teorētiskā daļa satur piedāvātās zināšanas un to attēlojuma veidus.

Piemēram, ja klases *Theory* atribūts *contentType=Basic*, tiek parādīts pamatsaturs, kurā tiek piedāvātas zināšanas ar aktivitāšu (*Activity*) un resursu (*Resource*) palīdzību (skat. 2.5. attēls). Ja klases *Theory* atribūts *contentType=Explanation*, tad tiek piedāvāts paplašinātais saturs. Tādā gadījumā papildus pamatsaturam tiek parādītas saites uz apgūstamo jēdzienu skaidrojumiem. LO praktiskā daļa satur aktivitātes, kas paredzētas apgūto zināšanu nostiprināšanai. Teorētisko kursu gadījumā praktiskās daļas nav. Apgūto zināšanu novērtēšanai tiek izmantota LO vērtēšanas daļa, kurā tiek piedāvātas aktivitātes vērtējuma iegūšanai, piemēram, uzdevumi vai testi.



2.5. attēls. LMPAELS satura modeļa klašu diagramma

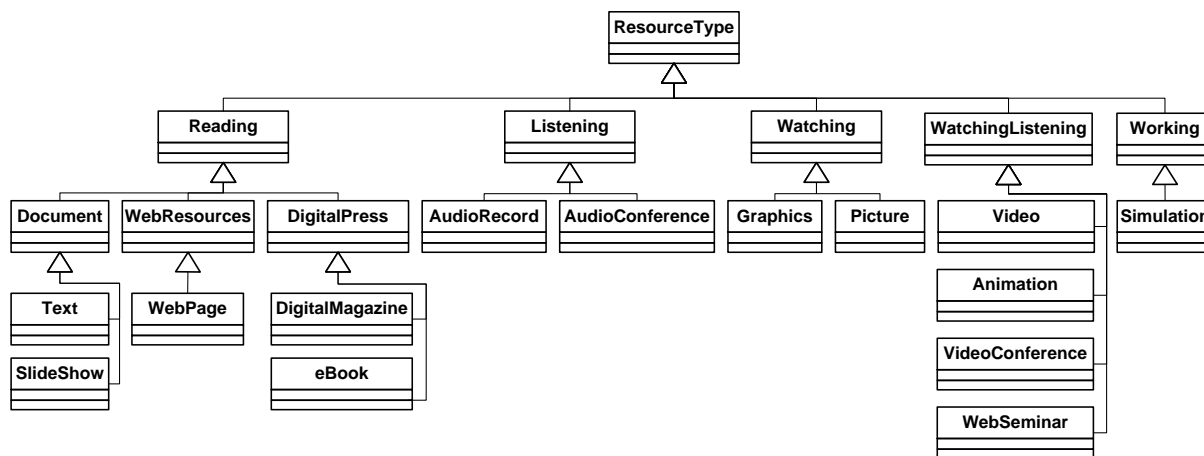
2.4.2. Satura modelī izmantotie resursu tipi

Katra mācību objekta daļa var saturēt dažāda tipa informācijas resursus un aktivitātes, kurus apmācāmais var izmantot LO apgūvē (skat. 2.5. attēls). LO praktiskajā un vērtēšanas daļā apgūstamo zināšanu nostiprināšanai un novērtēšanai apmācāmajam tiek piedāvāts izpildīt aktivitātes, kā piemēram, vingrinājumus, uzdevumus un testus.

Piedāvātās mācību teorijas (*Theory*) attēlošanai tiek izmantoti resursi. Satura modelī ir aprakstīts plašs resursu tipu klāsts (*ResourceType*), kas tika izveidots balstoties uz VARK mācīšanas stiliem: vizuālais, audiālais, lasīšanas, kinestētiskais un vizuālais-audiālais. Klasē *ResourceType* tika iekļautas sekojošas apakšklases: *Reading*, *Listening*, *Watching*, *WatchingListening* un *Working* (skat. 2.6. attēls).

Lasīšanas mācīšanās stilam atbilst klases *Reading* mācību materiāli; audiālajam mācīšanās stilam atbilst klasē *Listening* aprakstītie resursi kā audioieraksti (klase *AudioRecord*) un audio konferences (klase *AudioConference*); vizuālajam mācīšanās stilam atbilst klase *Watching*, kura iekļauj grafiskos elementus (klase *Graphics*) un attēlus (klase *Picture*); kinestētiskajam mācīšanās stilam atbilst klases *Working* resursi, piemēram simulācijas (klase *Simulation*). Klasē *Reading* ir aprakstīts plašs lasīšanai paredzēto mācību

materiālu klāsts, piemēram dokumenti (*Document*), kuri iekļauj teksta resursus (*Text*) un slaidu rādīšanu (*SlideShow*); tīmekļa vietnes resursi (*WebResources*) kā tīmekļa lapas teksts (*WebPage*); digitālās preses izdevumi (*DigitalPress*) kā digitālie žurnāli (*DigitalMagazine*) un e-grāmatas (*eBook*).



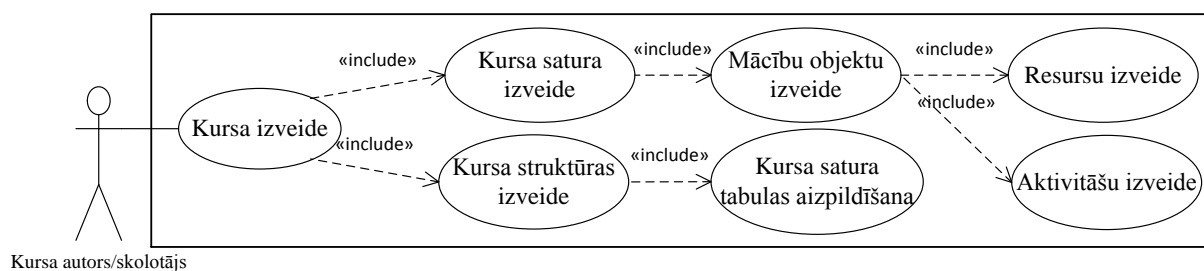
2.6. attēls. LMPAELS satura modelī izmantojamo resursu tipu klašu diagramma

Tā kā mūsdienās plaši tiek izmantota informācijas piedāvāšana, apvienojot skatīšanos un klausīšanos, tad LMPAELS CM tika izveidots resursu tips, (*WatchingListening*). Tajā iekļauti tādi resursi kā video (*Video*), animācijas (*Animation*), videokonferences (*VideoConference*) un tīmeklī rīkoti semināri (*WebSeminar*).

Apmācāmā īpašībām atbilstošā resursa tipa piedāvāšana notiek pamatojoties uz apmācāmā mācīšanās stilu. Piemēram, ja apmācāmajam piemīt audiālais mācīšanas stils, tad LO teorētiskajā daļā tiek rādīti visi resursi, kuriem norādīts resursa tips *ResourceType=Listening*. Tie ir audioieraksti un audiokonferences.

2.4.3. Kursa satura veidošana

Kursu veido kursa autors vai atsevišķā gadījuma pats skolotājs. Kursa autors veido kursa struktūru un kursa saturu (skat. 2.7. attēls).



2.7. attēls. Kursa satura veidošana

Kursa satura izveide iekļauj mācību objektu izveidi, iekļaujot vajadzīgo aktivitāšu un

resursu izveidi. Kursa struktūras izveidē ietilpst kursa apgūstamo tēmu saraksta izveide un kursa vajadzībām izveidoto aktivitāšu un resursu piesaistīšana atbilstošām tēmām.

Aprakstītais satura modelis der gan teorētisko, gan praktisko kursu gadījumā. Kursa izveidošanas sākumā kursa autors norāda kursa veidu (teorētiskais kurss vai praktiskais kurss). Atbilstoši izvēlētajam kursa veidam sistēma piedāvā atbilstošu tēmas struktūru. Ja kurss ir teorētisks, tad katram LO (specifiskā gadījumā katrai tēmai) tiek izveidota sekojoša struktūra: tēmas apraksta daļa, teorētiskā daļa un novērtējuma daļa. Apraksta daļā tiek norādīta jēdziena nozīme, uzdevumi un jēdziena vieta kursa struktūrā. Teorētiskajā daļā tiek ievietoti mācību resursi, kas apraksta un paskaidro apgūstamo tēmu. Novērtējuma daļa ietver aktivitātes, kuras palīdz iegūt vērtējumu par apgūto jēdzienu. Praktiska kursa gadījumā bez iepriekš aprakstītajām trim LO daļām vēl tiek izveidota praktiskā daļa, kura satur aktivitātes un palīdz apmācāmajam nostiprināt apgūtās zināšanas un labāk sagatavoties apgūstamā jēdziena vērtējuma iegūšanai.

LMPAELS satura modeļa realizācija ir aprakstīta 3.3.2. nodaļā.

2.5. Adaptācijas modelis

Adaptācijas modelī ir aprakstīti sistēmā realizētie adaptācijas veidi, adaptācijā izmantotie paņēmieni un metodes. Eksperimentālajā sistēmā tika realizēti šādi satura adaptācijas veidi: (i) kursa struktūras pielāgošana; (ii) kursa satura (tajā skaitā arī satura prezentācijas un navigācijas) adaptācija un (iii) kursa tēmu apguves secības variantu izmantošana (skat. 2.2. nodaļa).

Sistēmā adaptācija var tikt organizēta trīs līmeņos: satura, prezentācijas un navigācijas līmeņos (skat. 1.5.2. nodaļa). Katram no šiem līmeņiem eksistē savi adaptācijas paņēmieni. Veicot eksistējošo adaptācijas paņēmieni analīzi, eksperimentālajā sistēmā satura adaptācijai tika nolemts izmantot (skat. 1.5.3. nodaļa): nosacījuma fragmentu, satura variantu un papildus paskaidrojumu paņēmienus. Satura prezentācijas adaptācijai tika nolemts izmantot izkārtojuma paņēmieni. Navigācijas adaptācijai tika nolemts izmantot saišu globālas un lokālās vadības, saišu globālās un lokālās orientēšanās, saišu tiešās vadības, saišu paslēpšanas un saišu ģenerēšanas paņēmienus.

Šajā apakšnodaļā sīkāk ir aprakstītas LMPAELS adaptīvā satura organizēšanas iespējas, jo satura piegādes iespēju dažādība ir viens no svarīgākajiem faktoriem, lai nodrošinātu (a) personalizētu pieeju katram apmācāmajam; (b) apmācāmā apmierinātību ar sistēmas piedāvāto pakalpojumu; (c) augstu adaptīvās sistēmas kvalitāti [Vas12].

Satura adaptācijā tika pievērsta uzmanība kursa tēmu saturam, tēmu secībai, kā arī

tēmu izvēles iespējām. Sistēmā LMPAELS satura adaptācija notiek balstoties uz: (a) papilddatiem par apmācāmo, kuri nosaka apmācāmo grupai piedāvāto adaptācijas scenāriju (skat. 2.5.1. nodaļa); (b) ieteicamās tēmu secības izmantošanu kursa apgūvē (skat. 2.5.2. nodaļa); (c) apgūstamo tēmu izvēles iespējām (skat. 2.5.3. nodaļa).

2.5.1. Apmācāmo grupu veidošanas metode

Promocijas darba ietvaros tika izveidota apmācāmo grupu (*Learner Group* (LG)) veidošanas metode (*Learner Group Classification Method* (LGCM)), kas balstās uz apmācāmā pazīmju koku (*Learner Feature Tree* (LFT)). Apmācāmo iekļaušanai grupās tika izveidots apmācāmo grupas identifikatora meklēšanas algoritms (*Learner Group Identifier Searching Algorithm* (LGISA)). LGCM, LGISA un adaptācijas scenāriju realizācijai tika izveidots apmācāmo grupu modulis, kas aprakstīts 3.3.3. nodaļā.

Uz tīmekļa tehnoloģijām bāzētai adaptīvai e-studiju sistēmai jāspēj nodrošināt ātru adaptīvu reakciju lielam apmācāmo skaitam. Viens no veidiem, kā to panākt, ir apmācāmo grupu izmantošana [TV02]. Tāpēc tika nolemts apmācāmos iekļaut grupās un katram apmācāmajam piedāvāt atbilstošajai grupai izstrādāto adaptācijas scenāriju.

Sistēmā LMPAELS tika nolemts, ka līdztekus (paralēli) jau sistēmā pastāvošajām apmācāmo grupām, kuras visā apmācības sistēmā nosaka administrators (piemēram, Moodle *cohorts*) vai kursā pasniedzējs (piemēram, sadalot lietotājus pa apakšgrupām), ir iespējams veidot grupas, kuras bāzējas uz apmācāmo raksturojošajiem lielumiem un kuras tiek izmantotas apgūstamā kursa satura adaptēšanā.

E-studiju jomā apmācāmo klasifikāciju grupās izmanto ne tikai sistēmas ātras adaptīvas reakcijas iegūšanai, bet arī (i) apmācāmo sasniegumu prognozēšanai [MP03]; (ii) izglītojamo ar zemu motivāciju identificēšanai, lai piedāvātu korigējošas darbības [CW06], [BP12]; (iii) apmācāmā zināšanu paredzēšanai (ko varētu zināt un ko nezināt) [Chi89].

Analizējot LG izmantošanas iespējas adaptācijas nodrošināšanai (skat. 1.5.4. nodaļā), tika secināts, ka apmācāmo klasifikācija bieži balstās tikai uz vienu pazīmi, piemēram, zināšanu līmeni vai mācīšanās stilu, vai veicamo uzdevumu [PM99]. Vienas pazīmes izmantošana LG veidošanā ierobežo adaptivitātes iespējas un nespēj nodrošināt apmācības veidu dažādību [MTT13]. Eksistējošajās adaptīvajās e-studiju sistēmās tiek izmantota apmācāmo klasifikācija, kas ir kopēja visiem sistēmas piedāvātajiem kursiem (skat. 1.5.4. nodaļa) un kura tiek nodrošināta ar sistēmas administratora palīdzību [HL03].

Tika izstrādāta apmācāmo grupu veidošanas metode, kura (i) ir ātri un vienkārši realizējama; (ii) spēj darboties ar dažāda skaita grupēšanai paredzētajām pazīmēm; (iii) spēj

veidot visas iespējamās kombinācijas no apmācāmo pazīmēm un to vērtībām.

Izveidotā LGCM izmanto mainīgu apmācāmā pazīmju daudzumu. Maksimālais pazīmju skaits ir atkarīgs no AM aprakstītajiem adaptācijas noteikumiem.

Ar LGCM veidotās apmācāmo grupas var darboties: (a) visos sistēmā piedāvātajosursos vienlaicīgi; (b) tikai kādā kursu daļā (piemēram, Moodle kursu kategorijā); (c) viena kursa ietvaros. Dažādu apmācāmo klasifikāciju eksistēšana sistēmā palielina tās adaptivitātes iespējas. Šāda pieeja nevienā zinātniskajā darbā netika atrasta.

Piedāvātā LGCM ir piemērota adaptīvajām e-apmācības sistēmām, kuru darbība balstās uz apmācāmo grupu izmantošanu.

Jēdzienu skaidrojumi

Apmācāmo raksturo noteikta īpašību kopa, ko sauc par pazīmēm. Grupēšana ir pētāmo vienību apvienošana pēc to eksistējošām pazīmēm, iegūstot viendabīgas grupas. Apmācāmo grupēšana notiek balstoties uz apmācāmā īpašībām. Promocijas darbā ar jēdzienu "apmācāmo grupa" tiek apzīmēta grupa, kurā ir iekļauti apmācāmie pēc līdzīgām īpašību vērtībām un kura sistēmā tiek izmantota, lai nodrošinātu mācību satura adaptivitāti.

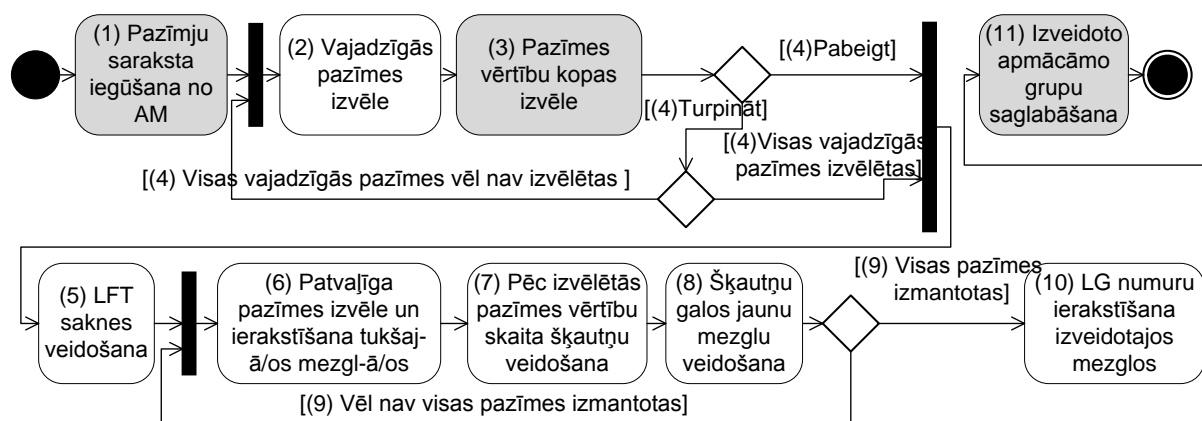
Klasifikācija ir īpašību telpas X kartēšana uz iezīmju kopu vai klasi Y [DHS12]. Apmācāmo klasifikācija ir grupas identifikatora piešķiršana apmācāmajam, kas balstās uz sistēmā realizēto klasifikācijas algoritmu. Apmācāmā dati, kas svarīgi sistēmas adaptivitātes nodrošināšanai, tiek kartēti iepriekš definētajās pazīmju kopās. Klasifikāciju veic ar klasifikatora palīdzību. Klasifikators ir kritēriju kopuma kodēšanas modelis, kas ļauj datu instancei piešķirt īpašu klasi (grupu) atkarībā no dažu mainīgo vērtībām [EVH10]. Klasifikatoru konstruēšanai eksistē dažādas metodes, piemēram, lēmumu koki, tuvāko kaimiņu klasifikators, u.c. [EVH10], [RVG08], [MP03].

Apmācāmo grupu veidošanas metodes būtība

Apmācāmo grupu veidošanas metode (LGCM) izmanto apmācāmā pazīmju koku (*Learner Feature Tree* (LFT)). Apmācāmā īpašības un to vērtības LFT veidošanai tiek iegūtas no adaptācijas modelī aprakstītajiem adaptācijas noteikumiem. Grupu veidošanai var tikt izmantotas vai nu visas iegūtās pazīmes, vai tikai daļa no tām. No atlasītajām pazīmēm un to vērtībām, tiek veidotas visas iespējamās kombinācijas, tādējādi iegūstot dažādas LG.

Apmācāmo grupu veidošanas metodes būtība ir parādīta ar aktivitāšu diagrammas palīdzību (skat. 2.8. attēls), kurā aktivitāšu diagrammas stāvokļos iekavās ierakstītie skaitļi apzīmē LGCM aprakstošos soļus. Ar iekrāsotām figūrām ir attēlotas darbības, kuru izpildes laikā notiek komunikācija ar citiem sistēmas komponentiem.

Kursa autors vai skolotājs nosaka, pēc kādām sistēmas piedāvātajām apmācāmā īpašībām un to vērtībām tiek veidotas apmācāmo grupas (soļi 1.-4.). Balstoties uz izvēlētajām apmācāmā īpašībām un to vērtībām, tiek izveidots apmācāmo pazīmju koks (soļi 5.-9.). Ar LFT palīdzību tiek izveidotas visas iespējamās kombinācijas no pazīmēm un to vērtībām. Iegūtā LFT apakšējā līmeņa mezglos tiek ierakstīti LG nosaukumi (solis 10.). Iegūto grupu nosaukumi un to apraksti tiek saglabāti sistēmas datubāzē (solis 11.). Detalizēts LGCM soļu apraksts atrodams 6. pielikumā.



2.8. attēls. LG moduļa apmācāmo grupu veidošanas aktivitāšu diagramma

Atbilstoši izveidotajiem apmācāmo grupu aprakstiem sistēmā tiek izveidoti un saglabāti adaptācijas scenāriji (skat. 2.5.1. nodaļa).

Apmācāmo grupu veidošanu nodrošina apmācāmo grupu modulis (skat. 3.3.3. nodaļa), kura darbībai izmantotās tabulas un to struktūra ir parādīta 6. pielikumā.

Apmācāmo grupu veidošanas piemērs

Piedāvātā LGCM var tikt izmantota dažādam pazīmju un to vērtību skaitam. Eksperimentālajā sistēmā tika realizēta satura adaptācija, izmantojot trīs apmācāmā pazīmes: a) mācīšanas stilu; (b) kursa priekšzināšanas un (c) kursa apguves grūtības pakāpi.

Apskatīsim piemēru, kurā LG veidošanai tiek izmantotas minētās pazīmes. Balstoties uz iepriekš aprakstīto LMPAELS LM struktūru (skat. 2.3.3. nodaļa), tiks izveidotas LG, kas izmantos datus par katra apmācāmā (i) apgūstamā kursa priekšzināšanām, kuras aprakstītas klasē *PedagogicalData* kā atribūts *coursePreKnowledge*; (ii) kursa apguves grūtības pakāpi, kas ir klases *PedagogicalData* atribūts *courseDifficultyDegree* un (iii) mācīšanās stiliem, kas ir klases *PersonalityData* atribūts *learningStyle* (skat. 2.4. attēls).

Kursa apguvei nepieciešamās priekšzināšanas ir nedefinētas kursa aprakstā. Katra apmācāmā priekšzināšanas var noskaidrot vienā no gadījumiem (skat. 2.3.4. nodaļa): (a)

analizējot ārējās sistēmas datus par apmācāmo; (b) veicot apmācāmā testēšanu; (c) izmantojot apmācāmā individuālo izvēli.

Ar apmācāmā individuālo izvēli tiek noteikta kursa apguves grūtības pakāpe, t.i., kāds maksimālais apgūstamā kursa vērtējums apmācāmajam ir pieņemams (skat. 2.2. nodaļa). Pēc izvēlētas kursa apguves grūtības pakāpes, sistēma nosaka, cik sarežģīti uzdevumi un testi tiks piedāvāti vērtējuma ieguvei par katru kursa tēmu.

Mācīšanās stilus var noteikt ar testēšanas vai datizraces algoritmu palīdzību. Apmācāmā mācīšanās stils nosaka sistēmas piedāvāto resursu tipus (skat. 2.4.2. nodaļa).

Zemāk esošajā tabulā (skat. 9. tabula) ir parādītas klasifikācijai izvēlētas pazīmes un to vērtību kopas. Apskatāmajā piemērā, apmācāmo grupu klasifikācijai izvēlētajai pazīmei "Priekšzināšanas" (PK) ir iespējama viena no divām vērtībām. Ja apmācāmajam ir priekšzināšanas izvēlētajā kursā, tad PK=1, ja nav priekšzināšanu šajā kursā, tad PK=0.

9. tabula. LG veidošanas piemērā izmantotās apmācāmā pazīmes un to vērtību kopas

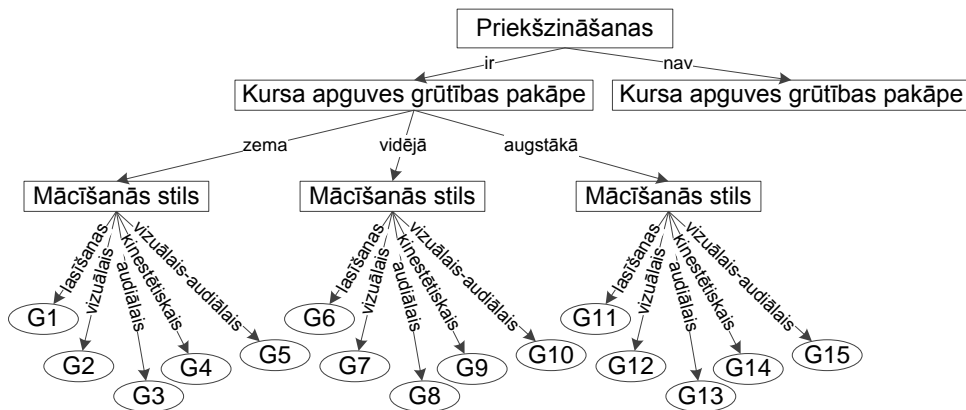
LM papilddati	Vērtības
Priekšzināšanas (PK)	1 (ir), 0 (nav)
Kursa apguves grūtības pakāpe (DL)	L (zema), M (vidēja), H (augstākā)
Mācīšanās stils (LS)	V (vizuālais), A (audiālais), R (lasīšanas), K (kinestētiskais), VA (vizuālais un audiālais)

Kursa apguves grūtības pakāpei (DL)) var būt viena no trim vērtībām (skat. 2.2. nodaļa): ja apmācāmais izvēlējies zemāko kursa apguves pakāpi, tad DL=L; ja ir izvēlēta vidējā kursa apguves grūtības pakāpe, tad DL=M; ja apmācāmais ir izvēlējies augstāko kursa apguves grūtības pakāpi, tad DL=H.

Pazīmei "mācīšanās stils" (LS) var būt viena no piecām vērtībām: V, A, R, K, VA (skat. 2.4.2. nodaļa). Šīs vērtības parāda, kāda veida informāciju apmācāmais labprāt vēlētos redzēt kursa apgūvē, piemēram, LS=V paredz informāciju, kas uztverama skatoties, A – klausoties, K – darbojoties un VA – gan skatoties, gan klausoties.

LFT augšējā līmeņa mezglā (saknē) tiek ierakstīta patvaļīgi paņemta grupu veidošanai paredzētā pazīme, jo grupas aprakstā nav svarīga pazīmju secība. Apskatāmajā piemērā, koka augšējā līmenī tiek ierakstīta pazīme "priekšzināšanas" (skat. 2.9. attēls). Atbilstoši ierakstītās pazīmes iespējamo vērtību skaitam (priekšzināšanām to ir 2), tiek veidoti divi apakšmezgli. Pāreja uz kuriem notiek atbilstoši pazīmes "priekšzināšanas" vērtībām. Izveidotajos mezglos tiek ierakstīta nākamā brīvi paņemtā pazīme, šajā piemērā tā ir "kursa apguves grūtības pakāpe". Šai pazīmei ir trīs vērtības, tāpēc nākamajā LFT līmenī tiek izveidoti 3 mezgli, kuros tiek ierakstīta nākamā brīvi paņemtā pazīme "mācīšanās stils". Šai pazīmei ir piecas vērtības,

tāpēc katram mācīšanās stila mezglam tiek izveidoti pieci apakšmezgli. Tā kā visas atlasītās pazīmes ir jau izmantotas LFT veidošanā, tad pašā apakšējā līmeņa mezglos tiek ierakstīti grupu nosaukumi. Piemērā grupas tiek sauktas "G1", "G2", ..., "G30".



2.9. attēls. Apmācāmo grupu veidošanas piemērā izmantotais pazīmju koks

Attēlā (skat. 2.9. attēls) ir parādīts tikai LFT kreisais zars, kas apraksta 15 grupas. Tikpat grupu izveidojas arī labajā zarā. Apskatītajā piemērā tiek izveidotas 30 dažādas grupas, kuras balstās uz apmācāmā priekšzināšanām (2 vērtības), kursa apguves grūtības pakāpi (3 vērtības) un mācīšanās stiliem (5 vērtības) (skat. 10. tabula).

10. tabula. Apmācāmo grupu veidošanas piemērā iegūtās LG un to raksturojums

Grupās nosaukums	Priekšzināšanas (PK)	Kursa apguves grūtības pakāpe (DL)	Mācīšanās stils (LS)	Grupās nosaukums	Priekšzināšanas (PK)	Kursa apguves grūtības pakāpe (DL)	Mācīšanās stils (LS)
G1	1	L	R	G16	0	L	R
G2	1	L	V	G17	0	L	V
G3	1	L	A	G18	0	L	A
G4	1	L	K	G19	0	L	K
G5	1	L	VA	G20	0	L	VA
G6	1	M	R	G21	0	M	R
G7	1	M	V	G22	0	M	V
G8	1	M	A	G23	0	M	A
G9	1	M	K	G24	0	M	K
G10	1	M	VA	G25	0	M	VA
G11	1	H	R	G26	0	H	R
G12	1	H	V	G27	0	H	V
G13	1	H	A	G28	0	H	A
G14	1	H	K	G29	0	H	K
G15	1	H	VA	G30	0	H	VA

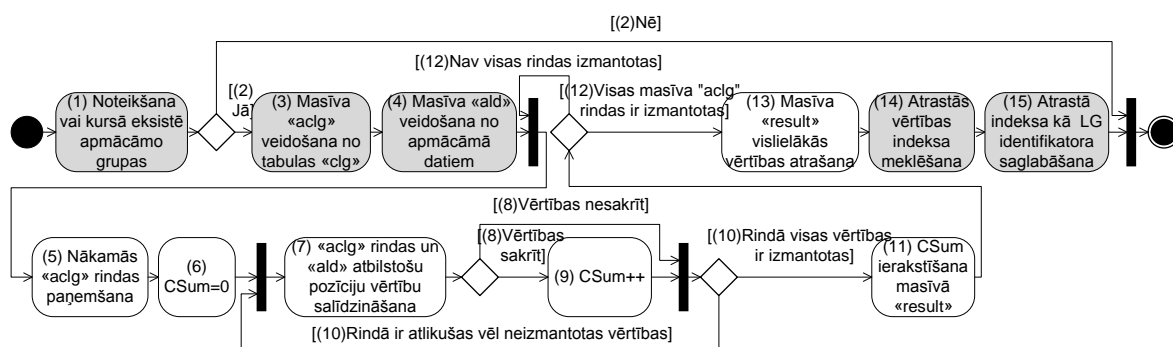
Balstoties uz izveidoto pazīmju koku, var identificēt katra kursa apmācāmā piederību konkrētajai grupai. Tabulā (skat.10. tabula) redzams, ka grupā "G15" ietilpst visi apmācāmie, kuriem apgūstamajā kursā ir priekšzināšanas (PK=1), viņi ir izvēlējušies kursa apguvei visaugstāko grūtības pakāpi (DL=H) un viņiem vienādā mērā piemīt vizuālais un audiālais mācīšanās stils (LS=VA).

LFT izmantošana dod iespēju veidot apmācāmo grupas no jebkura fiksēta pazīmju skaita. Piemēram, ja adaptācija tiek nodrošināta tikai pēc vecuma pazīmes ar trim vērtību diapazoniem, tad tiks aprakstītas tikai trīs apmācāmo grupas. Gadījumā, ja adaptācijai tiek izmantots apmācāmo vecums (3 vērtības), apmācāmo priekšzināšanas (2 vērtības), kursa apguves grūtības līmenis (3 vērtības) un mācību stili (5 vērtības), tad tiks izveidotas 90 LG.

Apmācāmo grupu veidošanas metodes izmantošana praksē ir aprakstīta 4.2. nodaļā. Apmācāmo grupas ir izveidotas, tālāk tiek apskatīts kā notiek LG identifikatora meklēšana.

Apmācāmo grupas identifikatora meklēšanas algoritms

Apmācāmo grupas identifikatora meklēšanai tika izstrādāts algoritms (*Learner Group Identifier Searching Algorithm* (LGISA)), kura darbība ir aprakstīta ar aktivitāšu diagrammas palīdzību (skat. 2.10. attēls). Aktivitāšu diagrammas stāvokļos iekavās ierakstītie skaitļi apzīmē LGISA aprakstošos soļus. Algoritms balstās uz vislielāko apmācāmā pazīmju vērtību un LG pazīmju vērtību sakritību.



2.10. attēls. Apmācāmo grupas identifikatora meklēšanas algoritma darbību secība

Ja kursā ir nodefinētas apmācāmo grupas (soļi 1.-2.), tad, balstoties uz kursā izveidotajām LG un apmācāmā pazīmēm, apmācāmajam tiek meklēts grupas identifikators, kura atrašanai tiek izmantoti divi masīvi. Viens ir divdimensiju masīvs "aclg" ar kursa LG pazīmju vērtībām (solis 3.). Otrs ir viendimensiju masīvs "ald" ar apmācāmā pazīmju vērtībām (solis 4.). Viendimensiju masīvs tiek salīdzināts ar divdimensiju masīva katru rindiņu (soļi 5.-12.). Ja abu masīvu vērtības tekošajās pozīcijās sakrīt, tad pie kontrolsummas tiek pieskaitīts "1". Rindiņu salīdzināšanas rezultātā tiek iegūta kontrolsumma CSum, kuras vērtība tiek saglabāta viendimensiju masīvā "result" (solis 11.). Rezultātā masīvā "result" tiek saglabātas kontrolsummas, kas norāda apmācāmā pazīmju sakritību ar katru kursā definēto LG. Tālāk, masīvā "result" tiek atrasta vislielākā ierakstītā vērtība (bija vislielākā LG un apmācāmā pazīmju vērtību sakritība). Atrastās vērtības indekss, kura vērtība tiek palielināta

par vienu (jo masīva indeksācija sākas no nulles), ir arī meklējamās apmācāmo grupas numurs (soļi 13.-15.).

Detalizēts LG identifikatora meklēšanas algoritma apraksts atrodams 6. pielikumā.

Adaptācijas scenāriji

Eksperimentālajā sistēmā adaptācijas organizēšanai tiek izmantotas apmācāmo grupas (LG), kuras tiek iegūtas ar LGCM palīdzību (skat. 2.5.1. nodaļa). Atbilstoši izveidoto LG aprakstiem, katrai LG tiek izveidots adaptācijas scenārijs. Scenārijā ir sistēmas piedāvāto aktivitāšu tipiskas secības tekstuāls apraksts, kuru izpilda sistēmas lietotājs [Koc00]. Promocijas darba ietvaros izstrādātais adaptācijas scenārijs ir apmācības procesā izmantoto satura modeļa elementu (precīzāk, mācību objektu) adaptācijas apraksts, kuru pilda pati adaptīvā sistēma. Zinot konkrētajai LG izstrādāto adaptācijas scenāriju, sistēma šajā grupā iekļautajam apmācāmajam spēj ātri piedāvāt jau savlaicīgi izstrādāto adaptācijas scenāriju. Šāda pieeja sistēmai nodrošina spēju ātri adaptēties lielum apmācāmo skaitam.

Adaptācijas scenārija veidošana balstās uz sistēmā izstrādātajiem adaptācijas noteikumiem. Adaptācijas noteikumi apraksta sistēmas reakciju uz noteiktām apmācāmo pazīmēm, t.i., atbilstoši kādai apmācāmā modelī (LM) aprakstītajai apmācāmā pazīmei, kāds satura modeļa (CM) elements tiek adaptēts. Adaptācijas scenārijā tiek aprakstīta apmācībā izmantoto CM elementu pielāgošana.

Lai aprakstītu eksperimentālajā sistēmā izmantotos adaptācijas noteikumus, apmācāmā īpašībām un satura modeļa elementiem tiks ieviesti apzīmējumi.

Ja apmācāmo apzīmēsim ar L , tad apmācāmo raksturojošo pazīmi (skat. 2.3.3. nodaļa) apzīmēsim ar $L(Feature)$.

Promocijas darba ietvaros izstrādātās adaptīvās sistēmas CM (skat. 2.4.1. nodaļa) apraksta mācību kursu, kurš sastāv no vienas vai vairākām tēmām. Katru tēmu veido viens vai vairāki mācību objekti (*Learning Object* (LO)). Katrs LO sastāv no daļām, kuras tiek aprakstītas ar klases *Part* palīdzību (skat. 2.5. attēls). Vispārīgā gadījumā atsevišķu LO daļu apzīmēsim ar $LO(Part)$.

Izstrādātajā CM klasei *Part* ir četras apakšklases: *Description*, *Theory*, *Practice* un *Assessment*, tāpēc konkrētas LO daļas apzīmēšanai izmantosim klases *Part* apakšklases nosaukumu. Piemēram, LO teorētisko daļu apzīmēsim $LO(Theory)$.

Katru LO daļu veido kāda elementu grupa, kurā elementi ir apvienoti pēc noteikta tipa (*GroupType*). Vispārīgā gadījumā šādu elementu grupu apzīmēsim ar $LO(Part(GroupType))$.

Konkrētajā gadījumā, LO daļu veidojošos elementus nosaka attiecīgās LO daļas klases

atribūti. Piemēram, klasei *Theory* ir atribūts *contentType*, tāpēc LO teorētiskās daļas satura elementus apzīmēsim ar $LO(Theory(contentType))$. Līdzīgi, praktiskajā daļā izmantotās aktivitātes apzīmēsim ar $LO(Practice(activityType))$ utml.

Katra LO daļas elementu grupa (*GroupType*) sastāv no konkrētiem elementiem. Vispārīgā gadījumā viena tāda elementa (*Element*) apzīmēšanai izmantosim pierakstu $LO(Part(GroupType(Element)))$. Konkrētajā gadījumā, piemēram, praktiskajā daļā izmantotās aktivitātes "vingrinājums" (*Exercise*) pierakstīsim kā $LO(Practice(activityType(Exercise)))$.

Izmantojot ieviestos apzīmējumus, adaptīvās apmācības sistēmas adaptācijas noteikumus vispārīgā gadījumā var aprakstīt ar formulas 1. palīdzību:

$$L(\text{Feature}) \rightarrow LO(\text{Part}(\text{GroupType}(\text{Element}))) \quad (1.)$$

LMPAELS adaptācijas modeļa praktiskajā realizācijā tiek izmantota nosacījumu konstrukcija "ja-tad". Tādā gadījumā formula 1. ir pierakstāma sekojoši (skat. formula 2.):

$$\text{IF } (L(\text{Feature}) == \text{Value1}) \text{ THEN } LO(\text{Part}(\text{GroupType}(\text{Element}))) = \text{Value2} \quad (2.)$$

Izmantojot formulu 2., adaptācijas noteikumus var interpretēt sekojoši, ja apmācāmā noteiktās pazīmes vērtība ir vienāda ar *Value1*, tad LO noteiktās daļas elementa ar noteiktu grupas tipu vērtība būs vienāda ar *Value2*.

Sistēmas praktiskajā realizācijā izmantoto LM un CM elementu vērtību atbilstība ir aprakstīta tabulā (skat. 11. tabula).

11. tabula. Apmācāmā modeļa un satura modeļa elementu vērtību atbilstība sistēmas adaptīvās reakcijas nodrošināšanai

Apmācāmā pazīmes ($L(\text{Feature})$)	Apmācāmā pazīmju vērtības <i>Value1</i>	Satura modeļa elementu vērtības <i>Value2</i>	Adaptējamie satura elementi ($LO(\text{Part}(\text{GroupType}(\text{Element})))$)
Priekšzināšanas (PK)	PK=1 (ir)	E=0 (nē)	Theory(contentType(Explanation))
	PK=0 (nav)	E=1 (jā)	
Kursa apguves grūtības pakāpe (DL)	DL=L (zemākā)	A=E (vienkāršs)	Practice(activityType(Exercise)), Assessment(activityType(Task)), Assessment(activityType(Quiz))
	DL=M (vidējā)	A=M (vidējs)	
	DL=H (augstākā)	A=H (sarežģīts)	
Mācīšanās stils (LS)	LS=R (lasīšanas)	RT=R (lasīt)	Theory(contentType(Basic))
	LS=V (vizuālais)	RT=W (skatīties)	
	LS=A (audiālais)	RT=L (klausīties)	
	LS=K (kinestētiskais)	RT=D (darboties)	
	LS=VA (vizuālais un audiālais)	RT=WL (skatīties un klausīties)	

Tabulas pirmajā kolonnā ir norādītas apmācāmā pazīmes, otrajā kolonnā ir šo pazīmju vērtības. Ceturtajā kolonnā ir norādītas LO daļas un šo daļu elementi, kuri tiek adaptēti. Trešajā kolonnā ir norādītas adaptējamo satura elementu vērtības.

Izmantojot tabulā aprakstītās LM un CM elementu atbilstības, apskatīsim adaptācijas noteikuma piemēru. Ja apmācāmajam L_1 mācīšanās stils (*Learning Style (LS)*) ir vizuālais, t.i.

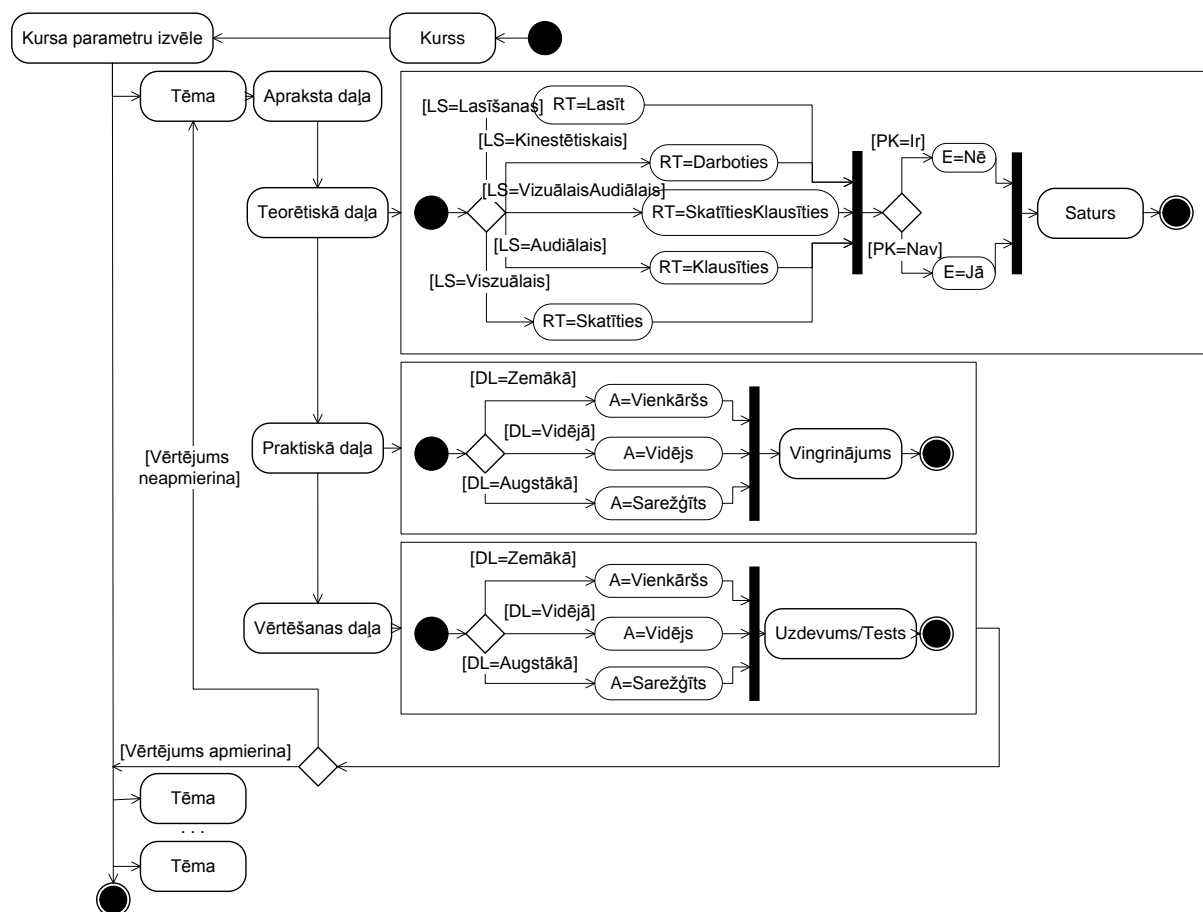
$L_1(LS) = "V"$, tad mācību objekta LO_1 teorētiskās daļas (*Theory*) elementam "pamatsaturs" (*Basic*), kurš pieder satura elementu grupai (*contentType*), vērtība būs "W" (formula 3.):

$$IF (L_1(LS) == "V") THEN LO_1(Theory(contentType(Basic)))="W" \quad (3.)$$

Vispārīgā gadījumā adaptācijai tiek pakļautas tikai trīs LO daļas (teorētiskā daļa, praktiskā daļa un vērtēšanas daļa). Veidojot adaptācijas scenāriju jāņem vērā minēto LO daļu adaptēšanas iespējas. Ja adaptācijas scenāriju apzīmē kā kopu S, tad adaptācijas scenāriju vienam LO var pierakstīt kā kopu S (skat. formula 4.):

$$S = \{ LO(Theory(contentType(Basic))), LO(Theory(contentType(Explanation))), LO(Practice(activityType(Exercise)), LO(Assesment(activityType(Task))), LO(Assesment(activityType(Quiz))) \} \quad (4.)$$

Zemāk paskaidrosim adaptācijas scenārija pierakstu (formula 4.) un apskatīsim katras LO daļas adaptācijas iespējas. Izstrādātās sistēmas rakstiskajā realizācijā izmantotie adaptācijas noteikumi ir parādīti attēlā (skat. 2.11. attēls). Vienkāršības dēļ, attēlā ir parādīta kursa tēma, kas sastāv tikai no viena mācību objekta.



2.11. attēls. Kursa tēmas ar vienu mācību objektu adaptācijai paredzētie noteikumi

Tēmas teorētiskajā daļā iekļautie satura elementi apraksta pamatsaturu un paskaidrojumus. Šajā daļā vienmēr tiek rādīts pamatsaturs ($LO(Theory(contentType(Basic)))$). Vispārīgā gadījumā pamatsatura adaptācija notiek balstoties uz saturā izmantoto resursu tipu.

Sistēmas praktiskajā realizācijā pamatsatura adaptācija ir atkarīga no apmācāmā mācīšanās stila (LS). Mācīšanās stila vērtības nosaka teorētiskajā daļā piedāvātās informācijas veidu, t.i. kāda formāta resursus (RT) (skat. 2.4.2. nodaļa) sistēma izmantos teorētiskās daļas satura attēlošanai. Ja LS netiek izmantots apmācāmo grupu izveidē, tad kursa veidotājam/skolotājam nav jāveido dažādi resursi vienam un tam pašam LO un pamatsaturā tiks rādīti visi LO teorētiskajā daļā ievietotie resursi. Gadījumā, ja vienam LO nav vajadzīgi vai nebūs izveidoti dažādu veidu resursi, tad tiks piedāvāts noklusētais resursu tipu variants, t.i. mācību resursi, kuri visvairāk atbilst lasīšanas stilam. Izvēle tiek pamatota ar to, ka tieši šāda tipa mācību materiāli visbiežāk tiek izmantoti kursu veidošanā neadaptīvas sistēmas gadījumā (skat. 3.3.3. nodaļa).

Tēmas teorētiskajā daļā pamatsaturu var papildināt ar paskaidrojumiem ($LO(Theory(contentType(Explanation)))$). Paskaidrojumu izmantošana būs iespējama, ja LG izveidē tiks izmantota apmācāmā pazīme "priekšzināšanas apgūstamajā kursā" (PK). Piemēram, ja apmācāmajam konkrētā kursa apguvei nav priekšzināšanu ($PK=Nav$), tad tiek rādītas hipersaites uz pamatjēdzienu skaidrojumiem ($E=Jā$), pretējā gadījumā saites uz paskaidrojumiem netiek rādītas. Ja rodas vajadzība, apmācāmais pats var ieslēgt/izslēgt paskaidrojumu rādīšanas opciju.

Tēmas praktiskajā daļā tiek izmantota aktivitāte "vingrinājums" ($Practice(activityType(Exercise))$). Šīs aktivitātes veids ir atkarīgs no izvēlētās kursa apguves grūtības pakāpes (DL). Piemēram, ja apmācāmais ir izvēlējis zemāko kursa apguves grūtības pakāpi ($DL=Zemākā$), tad praktiskajā daļā tiek rādīti tikai tie vingrinājumi, kas atbilst vienkāršai grūtības pakāpei ($A=Vienkāršs$) (skat. 11. tabula). Ja LG veidošanā netiek izmantota kursa apguves grūtības pakāpe, tad praktiskajā daļā tiek rādīti visi vingrinājumi, kas ir ievietoti šajā LO daļā.

Tēmas vērtēšanas daļā tiek izmantotas aktivitātes "uzdevums" un/vai "tests". Līdzīgi kā praktiskajā daļā, arī vērtēšanas daļas aktivitāšu veids ir atkarīgs no apmācāmā izvēlētās kursa apguves grūtības pakāpes.

CM elementu adaptācijas organizēšanai tiek izmantoti adaptācijas paņēmieni (skat. 1.5.3. nodaļa). Adaptācijas paņēmienu izmantošana LO daļu pielāgošanā ir apkopota tabulā (skat. 12. tabula), kuras pirmajā kolonnā norādīts adaptācijas līmenis, otrajā kolonnā parādīti konkrētajā līmenī izmantotie adaptācijas paņēmieni. Nākamajās kolonnās ir norādītas LO

daļas un tajās adaptējamie elementi. Kolonna ar burtu "V" nozīmē adaptācijas paņēmienu izmantošanu vispārīgā gadījumā. Kolonna ar burtu "S" norāda sistēmas praktiskajā realizācijā izmantotos paņēmienus. Ar zīmi "+" tiek apzīmēta konkrēta paņēmiena pielietošana.

12. tabula. Adaptācijas paņēmienu izmantošana adaptācijas scenāriju organizēšanā

Adaptācijas līmenis	Adaptācijas paņēmieni	Teorētiskā daļa				Praktiskā daļa		Vērtēšanas daļa			
		Saturš		Paskaidrojumi		Vingrinājums		Uzdevums		Tests	
		V	S	V	S	V	S	V	S	V	S
Satura līmenis	Satura varianti	+	+			+		+		+	
	Papildus paskaidrojumi			+	+						
	Priekšnosacījumu paskaidrojumi			+							
	Salīdzinošie paskaidrojumi			+							
	Paskaidrojumu varianti			+							
	Nosacījuma fragmenti	+	+			+	+	+	+	+	+
	Paplašinātais teksts	+									
	Fragmentu varianti	+				+		+		+	
	Fragmentu kārtošana	+				+					
Prezentācijas līmenis	Izkārtojuma varianti	+		+		+		+		+	
	Vairāku valodu izmantošana	+		+		+		+		+	
Navigācijas līmenis	Globāla vadība	+	+			+	+	+	+	+	+
	Lokāla vadība	+	+			+	+	+	+	+	+
	Globālais orientēšanās atbalsts	+	+			+	+	+	+	+	+
	Lokālais orientēšanās atbalsts	+	+			+	+	+	+	+	+
	Personalizētie skati	+				+		+		+	
	Saišu tiešā vadība	+	+								
	Saišu kārtošana	+									
	Saišu anotācija	+		+							
	Saišu dzēšana	+									
	Saišu paslēpšana	+	+	+	+						
	Saišu ģenerēšana	+									
	Satura kartes adaptācija	+	+								

Apskatīsim piemēru adaptācijas scenāriju izveidei. Ja apmācāmo grupu veidošanai tiek izmantotas apmācāmo pazīmes: priekšzināšanas kursā (2 vērtības), kursa apguves grūtības pakāpe (3 vērtības) un mācīšanās stils (5 vērtības), tad, izmantojot LGCM, tiek izveidotas 30 apmācāmo grupas. Izmantojot tabulā (skat. 11. tabula) aprakstīto LM un CM vērtību atbilstību, katrai grupai tiek ģenerēts noteikts adaptācijas scenārijs atbilstoši formulā 4. aprakstītajai adaptācijai paredzēto elementu secībai. Izveidotajām apmācāmo grupām atbilstošie scenāriji ir aprakstīti tabulā (skat. 13. tabula). Piemēram, apmācāmo grupai ar nosaukumu G30, tiek piemērots adaptācijas scenārijs $S_{30}=\{WL,1,H,H,H\}$.

Piemēram, ja apmācāmais tika klasificēts grupā G1, tad viņam tiek pielietots adaptācijas scenārijs "S1", kur $S1=\{R,0,E,E,E\}$ (skat. 13. tabula). Šajā scenārijā norādīts, ka LO teorētiskajā daļā satura attēlošanai tiks izmantoti resursi, kas paredzēti lasīšanai (skat. 2.4.2. nodaļa). Šie resursi ir sekojoši: dokumenti, tīmekļa vietnes resursi un digitālās preses izdevumi (skat. 2.6. attēls). Tēmas saturā nebūs automātiski iekļauta paskaidrojumu rādīšana.

Praktiskajā daļā un vērtēšanas daļā tiks atlasītas aktivitātes (vingrinājums, uzdevums, tests), kurām grūtības pakāpe būs "vienkārša".

Adaptācijas scenāriju praktisko realizāciju nodrošina apmācāmo grupu modulis (skat. 3.3.3. nodaļa).

13. tabula Adaptācijas scenāriju piemērs 30 apmācāmo grupām, aprakstot mācību objekta teorētiskās daļas, praktiskās daļas un vērtēšanas daļas adaptāciju

Grupa	Scenārijs	Teorētiskā daļa		Praktiskā daļa		Vērtēšanas daļa			Grupa	Scenārijs	Teorētiskā daļa		Praktiskā daļa		Vērtēšanas daļa	
		Saturs (RT)	Paskaidrojumi (E)	Vingrinājums(A)	Uzdevums (A)	Tests (A)	Saturs (RT)	Paskaidrojumi (E)			Vingrinājums(A)	Uzdevums (A)	Tests (A)			
G1	S1	R	0	E	E	E	G16	S16	R	1	E	E	E			
G2	S2	W	0	E	E	E	G17	S17	W	1	E	E	E			
G3	S3	L	0	E	E	E	G18	S18	L	1	E	E	E			
G4	S4	D	0	E	E	E	G19	S19	D	1	E	E	E			
G5	S5	WL	0	E	E	E	G20	S20	WL	1	E	E	E			
G6	S6	R	0	M	M	M	G21	S21	R	1	M	M	M			
G7	S7	W	0	M	M	M	G22	S22	W	1	M	M	M			
G8	S8	L	0	M	M	M	G23	S23	L	1	M	M	M			
G9	S9	D	0	M	M	M	G24	S24	D	1	M	M	M			
G10	S10	WL	0	M	M	M	G25	S25	WL	1	M	M	M			
G11	S11	R	0	H	H	H	G26	S26	R	1	H	H	H			
G12	S12	W	0	H	H	H	G27	S27	W	1	H	H	H			
G13	S13	L	0	H	H	H	G28	S28	L	1	H	H	H			
G14	S14	D	0	H	H	H	G29	S29	D	1	H	H	H			
G15	S15	WL	0	H	H	H	G30	S30	WL	1	H	H	H			

2.5.2. Ieteicamās tēmu secības izveides metode

Promocijas darba ietvaros tika izstrādāta ieteicamās tēmu secības izveides metode (*Optimal Topic Sequence Creation Method (OTSCM)*). Ar OTSCM palīdzību, izmantojot mācību kursu apguvušo apmācāmo (turpmāk, iepriekšējo apmācāmo) mācību procesa datus, tiek izveidota piemērotākā tēmu secība kursa apguvei. Metodes realizāciju nodrošina tēmu secības modulis, kas aprakstīts 3.3.3. nodaļā.

Izstrādātā OTSCM nav saistīta ar apmācāmo grupām. Metodē tiek izmantoti konkrēta kursa visu apmācāmo (neatkarīgi no LG) apmācības procesa rezultāti. Ar šīs metodes palīdzību kursam tiek izveidota ieteicamā tēmu secība, kuras izmantošana paplašina sistēmas personalizācijas iespējas (skat. 2.5.3. nodaļa).

Lai panāktu apmācāmā vajadzībām un vēlmēm virzītu mācību procesu, sistēmā jābūt paredzētai satura elementu vadības iespējai. Šim nolūkam tika pētītas AELS izmantotās mācību procesa organizēšanas un vadības metodes (skat. 1.5.4. nodaļā). Pētījuma rezultātā tika konstatēts, ka apskatītajās AELS mācību satura elementu secības organizēšanā: (i) tiek izmantotas apgūstamā jēdziena pazīmes (jēdziena svars) [JHP12], konkrētā apmācāmā tekošā mācību procesa rezultāti [MB08], [BV03], pedagoģiskie ierobežojumi [EAB+12]; (ii) netiek izmantota iepriekšējo apmācāmo gūtā pieredze; (iii) tiek izmantoti neliela izmēra satura elementi, kas apgrūrina un paldzina e-kursa izveidi; (iv) attiecību starp satura elementiem

glabāšanai tiek izmantotas komplicētas struktūras, piemēram hierarhiskās datu struktūras, kas prasa no kursa veidotāja/skolotāja zināšanas atbilstošu struktūru pārvaldīšanā.

Pamatojoties uz AELS mācību procesa vadībā konstatētajām nepilnībām (skat. 1.5.4. nodaļa), promocijas darba ietvaros tika izstrādāta OTSCM, kas atšķiras no esošajām mācību procesa vadības metodēm ar to, ka izstrādātajā metodē tiek izmantoti kursa iepriekšējo apmācāmo mācību procesa dati, kuros ir aprakstīta apmācāmo gūtā pieredze kursa apgūvē. Piedāvātā OTSCM ir vienkāršāka izmantošanā, salīdzinot ar 1.5.4 nodaļā aprakstītajiem risinājumiem. Tās darbības objekts ir kursa tēmas, kuras tiek realizētas daudzās bezmaksas apmācību vadības sistēmās. Praktiskajā OTSCM realizācijā saišu starp tēmām un tēmu secības grafa glabāšanai tiek izmantotas simbolu virknes, kas neprasa lielus datora atmiņas resursus un papildus zināšanas no kursa veidotāja vai skolotāja.

Jēdzienu skaidrojumi

Viena kursa tēmas var apvienot tēmu kopā. Elementu kopas apakškopu, kuras elementiem piemīt noteiktas īpašības, sauc par izlasi. Tādas kopas apakškopu, kurā ir svarīga elementu secība, sauc par sakārtotu izlasi. Tātad, par tēmu secību (*Topic Sequence* (TS)) sauksim pēc konkrētas pazīmes sakārtotu kursa tēmu izlasi.

Sistēmā LMPAELS tiek izmantotas trīs veidu tēmu secības (skat. 2.5.3. nodaļa): (a) apmācāmā tēmu secība, (b) skolotāja tēmu secība un (c) ieteicamā tēmu secība.

Apmācāmā TS (*Learner Topic Sequence* (LTS)) ir tāda TS, kura tiek iegūta apmācāmajam pašam izvēloties apgūstamās tēmas, balstoties uz saitēm starp tēmām, kuras iepriekš jau norādīja kursa autors vai skolotājs.

Skolotāja TS (*Teacher Topic Sequence* (TTS)) ir tāda TS, kuru norāda skolotājs konkrēta kursa apgūvei, balstoties uz savu pedagoģisko pieredzi un saitēm starp tēmām.

Ieteicamā TS (*Optimal Topic Sequence* (OTS)) ir tāda tēmu secība, kas balstās uz kursa visu iepriekšējo apmācāmo mācību procesa datiem un saitēm starp tēmām.

OTS tiek iegūta ar OTSCM, izmantojot saites starp kursa tēmām, iepriekšējo apmācāmo izmantotās tēmu secības un kursa apguves rezultātus (atzīmes). Tā kā OTS iegūšanai tiek atlasītas apmācāmo tēmu secības, kurām atbilst labākie kursa apguves rezultāti, tad var pieņemt, ka metode piedāvā kursa apgūvei piemērotāko kursa apguves tēmu secību, t.i. TS, kas ļaus sasniegt vislabākos kursa apguves rezultātus.

Tēmu secībā katrai tēmai piemīt kārtas numurs jeb pozīcija, kas raksturo tēmas atrašanās vietu šajā secībā. Piemēram, ja kursā ir tēmas ar nosaukumiem "1", "2", "3", "4", "5" un apmācāmais šīs tēmas ir apguvis sekojošā secībā "1", "2", "4", "5", "3", tad apmācāmā

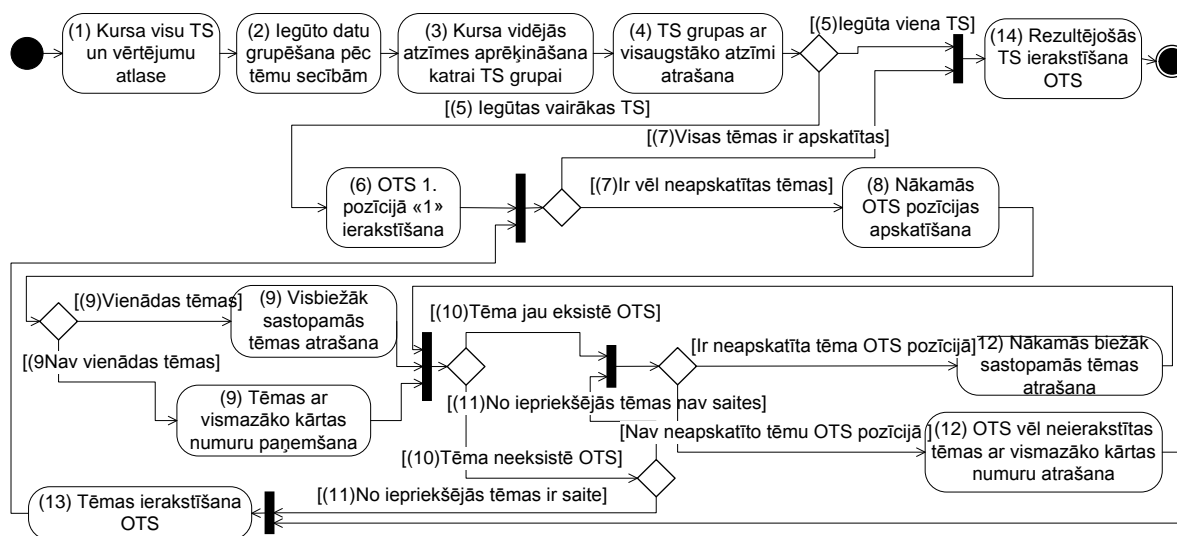
TS būs kopa $LTS = \{1,2,4,5,3\}$. Šajā TS, piemēram, tēmas "4" kārtas numurs jeb pozīcija ir 3.

Ieteicamās tēmu secības izveides metodes būtība

Kursa apguves laikā apmācāmo tēmu secības tiek saglabātas sistēmas datubāzē. OTS iegūšanai tiek izmantotas konkrēta kursa apgūvē izmantotās tēmu secības, kursa apguves rezultāti (atzīmes) un saites starp kursa tēmām.

Ieteicamās tēmu secības izveides metodes būtība ir parādīta ar aktivitāšu diagrammas palīdzību (skat. 2.12. attēls), kurā aktivitāšu diagrammas stāvokļos iekavās ierakstītie skaitļi apzīmē OTSCM aprakstošos soļus.

Ieteicamās tēmu secības metodē sākumā tiek atlasītas visas tēmu secības, kuras atbilst konkrētajam kursam, un šīm TS atbilstošie kursa vērtējumi, ko iepriekš ieguvuši apmācāmie (solis 1.). Iegūtās TS tiek apvienotas grupās, kur vienā grupā ir vienādas secības (solis 2.). Katrai iegūtajai tēmu secību grupai tiek aprēķināta kursa apguves vidējā atzīme (solis 3.). Tiek atrasta kursa tēmu secību grupa ar visaugstāko vidējo atzīmi (solis 4.). Ja tāda tēmu secība ir viena, tad tā tiek uzskatīta par OTS (solis 14.).



2.12. attēls. Ieteicamās tēmu secības veidošanas aktivitāšu diagramma

Gadījumā, kad ir vairākas TS grupas ar vienādu visaugstāko vērtējumu, tad OTS tiek meklēta starp šīm TS grupām (soļi 5.-13.). Šajā gadījumā OTS meklēšana notiek, balstoties uz vislielāko tēmu atkārtosšanās biežumu skaitu konkrētajā tēmu secības pozīcijā un saitēm starp tēmām. OTS tekošajā pozīcijā tiek ierakstīta tā tēma, kurai ir vislielākais atkārtosšanās biežumu skaits un no OTS iepriekšējās ierakstītās tēmas eksistē saite uz šo iegūto tēmu. Ja saites nav, tad tiek ņemta tēma, kura pēc biežuma ir nākamā. Ja tēmu secību grupās tekošajā TS pozīcijā visas tēmas ir jau ierakstītas OTS, tad tiek ņemta vēl neierakstītā tēma, kurai ir

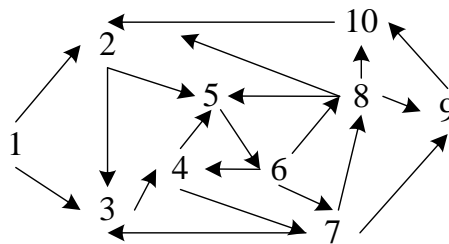
vismazākais kārtas numurs. Šī izvēle tiek pamatota ar to, ka no jau OTS ierakstītās tēmas ar vismazāko kārtas numuru vienmēr eksistē saite uz tēmu, kurai ir nākamais kārtas numuru.

OTS algoritma 12. solī, kad apskatāmajā TS pozīcijā neviena no esošajām tēmām neder, tad OTS tiek ierakstīta tēma ar vismazāko kārtas numuru, kuras vēl nav veidojamajā secībā. Šajā gadījumā netiek pārbaudīts vai no pēdējās ierakstītās OTS tēmas eksistē saite uz šo izvēlēto tēmu. Tas nav nepieciešams, jo OTS vienmēr sākas ar pirmo tēmu, kurai ir kārtas numurs "1". Tas nozīmē, ka kursa tēmu grafā no pirmās tēmas vienmēr eksistēs ceļš uz tēmu ar vismazāko kārtas numuru (piemēram, 2.13. attēls).

Detalizēts OTSCM soļu apraksts pieejams 6. pielikumā.

Ieteicamās tēmu secības izveides metodes darbības piemērs

OTSCM darbību aprakstīsim ar konkrēta piemēra palīdzību. Pieņemsim, ka mācību kurss sastāv no desmit obligāti apgūstamām tēmām. Kursa tēmu nosaukumi ir "1", "2", ..., "10". Saites starp tēmām ir attēlotas ar orientēta grafa palīdzību (skat. 2.13. attēls).



2.13. attēls. OTSCM darbības piemērā izmantotais kursa tēmu grafs

Bultiņas starp tēmām parāda iespējamo tēmu apguves secību. Tas paskaidro, kāda ir nākamā tēma, kas var tikt apgūta (bultiņas izejošais gals) pēc kādas sekmīgi apgūtas tēmas (bultiņas ieejošais gals). Piemēram, no tēmas "1" iziet divas bultiņas uz tēmu "2" un tēmu "3". Tas nozīmē, ka gadījumā, kad tiek sekmīgi apgūta pirmā tēma, tad kā nākamās apgūstamās tēmas tiek piedāvātas tēmas "2" un "3". Kursa tēmu grafs parāda visas iespējamās tēmu apguves secības. Sistēmas praktiskajā realizācijā tēmas sekmīga apguve nozīmē, ka tēmas vērtēšanas daļā tiek iegūta atzīme četri vai vairāk (skat. 2.15. attēls).

Pieņemsim, ka apmācāmie ir apguvuši augstāk aprakstīto kursu un ir iegūtas trīs dažādas apmācāmo tēmu secības (LTS) ar vienādu kursa apguves atzīmi (skat. 2.14. attēls). Attēlā trīs augšējās rindas parāda iegūtās apmācāmo tēmu secības LTS1, LTS2 un LTS3. Apakšējā rinda parāda OTS, kura tiek iegūta, izmantojot OTSCM, balstoties uz trim dotajām LTS un saitēm starp kursa tēmām.

Apskatīsim konkrētāk, kā šī OTS tika iegūta, izmantojot šajā nodaļā aprakstīto OTS

izveides algoritmu, kas balstās uz OTSCM. Tā kā ir vairākas tēmu secības ar vienādu kursa apguves atzīmi, tad OTS algoritmu sākam apskatīt no 6. soļa (skat. 2.12. attēls). Kamēr eksistēs vēl neapskatītas pozīcijas apmācāmo tēmu secībās, tikmēr turpināsim tās apskatīt. Aprakstīsim tikai tos OTS veidošanas soļus, kuros izmantoti atšķirīgi paņēmieni (2.14. attēls):

Pozīcija=	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
LTS1=	1	2	5	6	8	9	10	4	7	3
LTS2=	1	3	5	7	9	10	6	4	8	2
LTS3=	1	2	3	8	9	10	6	4	7	5
OTS=	1	2	5	6	8	10	3	4	7	9

2.14. attēls. Ieteicamās tēmu secības veidošanas piemērs

Solis 1. Tā kā kursa apguve sākas no 1. tēmas, tad $OTS=\{1\}$.

Solis 2. LTS 2. pozīcijā ir divas tēmas ar numuru "2", tāpēc ņemam šo tēmu. Tēmas "2" vēl nav veidojamajā OTS un no tēmas "1" eksistē saite uz "2", tāpēc tēmu "2" ierakstām OTS 2. pozīcijā, tagad $OTS=\{1,2\}$. Līdzīgs gadījums ir arī 3. solī, pēc kura $OTS=\{1,2,5\}$.

Solis 4. LTS 4. pozīcijā nav vienādu tēmu, tāpēc tiek ņemta tēma ar vismazāko kārtas numuru, tā ir "6". Šī tēma vēl nav OTS. No tēmas "5" eksistē saite uz tēmu "6", tāpēc $OTS=\{1,2,5,6\}$.

Solis 5. LTS 5. pozīcijā ir divas vienādas tēmas "9", bet no OTS pēdējās tēmas "6" nav saites uz tēmu "9", tāpēc tiek ņemta tēma "8". Tēmas "8" vēl nav OTS un no "6" uz "8" pastāv saite, tāpēc šo tēmu pievienojam OTS, $OTS=\{1,2,5,6,8\}$. Sestais solis ir līdzīgs 2. solim, tāpēc $OTS=\{1,2,5,6,8,10\}$.

Solis 7. LTS 7. pozīcijā ir divas tēmas "6". Taču tēma "6" jau ir OTS, tāpēc ņemam tēmu "10". Tēma "10" arī ir ierakstīta OTS. Ņemam vēl OTS neierakstītu tēmu, kurai ir vismazākais kārtas numurs. Tā ir tēma "3", $OTS=\{1,2,5,6,8,10,3\}$. Nākamajos divos soļos spriežam līdzīgi kā 2. solī, $OTS=\{1,2,5,6,8,10,3,4,7\}$.

Solis 10. LTS 10. pozīcijā visas tēmas ir pa vienai. Ņemam tēmu ar vismazāko kārtas numuru. Tā ir tēma "2". Šī tēma jau ir pievienota OTS. Tas pats ir attiecināms uz tēmu "3" un tēmu "5". Tā kā citu tēmu šajā LTS pozīcijā vairs nav, tad ņemam vēl OTS neierakstītu tēmu, kurai ir vismazākais kārtas numurs. Tā ir tēma "9", $OTS=\{1,2,5,6,8,10,3,4,7,9\}$.

Visas tēmu secības pozīcijas ir apskatītas un OTS veidošana ir pabeigta.

Ieteicamās tēmu secības izveidi nodrošina tēmu secības modulis (skat. 3.3.3. nodaļa),

kura darbībai izmantotās tabulas un to struktūra ir parādīta 2. pielikumā.

2.5.3. Kursa tēmu secības organizēšanas metode

Analizējot izmantotās adaptācijas metodes e-studijās (skat. 1.5.4. nodaļa), tika secināts, ka AELS vērojamas tādas tendences kā (a) mācību kursa secības automatizēšana [GLS15] un (b) mūsdienu apmācāmo vēlme kontrolēt savu apmācības procesu [FY00]. Ņemot vērā to, promocijas darba ietvaros tika izstrādāta kursa tēmu secības organizēšanas metode (*Topic Sequence Organization Method* (TSOM)), kuras realizāciju nodrošina tēmu secības modulis, kas aprakstīts 3.3.3. nodaļā.

Sistēmā LMPAELS apmācāmajam ir dota iespēja pašam vadīt mācību procesu, izvēloties vienu no trim tēmu secības (TS) variantiem: (a) skolotāja ieteikto tēmu secību, (b) pašam izvēloties apgūstamo tēmu vai (c) izmantojot sistēmas piedāvāto ieteicamo tēmu secību (skat. 2.5.2. nodaļa). Ar TSOM palīdzību apmācāmajam ir iespēja vairākkārtēji veikt tēmu secības maiņu. Mainot tēmu secību, katru reizi tiks izveidota jauna apgūstamo tēmu secība.

Tēmu secību varianti

Sistēmā LMPAELS tiek izmantoti trīs tēmu secību varianti: skolotāja tēmu secība; apmācāmā tēmu secība un ieteicamā tēmu secība (skat. 2.5.2. nodaļa).

Skolotāja tēmu secība (*Teacher Topic Sequence* (TTS)) ir tāda tēmu secība, kuru norāda kursa autors vai skolotājs, balstoties uz savu pedagoģisko pieredzi. TTS tiek norādīta kursa veidošanas laikā vai tūlīt pēc tā izveides. TTS parāda kursa tēmu apguves vēlamu secību. Visbiežāk, skolotāja tēmu secība atbilst e-studiju kursā izvietoto tēmu kārtībai, t.i. TTS vispirms ir 1. tēma, tad 2. tēma, tad 3. tēma utt.

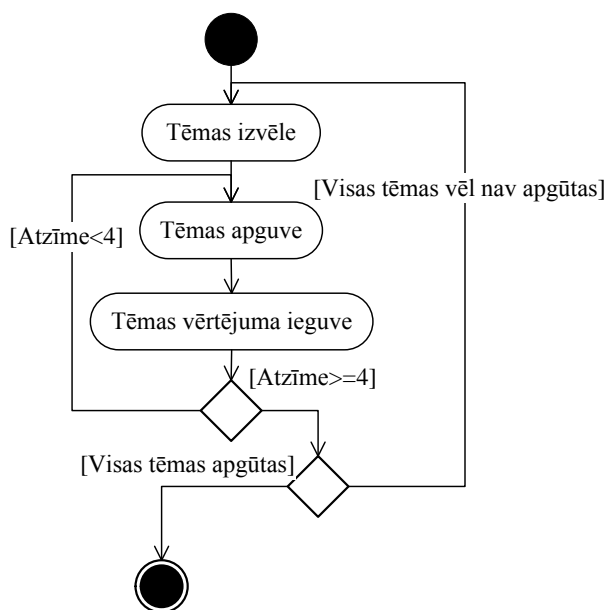
Apmācāmā tēmu secība (*Learner Topic Sequence* (LTS)) ir tāda TS, kura tiek iegūta apmācāmajam pašam izvēloties apgūstamās tēmas, balstoties uz iepriekš norādītajām saitēm starp tēmām (skat. 2.5.2. nodaļa). Saites izveido kursa autors vai skolotājs kursa veidošanas laikā. Ja apmācāmais ir apguvis jau pēdējo kursa tēmu, tad sistēma pārbauda, kuras tēmas vēl nav apgūtas, un piedāvā neapgūtās tēmas augošā secībā, pēc to kārtas numuriem.

Ieteicamā tēmu secība (*Optimal Topic Sequence* (OTS)) ir tāda tēmu secība, kura tiek izveidota ar ieteicamās tēmu secības izveides metodes palīdzību, kura aprakstīta 2.5.2 nodaļā. Tā kā OTS balstās uz iepriekšējo apmācāmo datiem, tad jaunā kursa gadījumā OTS ir vienāda ar skolotāja tēmu secību. OTS izveidi kursam ir lietderīgi veikt gadījumā, kad ir iegūts pietiekams daudzums apmācāmo tēmu secību. Piemēram, gadījumā, kad kursa apguvi ir pabeigusi viena apmācāmo grupa. OTS kursam var tikt izveidota vairākkārtēji, balstoties uz visām saglabātajām iepriekšējo apmācāmo tēmu secībām. Izveidotā OTS konkrētajam kursam

ir aktuāla līdz brīdim, kad tiek izskaitļota jaunā OTS. Pirmo reizi ieejot adaptīvajā kursā, apmācāmajam tiek piešķirta kursa OTS un līdz kursa apguves beigām tā vairs netiek mainīta.

Apmācāmā tēmu secības izveide

LMPAELS apmācāmā tēmu secība tiek veidota balstoties uz sekmīgas atzīmes iegūšanu par katru obligāti apgūstamo kursa tēmu. Sekmīga atzīme, tā ir robežatzīme, kura tiek pieņemta par pamatu, ka mācību viela ir sekmīgi apgūta. Eksperimentālajā sistēmā tā ir atzīme 4 (skat. 2.15. attēls).



2.15. attēls. Vienas kursa tēmu apguves aktivitāšu diagramma

Apgūstot kursu, sistēma piedāvā apgūstamo tēmu vai apmācāmais pats izvēlas tēmu apgūšanai, tad seko tēmas apguve. Tēmas apguve beidzas ar sekmīgas atzīmes iegūšanu par šo tēmu. Pēc tēmas sekmīgas apguves šī tēma tiek saglabāta apmācāmā tēmu secībā. Ja visas tēmas vēl nav apgūtas, tad apmācāmajam tiek piedāvāta nākamā tēma. Tādā veidā tiek iegūta apmācāmā tēmu secība līdz brīdim, kad visas tēmas ir apgūtas. Tas nozīmē, ka apmācāmais apguvis sekmīgi konkrētu mācību kursu.

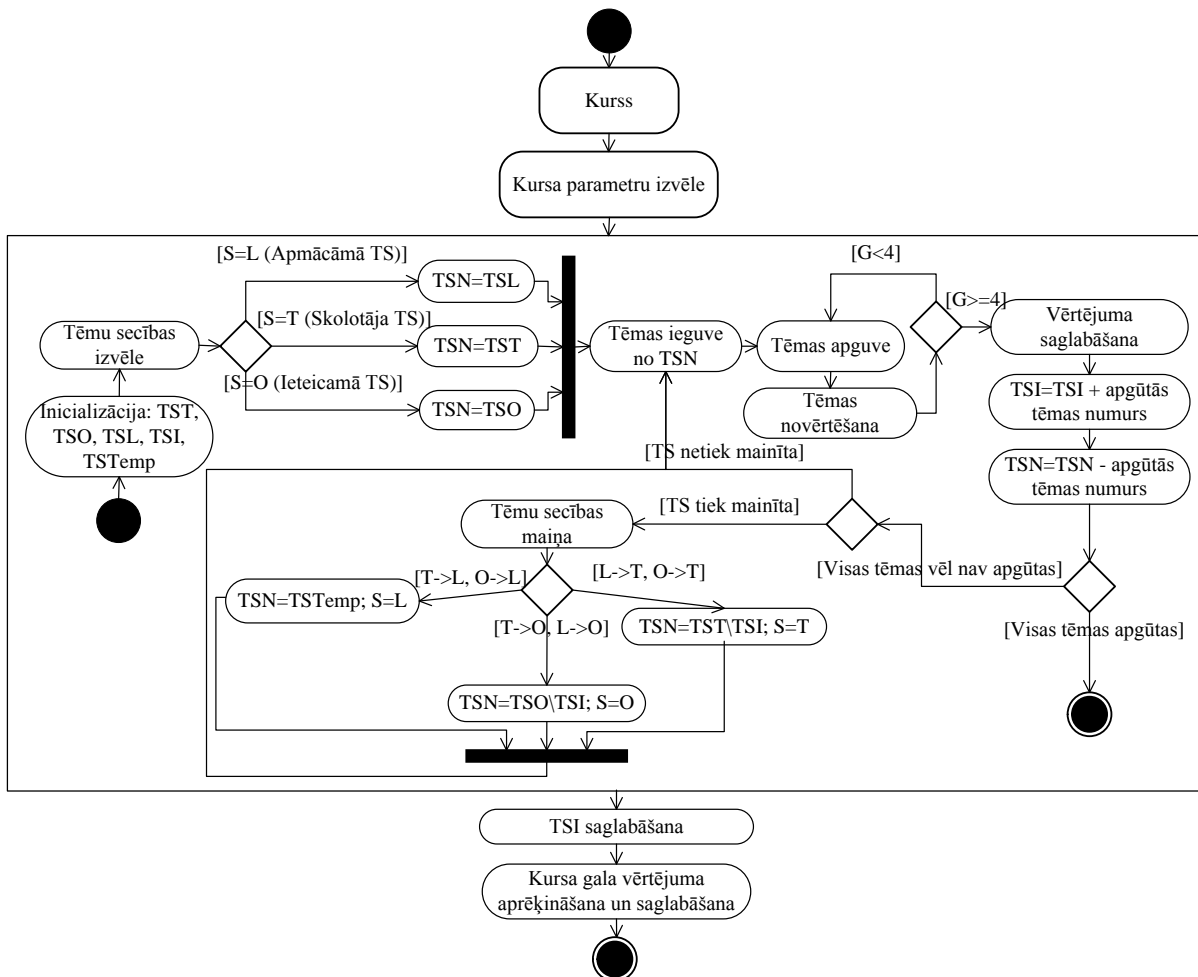
Kursa tēmu secības organizēšanas metodes būtība

Sākot kursa apguvi, apmācāmajam apguvei vienmēr tiek piedāvāta kursa pirmā tēma un ir ieslēgta TTS. Pēc jebkuras tēmas sekmīgas apguves ir iespējams izvēlēties citu TS.

Tēmu secību variantu izmantošanai kursa apguves laikā var būt divi gadījumi: (i) izvēlētā TS nekad netiek mainīta vai (ii) izvēlētā TS tiek mainīta vienu vai vairākas reizes. Pirmajā gadījumā, izvēloties TS variantu, apmācāmais to izmanto līdz kursa apguves beigām un sistēmai nav jāveic izmaiņas piedāvātajā TS. Otrajā gadījumā, pēc vienas TS nomaiņas uz

ciņu, sistēmai jāpārskata apgūto tēmu un izvēlēto TS un jāizveido jauna apgūstamā TS.

Tēmu secības maiņas gadījumā jaunās TS iegūšanai tiek izmantota tēmu secības organizēšanas metode. TSOM darbība parādīta aktivitāšu diagrammā (skat. 2.16. attēls). Lai būtu saprotams kā tiek iegūta jaunā TS, zemāk tiek skaidroti attēlā izmantotie apzīmējumi.



2.16. attēls. Kursa tēmu secības organizēšanas aktivitāšu diagramma

Tā kā kursa tēmu secībā svarīga nozīme ir tēmu kārtībai, tad ar TSN, TSL, TST, TSO, TSI, TSTemp apzīmēsim sakārtotas izlases, kuras satur tēmas noteiktā secībā, attiecīgi:

- TSN – tēmu secība, kādā apmācāmajam vēl jāapgūst atlikušās tēmas;
- TSI – tēmu secība, kuru apmācāmais jau ir apguvis uz tekošo laika momentu;
- TSL – apmācāmā izvēlētais TS variants, kas balstās uz pēdējās apgūtās tēmas saitēm;
- TST – skolotāja norādītā kursa apguves tēmu secība;
- TSO – ieteicamā tēmu secība, kura tiek izveidota ar OTSCM palīdzību (2.5.2. nodaļa);
- TSTemp - tēmas, kuras tiek iegūtas no pēdējās apgūtās tēmas saitēm.

Tēmu secības izvēles varianti ir apzīmēti ar burtiem, attiecīgi ar "T" – skolotāja TS, "L" - apmācāmā TS un "O" – ieteicamā TS. Apmācāmā izvēlēta tēmu secības ir apzīmēta ar

"S". Piemēram, ja $S=T$, tad tas nozīmē, ka apmācāmais izvēlējās skolotāja piedāvāto TS, tādā gadījumā apgūstamo tēmu secība būs $TSN=TST$.

Tēmu secības variantu maiņa ir iespējama tad, kad tēma ir apgūta (skat. 2.15. attēls). To nosaka tēmas vērtēšanas daļā izpildītā testa/uzdevuma atzīme. Tēmas vērtējums attēlā (skat. 2.16. attēls) ir apzīmēts ar burtu "G". Ja tēma ir novērtēta ar atzīmi, kas mazāka par četri ($G < 4$), tad notiek atkārtota izvēlētās tēmas apgūšana, pretējā gadījumā iegūtā atzīme tiek saglabāta datubāzē, tēma tiek pievienota pie apgūto tēmu secības TSI un apgūtā tēma tiek atņemta no apgūstamo tēmu secības TSN.

TS variantu maiņa ir apzīmēta ar bultiņu. Piemēram, $T \rightarrow L$ nozīmē, ka skolotāja tēmu secība tiek nomainīta uz apmācāmā tēmu secību. Kopumā iespējamās sešas tēmu secības variantu maiņas, tās ir: $L \rightarrow T$, $L \rightarrow O$, $T \rightarrow L$, $T \rightarrow O$, $O \rightarrow T$, $O \rightarrow L$.

Tā kā tēmu secība ir sakārtota izlase (skat. 2.5.2. nodaļa), kura satur tēmas noteiktā secībā, tad jaunu tēmu secības iegūšanai izmantosim starpību starp izlasēm. Piemēram, ja dotas divas izlases A un B, tad šo izlašu starpības rezultāts būs $C=A \setminus B$. Ar to sapratīsim, ka no izlases A tiek atņemta izlase B un rezultātā tiek iegūta izlase C, kura satur elementus no izlases A (nemainot to secību), kas neietilpst izlasē B.

Apskatīsim, kā tiek izskaitļotas vēl neapgūtās tēmas (TSN) visos sešos TS maiņas gadījumos: $L \rightarrow T$, $L \rightarrow O$, $T \rightarrow L$, $T \rightarrow O$, $O \rightarrow T$, $O \rightarrow L$ (2.16. attēls).

Pārejot uz ieteicamo ($T \rightarrow O$, $L \rightarrow O$) vai skolotāja tēmu secību ($L \rightarrow T$, $O \rightarrow T$) TSN iegūšanai tiek pielietota divu izlašu starpība. Apgūstamo tēmu secība tiek iegūta no tēmu secības, uz kuru notiek pāreja, atņemot jau apgūto tēmu secību. Piemēram, ja notiek pāreja no $T \rightarrow O$, tad $TSN=TSO \setminus TSI$.

Ja tēmu secības variants tiek nomainīts uz apmācāmā tēmu secību, tad izlašu starpību pielietot nevar, jo apmācāmā TS veidojas dinamiski kursa apguves procesā un visa TS vēl nav zināma. Tie ir divi gadījumi: $T \rightarrow L$ un $O \rightarrow L$.

Apmācāmā tēmu secības gadījumā nākamās tēmas izvēlei tiek piedāvātas tēmas, kas tiek iegūtas no apgūtās tēmas saitēm. $T \rightarrow L$ un $O \rightarrow L$ gadījumā tiek izveidota TS no tām tēmām, kuras iegūtas no apskatīto tēmu saitēm un kuras vēl nav apgūtas ($TSN=TSTemp$). Pēc kārtējās tēmas apguves $TSTemp$ tiek saglabātas tēmas, kuras iegūtas no tikko apgūtās tēmas saitēm. Ja veidojas situācija, kad $TSTemp$ ir tukšs (piemēram, apgūta pati pēdējā kursa tēma), tad sistēma pārskata visas kursa tēmas un meklē vēl neapgūtās tēmas. Ja tādas tēmas eksistē, tad tās ieraksta $TSTemp$, ja nē, tad tas nozīmē, ka visas kursa tēmas ir jau apgūtas.

Kursa apguves beigās izveidotā TSI tiek saglabāta kā TS, kuru apmācāmais izmantoja kursa apgūvē. Tiek izskaitļots kursa apguves gala vērtējums un arī saglabāts datubāzē.

Saglabātā kursa apguves secība un kursa apguves vērtējums tālāk tiek izmantoti kursa ieteicamās TS veidošanā (skat. 2.5.2. nodaļa).

Izmantojot augstāk aprakstītos apzīmējumus, TSOM būtība tiek aprakstīta sekojoši:

- ja $L \rightarrow T$ vai $O \rightarrow T$, tad $TSN = TST \setminus TSI$;
- ja $T \rightarrow O$ vai $L \rightarrow O$, tad $TSN = TSO \setminus TSI$;
- ja $T \rightarrow L$ vai $O \rightarrow L$, tad $TSN = TSTemp$.

Kursa tēmu secības organizēšanas gadījumā saišu starp tēmām vadīšanai tiek izmantoti adaptācijas paņēmieni (skat. 1.5.3. nodaļa). Adaptācijas līmenī izmantotie navigācijas paņēmieni ir apkopoti tabulā (skat. 14. tabula). Tabulas pirmajā kolonnā norādīts adaptācijas līmenis, otrajā kolonnā konkrētajā līmenī izmantotie adaptācijas paņēmieni. Nākamajās divās kolonnās ir norādīta navigācijas adaptācijas paņēmieni izmantošana vispārīgajā gadījumā (kolonna "V") un eksperimentālās sistēmas praktiskā realizācija (kolonna "S"). Ar zīmi "+" tiek apzīmēta konkrētā paņēmiena izmantošana.

14. tabula. Kursa tēmu vadībā izmantotie navigācijas paņēmieni

Adaptācijas līmenis	Adaptācijas paņēmieni	V	S
Navigācijas līmenis	Saišu tiešā vadība	+	+
	Saišu kārtošana	+	+
	Saišu anotācija	+	
	Saišu paslēpšana	+	+
	Saišu dzēšana	+	
	Saišu ģenerēšana	+	+
	Saites kartes adaptācija	+	+

Kursa tēmu secības organizēšanas piemērs

Ar piemēra palīdzību apskatīsim, kā darbojas tēmu secības organizēšanas metode. Pieņemsim, ka ir mācību kurss, kas sastāv no 10 tēmām. Skolotāja tēmu secība ir $TST = \{1;2;3;4;5;6;7;8;9;10\}$. Ieteicamā tēmu secība ir $OTS = \{1;2;5;6;8;10;3;4;7;9\}$.

Saites starp tēmām ir parādītas ar kursa tēmu grafa palīdzību attēlā (skat. 2.13. attēls), kuru var aprakstīt kā kopu $\{1:2,3;2:3,5;3:4;4:5,7;5:6;6:4,7,8;7:3,8,9;8:2,5,9,10;9:10;10:2\}$. Šajā kopā tēmas kārtas numurs tiek atdalīts no saitēm ar ":" un saites savā starpā tiek atdalītas ar "," palīdzību. Vienas porcijas "tēma:saites" atdalīšanai no citas porcijas tiek izmantots ";". Piemēram, tēmai ar kārtas numuru 1 ir saites uz tēmām ar kārtas numuriem: 2 un 3. Šāda kopa tiek saglabāta kā simbolu virkne.

Apskatīsim, kā notiek kursa tēmu apguves secības (TSI) izskaitļošana, izmantojot tēmu secības organizēšanas metodi. Piemērā izmantosim visus iespējamus TS maiņas

variantus. TS maiņas scenārijs būs sekojošs T->L->T->O->L->O->T (skat. 15. tabula kolonnā "Piezīmes").

Tabulas (skat. 15. tabula) pirmajā kolonnā ir norādīti soļi, kas apraksta vienas tēmas apguves procesu. Otrajā kolonnā ir norādīts izvēlētais TS variants. Trešajā kolonnā ir ierakstīta TS, kādā apmācāmajam būs jāapgūst tēmas. Ceturtajā kolonnā ir ierakstīta TS, kādā apmācāmais apguvis tēmas. Piektajā kolonnā ir norādīta TS maiņa un kā tiek iegūta TSN.

15. tabula. Mācību kursa tēmu secības organizēšanas piemērs

Soļi	S	TSN	TSI	Piezīmes
1.	T	{1;2;3;4;5;6;7;8;9;10}	{1}	TSN=TST
2.	T	{2;3;4;5;6;7;8;9;10}	{1;2}	TSN=TSN – apgūtā tēma
3.	L	{3;5}	{1;2;5}	T->L, TSN=TSTemp
4.	T	{3;4;6;7;8;9;10}	{1;2;5;3}	L->T, TSN=TST\TSI
5.	O	{6;8;10;4;7;9}	{1;2;5;3;6}	T->O, TSN=TSO\TSI
6.	L	{7;8}	{1;2;5;3;6;7}	O->L, TSN=TSTemp
7.	O	{8;10;4;9}	{1;2;5;3;6;7;8}	L->O, TSN=TSO\TSI
8.	T	{4;9;10}	{1;2;5;3;6;7;8;4}	O->T, TSN=TST\TSI
9.	T	{9;10}	{1;2;5;3;6;7;8;4;9}	TSN=TSN – apgūtā tēma
10.	T	{10}	{1;2;5;3;6;7;8;4;9;10}	TSN=TSN – apgūtā tēma

Solis 1. Kursa apguves sākumā apmācāmajam tiek piedāvāta pirmā tēma un iespēja izvēlēties tēmu secības variantu (skat. 2.16. attēls). Pēc noklusējuma ir ieslēgta skolotāja tēmu apguves secība (S=T). Neapgūto tēmu secība ir vienāda ar skolotāja tēmu secību (TSN=TST). Apmācāmā izvēlēta tēma ir parādīta treknrakstā 15. tabulas TSN kolonnā. Pēc tēmas sekmīgas apguves, apgūto tēmu secība TSI tiek papildināta ar 1. tēmu (TSI={1}) un 1. tēma tiek izdzēsta no neapgūto TS (TSN=TSN – apgūta tēma). *Solī 2* ir līdzīgs gadījums kā 1. solī.

Solis 3. Pēc tēmas 2 apguves, apmācāmais pārslēdz skolotāja tēmu secību uz apmācāmā tēmu secību (T->L). Šajā gadījumā tiek izveidota neapgūto TS no pēdējās tēmas saitēm uz nākošajām tēmām. Tā kā tēmai "2" ir saites uz tēmām "3" un "5", tad TSN=TSTemp={3;5}. No apguvei piedāvātajām tēmām apmācāmais izvēlas tēmu "5". Pēc šīs tēmas apguves tā tiek pievienota apgūto tēmu secībai, TSI={1;2;5}.

Solis 4. Pēc tēmas "5" apguves, apmācāmais veic tēmu secības maiņu L->T. Šajā solī tiek izskaitļota tēmu secība, kura būs jāizmanto apmācāmajam apgūstot atlikušās kursa tēmas. Šim nolūkam tiek ņemta skolotāja tēmu secība un no tās tiek atņemta jau apgūto tēmu secība (TSN=TST\TSI). Tāpēc TSN={1;2;3;4;5;6;7;8;9;10}\{1;2;5}={3;4;6;7;8;9;10}. No iegūtās TSN izriet, ka nākamā apgūstamā tēma būs tēma "3.". Pēc tēmas "3" apguves, tēma tiek pievienota TSI un izdzēsta no TSN.

Solis 5, solis 6, solis 7 un solis 8 apraksta līdzīgus gadījumus kā solī 3 un solī 4.

Solī 9 un *solī 10* tēmu secības variants netiek mainīts. Tāpēc pēc kārtējās tēmas apguves, apgūtā tēma tiek pievienota TSI un nodzēsta no TSN.

Rezultātā ir iegūta apgūto tēmu secība $TSI = \{1;2;5;3;6;7;8;4;9;10\}$, kura tiek saglabāta datubāzē kā apmācāmā kursa apguvei izmantotā tēmu secība.

2.6. Nodaļas kopsavilkums

Balstoties uz pārskata daļā iegūtajiem secinājumiem, tika izstrādāts uz apmācāmā modeli balstītas personalizētas adaptīvas sistēmas (LMPAELS) izveidei paredzētais apmācāmā modelis (LM), adaptācijas modelis (AM) un satura modelis (CM).

Tā kā AELS apmācāmā modeļos eksistējošais datu iedalījums pēc datu dzīves ilguma jeb vērtību patiesuma ir nepilnīgs, tad tika padziļināti pētīts apmācāmā modelī iekļaujamo datu dzīves ilgums. Pamatojoties uz pētījuma rezultātiem tika izstrādāts LM, kas balstās uz apmācāmā datu dzīves ilgumu, apraksta pieaugušo kā apmācāmo un izmantojams mūžizglītības kontekstā. LMPAELS LM dati tika iedalīti astoņās datu kategorijās: personīgie dati, personības dati, pedagoģiskie dati, iestatījumu dati, sistēmas lietošanas pieredzes dati, ierīces dati, apmācāmā darbību vēsture un zināšanas uz tekošo momentu.

Promocijas darba ietvaros tika aprakstīts apmācāmā modeļa datu dzīves cikls. Atkarībā no datu dzīves ilguma sistēmā, LMPAELS LM dati tika iedalīti trīs grupās: (i) pamatdati; (ii) papilddati un (iii) apmācības procesa dati. Pamatdatos tika iekļauti dati, kuri apraksta apmācāmā īpašības, kuru vērtības nemainās. Tie ir dati ar visgarāko dzīves ilgumu modelī. Pamatdatu grupā tika iekļauti LMPAELS LM personīgie dati. Papilddatu vērtības laika gaitā var mainīties. Papilddatu grupā tika iekļautas LMPAELS LM datu kategorijas: personības dati, pedagoģiskie dati, iestatījumu dati, sistēmas lietošanas pieredzes dati un apmācībā izmantotās ierīces dati. Apmācības procesa dati apvieno datus, kuru vērtības mainās bieži un to dzīves ilgums modelī ir visīsākais. Apmācības procesa dati satur tādas LMPAELS LM datu kategorijas kā apmācāmā darbību vēsture un zināšanas uz tekošo momentu.

LMPAELS LM datus var iegūt no (i) sistēmas lietotāja profila; (ii) aptauju un testa rezultātiem; (iii) apmācāmā individuālajām izvēlēm; (iv) ārējās sistēmas; (v) notikumu reģistrācijas žurnāla; (vi) sistēmā eksistējošās lietotāju grupas, kurā iekļauts apmācāmais.

Promocijas darba pārskata daļā identificētās apmācāmā modeļa starta datu problēmas risināšanai LMPAELS sistēmā datus par apmācāmo tika nolemts iegūt no ārējās sistēmas. Ņemot vērā pieaugušā apmācāmā īpatnības, šim nolūkam noder ePortfolio sistēma (Mahara). No ePortfolio sistēmas var tikt iegūti gan pamatdati, gan papilddati par apmācāmo.

Tika izveidots LMPAELS satura modelis, kas balstās uz mācību objektu (LO) un

daudzveidīgu mācību resursu formātu izmantošanu. Izveidotais CM apraksta sekojošās mācību kursa sastāvdaļas: tēmas, mācību objektus un attiecības starp tiem. Izveidotajā CM LO sastāv no četrām daļām: apraksta, teorijas, praktiskās daļas un vērtēšanas daļas. Tādā veidā organizēta CM struktūra spēj nodrošināt gan teorētisko, gan praktisko kursu izveidi.

Uz apmācāmā modeli balstītai personalizētai adaptīvai e-studiju sistēmai, adaptivitātes nodrošināšanai tika izstrādātas trīs metodes: apmācāmo grupu veidošanas metode (LGCM), ieteicamās tēmu secības izveides metode (OTSCM) un kursa tēmu secības organizēšanas metode (TSOM). Katrai apmācāmo grupai tika izstrādāts atbilstošs adaptācijas scenārijs. Tika izveidots apmācāmo grupas identifikatora meklēšanas algoritms (LGISA).

Lai izveidoto e-kursu sāktu izmantot apmācībā, kursa autors vai skolotājs vispirms ar LGCM palīdzību izveido apmācāmo grupas (LG), ar kuru palīdzību tiks nodrošināta kursā izmantoto LO adaptācija. Uzsākot kursa apguvi ar LGISA palīdzību, apmācāmajam, atbilstoši viņam īpašībām, tiek sameklēts kursā izveidotās LG identifikators. Pēc atrastā identifikatora apmācāmais tiek iekļauts kursā eksistējošajā LG. Apmācības procesā sistēma piedāvā apmācāmajam, atbilstoši LG aprakstam, izveidoto adaptācijas scenāriju. Adaptācijas scenārijs tiek piemērots kursa tēmu veidojošo LO elementu adaptēšanai, organizējot mācību objektu teorētisko daļu, praktisko daļu un vērtēšanas daļu pielāgošanu, atbilstoši apmācāmā īpašībām.

Neatkarīgi no sistēmas piedāvātā adaptācijas scenārija, apmācāmajam ir dota iespēja pašam vadīt apgūstamo tēmu secību izvēloties vienu no trim tēmu secības (TS) variantiem: (i) izmantojot skolotāja ieteikto TS; (ii) pašam izvēloties apgūstamo TS vai (iii) izmantojot sistēmas piedāvāto kursa ieteicamo tēmu secību (OTS). Izvēlēto tēmu secību ir iespējams mainīt. TS maiņas gadījumā jaunā TS tiek iegūta ar TSOM palīdzību. Kursā OTS iegūšanai tiek izmantota OTSCM, kura izmanto kursa iepriekšējo apmācāmo mācību procesa datus (tēmu secības, kursa gala vērtējumus) un saites starp kursa tēmām.

Izstrādāto LGCM var izmantot dažādam apmācāmā īpašību un to vērtību skaitam. Metodē izmantojamo apmācāmā īpašību daudzums tiek ierobežots ar adaptācijas modeļa noteikumos izmantoto apmācāmā īpašību skaitu un kursā izveidotajiem satura elementiem un to veidiem. Ar LGCM palīdzību izveidotās LG var tikt izmantotas vai nu visos sistēmā piedāvātajosursos, vai arī tikai atsevišķosursos, vai arī kādā kursu kategorijā.

Apmācāmo grupu izmantošana sistēmā LMPAELS nodrošina: (i) sistēmas ātru adaptīvu reakciju, jo izmanto jau gatavus adaptācijas scenārijus; (ii) uzlabo sistēmas adaptivitātes iespējas, ļaujot sistēmā paralēli eksistēt dažādām grupu klasifikācijām. LGCM ir piemērota adaptīvajām e-apmācības sistēmām, kuru darbība balstās uz LG izmantošanu.

3. Adaptīvas e-studiju sistēmas LMPAELS tehniskā realizācija

3.1. Nodaļas nolūks

Nodaļas nolūks ir aprakstīt iepriekšējā nodaļā izklāstīto LMPAELS arhitektūras teorētisko ideju aprobāciju. Nodaļā ir dots neliels ieskats apmācības vadības sistēmā Moodle, kura tika ņemta par pamatu promocijas darba ietvaros izveidotajai sistēmai LMPAELS, aprakstīts LMPAELS realizācijas risinājums un tajā izmantotās tehnoloģijas. Nodaļā tiek detalizēti aprakstīti apmācāmā modeļa, satura modeļa un adaptācijas modeļa izstrādes aspekti. Tiek aprakstīta sistēmas sagatavošana darbam. Apmācāmā modelim praktiskās datu ieguves realizācijas ir nopublicētas rakstā [VN11], [VN12a] un [Vag13]. Adaptācijas modelī realizētais apmācāmo grupu veidošanas modulis ir publicēts darbā [VN14b]. Tēmu secības modulis ir publicēts darbā [VN16a].

3.2. LMPAELS realizācijas pamats Moodle

LMPAELS izstrādes pamatā tika izvēlēta apmācības vadības sistēma Moodle (www.moodle.org). Moodle ir pazīstama arī kā satura vadības sistēma un virtuālā apmācības vide. Moodle ir objektorientēta dinamiska apmācības vide, kura tiek izplatīta pēc GNU GPL (*General Public License*) v3 licences. Uz doto brīdi Moodle ir populārākā bezmaksas e-studiju vide [LWL+09], [AZ08], [GL05], kura atbalsta vairāk nekā 250 valodas. Uz 2017. gada februāri Moodle tika izmantota 234 valstīs¹⁴. Arī Latvijā šīs sistēmas popularitāte ir liela un to izmanto 92 e-studiju vietnes¹⁵. Latvijā realizētajos ESF finansētos projektos skolotāju kompetenču un IKT prasmju paaugstināšanai arī tika izmantota Moodle [Vis11], [Pro11].

Moodle ir veidota no atsevišķiem moduļiem, kas padara šo sistēmu viegli pielāgojamu un paplašināmu. Moodle sistēmai ir iespējams izveidot dažādus moduļus īpašām vajadzībām, izmantojot zināšanas programmēšanā, PHP, MySQL un JavaScript valodās. Moodle sistēmā ir labi organizēta moduļu principa arhitektūra, savstarpējā savietojamība, internacionalizācija un tai ir milzīga lietotāju kopiena [LSV11], [AZ08]. Moodle sistēmai ir labi aprakstīta lietotņu programmēšanas saskarne un ir pieejami gatavi programmēšanas šabloni [LWL+09].

Moodle sistēmai ir realizētas vienkāršas personalizācijas iespējas, bet tajā nav paredzēta adaptācija [LSV11], [PBD09] un [Vag09]. E-studiju sistēmu adaptācijas iespējas mūsdienās ir aktuāls jautājums un tam pievēršas daudzi zinātnieki, piemēram, [CG15],

¹⁴ <https://moodle.net/stats/>

¹⁵ <https://moodle.net/sites/index.php?country=LV>

[LSV11], [CLM+10], [RMC+10], [LST+09], [LWL+09], [RAK07] un [Gra07]. Moodle sistēmā realizētie adaptācijas piemēri ir apskatīti zemāk.

Moodle_LS. Apvienojot Moodle un *LS-Plan* secību dzini, tika izveidota Moodle paplašinātā versija, kura saucas Moodle_LS [LSV11], [LST+09]. *LS-Plan* nodrošina automatizētu mācību materiālu secību, pamatojoties uz izglītojamā zināšanām un mācīšanās stiliem. LS_Plan izmanto triju soļu pielāgošanos: (i) apmācāmais tiek modelēts balstoties uz viņa zināšanām un mācīšanās stiliem; (ii) tiek sagatavots personalizēts kurss; (iii) kursa pielāgošana notiek kursu apguves laikā, izmantojot apmācāmā progresu un radušās grūtības.

Mācību piezīmju modulis. Izveidotais modulis dod iespēju pievienot piezīmes mācību materiāliem Moodle sistēmā. Apmācāmie var skatīt materiālus tieši tīmeklī, izmantojot Moodle, un veidot viņu vēlmēm atbilstošas piezīmes [LWL+09]. Apmācāmie var redzēt ne tikai savas izdarītās piezīmes, bet arī citu apmācāmo piezīmes. Katram apmācāmajam ir iespēja pārvaldīt savas piezīmes.

Aģentu balstīts personalizētais algoritms. Šis algoritms ir balstīts uz aģentu sistēmu [RAK07], kur katrs aģents pārstāv vienu SCORM formāta koplietojuma satura objektu (skat. 1.4.2. nodaļa) no pieejamajiem kursiem, kas saglabāts platformas datu bāzē. Algoritms darbojas, izmantojot savienojumus starp aģentiem, lai apmainītos ar informāciju par apmācāmo progresu un mācīšanās vēsturi. Kombinējot dažādus pieejamos kursus ar aģentu palīdzību, automātiski tiek izveidots individualizēts mācīšanās ceļš.

Adaptīvo kursu meta-modelis. Šis modulis pamatojas uz Feldera-Silvermanes mācīšanās stila modeli [Gra07]. Meta-modelis sastāv no dažādiem komponentiem, kuri tiek apvienoti, lai iegūtu individuālu kursa saturu. Tas nodrošina atšķirīgu mācību saturu apmācāmajiem ar dažādiem mācīšanās stiliem.

Aktivitāti bloķējošais modulis. Modulis ļauj pielāgot kursa elementus atbilstoši apmācāmā mācīšanās tempam, mācīšanās stilam, iepriekšējām zināšanām un kursā veiktajām darbībām [CLM+10], [RMC+10]. Kursu elementu pielāgošana notiek balstoties uz skolotāja definētajiem nosacījumiem katrai Moodle aktivitātei. Ar nosacījumu palīdzību tiek noteikts, kad un kādā veidā katra kursa aktivitāte tiks pildīta. Šādā veidā tiek panākta mācību procesa pielāgošana, nodrošinot personalizētu mācīšanās pieeju apmācāmajam.

Mācīšanās ceļa plānotājs. Ar mākslīgā intelekta palīdzību tiek saplānots mācību saturs atbilstoši apmācāmā priekšzināšanām un mācīšanās mērķiem [CG15]. Mācīšanās ceļa veidošanai tiek izmantoti divu veidu dati: domēna dati un problēmdati. Domēna dati satur visas kursa apguvei paredzamās darbības. Problēmdati apraksta apmācāmā sākuma stāvokli, sasniedzamo mērķi, darbību skaitu un izmaksas. Domēna datus un problēmdatus apstrādājot

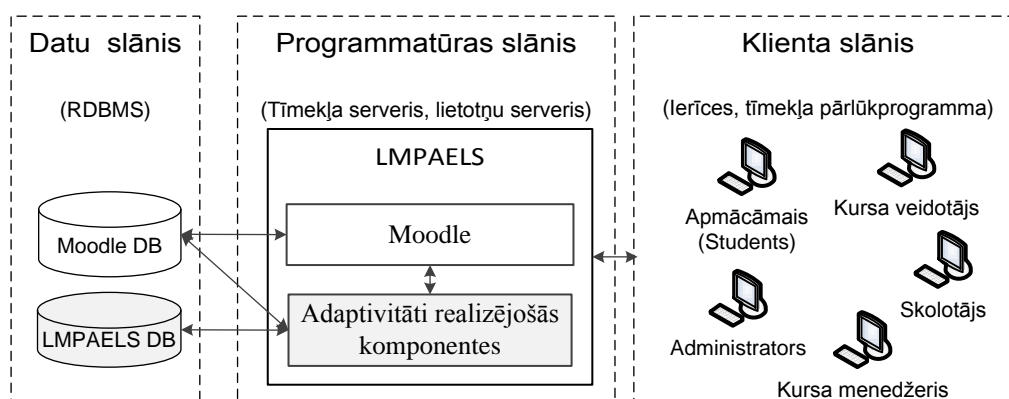
ar plānotāja palīdzību, tiek ģenerēts mācīšanās ceļš - sakārtotu domēna darbību kopa, kas ļauj no sākuma stāvokļa sasniegt izvirzīto mērķi.

Iepriekš minētie adaptācijas risinājumi sistēmā Moodle nenodrošina dažus būtiskus aspektus, kas ir svarīgi personalizētas adaptīvās sistēmas gadījumā, tāpēc izstrādātajai eksperimentālajai sistēmai LMPAELS ir arī praktiska nozīme Moodle pielāgošanas jautājumu risināšanā. Piemēram, eksperimentālajā LMPAELS sistēmā tika realizēts uz datu dzīves ilgumu balstīts apmācāmā modelis, kas izmantojams mūžizglītības kontekstā. Apmācāmā modelim ir paredzēta starta datu iegūšana no ePortfolio sistēmas. Tika realizēts satura modelis, kas pilnveido Moodle sistēmā realizēto kursa struktūru, ļaujot veidot kursus atbilstoši to specifikai (teorētiskais kurss vai praktiskais kurss) un izmantot daudzveidīgus resursu formātus. Tika realizēta iepriekšējo apmācāmo mācību procesa datu kolekcionēšana un saglabāšana, ar nolūku šos datus izmantot adaptācijas modelī realizētajā ieteicamās tēmu secības izveides metodē. Tika realizēta apmācāmo grupu veidošana pēc vairākām apmācāmo pazīmēm un to vērtībām. Balstoties uz apmācāmo grupu aprakstiem, sistēma spēj piedāvāt daudzveidīgus adaptācijas scenārijus viena kursa ietvaros. Moodle sistēmā tika realizēta kursa tēmu apguve, izmantojot skolotāja piedāvāto tēmu secību, ieteicamo tēmu secību vai izmantojot apmācāmā izvēlās tēmas, kas balstās uz saitēm starp tēmām.

Minētās realizācijas ir aprakstītas nākamajā apakšnodaļā (skat. 3.3. nodaļa).

3.3. LMPAELS arhitektūras realizācija un izmantotās tehnoloģijas

Uz LM bāzētās e-studiju sistēmas izstrādei tiek izmantota trīs slāņu arhitektūra: datu slānis, programmatūras slānis un klienta slānis (skat. 3.1. attēls). Norādītā arhitektūra atbilst daudzslāņu arhitektūrai, kas ir raksturīga servera puses tīmekļa lietotnēm.

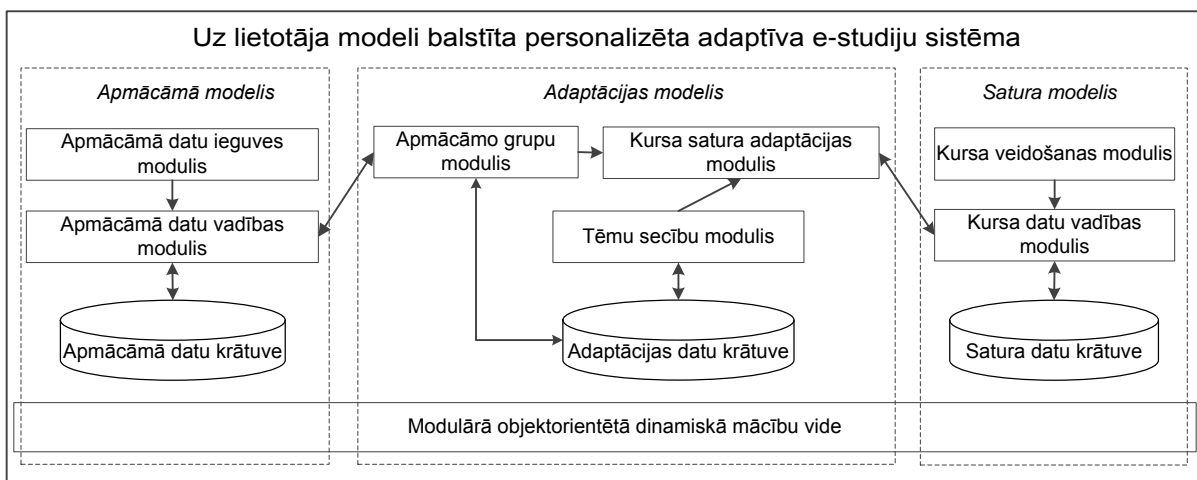


3.1. attēls. LMPAELS triju slāņu arhitektūra

Datu slānī ietilpst datu krātuve, kas sastāv no SQL atbalstošām relāciju datu bāzēm (*RDBMS*) Moodle DB un LMPAELS DB. Programmatūras slānis sastāv no tīmekļa un

lietotņu servera, kurā darbojas izveidotā sistēma LMPAELS. Lietotņu serverī darbojas Moodle, kurai ir pievienotas adaptivitāti realizējošās komponentes. Klienta slānis satur ierīces, kurās darbojas tīmekļa pārlūkprogramma. Šis slānis nodrošina sistēmas klientu saskarni ar promocijas darba ietvaros izveidoto sistēmu LMPAELS. Kā sistēmas klienti kalpo apmācāmais, skolotājs, kursa veidotājs, kursa menedžeris un sistēmas administrators.

LMPAELS izstrādei par pamatu tika izmantota apmācības vadības sistēma Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) (skat. 3.2. attēls). Moodle nodrošina lietotāju autentifikāciju, mācību kursa struktūras un satura izveidi, un dažāda veida mācību resursu izmantošanu. Moodle standartā nav realizētas funkcijas, kas paredzētas izstrādātajā personalizētajā adaptīvajā sistēmā (skat. 2.2. nodaļa). Moodle tika izveidoti papildus komponenti (moduļi, datu krātuves), kas ir nepieciešami LMPAELS apmācāmā modeļa, satura modeļa un adaptācijas modeļa darbības nodrošināšanai. Attēlā (skat. 3.2. attēls) ir parādīti LMPAELS katrā modulī aprakstītie komponenti. Bultiņas norāda datu plūsmas virzienus starp komponentiem. Komponentu realizācijai tika izmantotas tīmekļa programmēšanas tehnoloģijas: PHP, JavaScript, JQuery, HTML un CSS. Ar SQL palīdzību tika izveidotas tabulas iztrūkstošo datu glabāšanai, realizēta datu iegūšana un ierakstīšana tabulās. LMPAELS sistēmas darbībai izstrādātie komponenti tiek aprakstīti zemāk. Sistēmā realizētās lomas un to darbības ir parādītas 4. pielikumā.



3.2. attēls. LMPAELS sistēmā izmantojamie komponenti

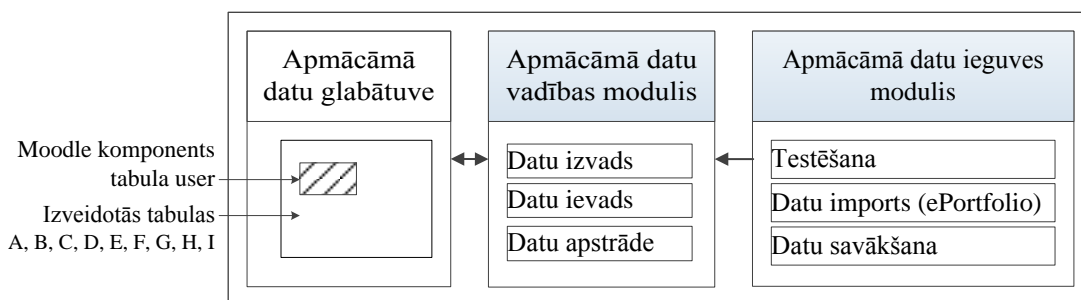
3.3.1. Apmācāmā modeļa realizācija

LMPAELS apmācāmā modeļa (LM) (2.3. nodaļa) realizācijai tika izveidoti divi moduļi: apmācāmā datu ieguves modulis un apmācāmā datu vadības modulis (skat. 3.3. attēls). Apmācāmā datu glabāšanai tiek izmantota apmācāmā datu krātuve.

Apmācāmā datu ieguves modulis nodrošina promocijas darba 2.3.4. nodaļā aprakstītos datu ieguves veidus. Datu ieguve ar testu palīdzību ir aprakstīta 4.2. nodaļā, kur testu rezultāti nodrošināja datu ieguvi apmācāmo grupēšanai. Datu ieguve no ePortfolio sistēmas tika izmantota starta datu problēmas risināšanai (skat.2.3.5 nodaļa).

Apmācāmā datu vadības modulis nodrošina datu par apmācāmo apskati, rediģēšanu, saglabāšanu un apstrādi (skat. 3.3. attēls).

Uz datu dzīves ilgumu definēta LM dati ir iedalīti astoņās datu kategorijās (skat. 2.3.1. nodaļa): personīgie dati, personības dati, pedagoģiskie dati, iestatījumu dati, sistēmas lietošanas pieredzes dati, ierīces dati, apmācāmā darbību vēsture un zināšanas uz tekošo momentu. Minēto datu esamību sistēma Moodle nenodrošina. Moodle datubāzes tabulā *user* glabājas tikai standarta dati par sistēmas lietotājiem. Šie dati daļēji satur LMPAELS apmācāmā modelī aprakstītos personīgos datus. Tabulas *user* struktūra ir parādīta 1. pielikumā. Tā kā Moodle datubāzes *user* tabulas datu ir nepietiekami izveidotajam LMPAELS LM, tad papildus tika izveidotas vēl deviņas tabulas (skat. 3.3. attēls).



3.3. attēls. LMPAELS apmācāmā modeļa arhitektūra

LMPAELS apmācāmā modelī aprakstīto datu glabāšanai tika izveidotas tabulas, kurās: (A) *user_dsource_type*, norādīts datu par apmācāmo ieguves veids; (B) *user_dsource_all* saglabāti par katru apmācāmo visi iegūtie dati neapstrādātā veidā; (C) *user_learningstyle*, glabājas dati par katra apmācāmā mācīšanās stiliem; (D) *user_preference_data*, glabājas apmācāmā norādītie iestatījumi; (E) *user_pedagogical_data*, glabājas apmācāmā priekšzināšanas un kursa apguves grūtības līmenis; (F) *user_system_experience* glabājas dati par apmācāmā pieredzi sistēmas lietošanā; (G) *user_device_data* glabājas apmācāmā mācību procesā izmantoto iekārtu dati; (H) *user_learning_data*, glabājas apmācāmo mācību procesa dati; (I) *user_personal_data*, kurā saglabāti personīgie apmācāmā dati, kuri nav aprakstīti tabulā *user*. Izveidoto tabulu struktūra un to saistība ar Moodle tabulām *user* un *course* ir parādīta 2. pielikumā.

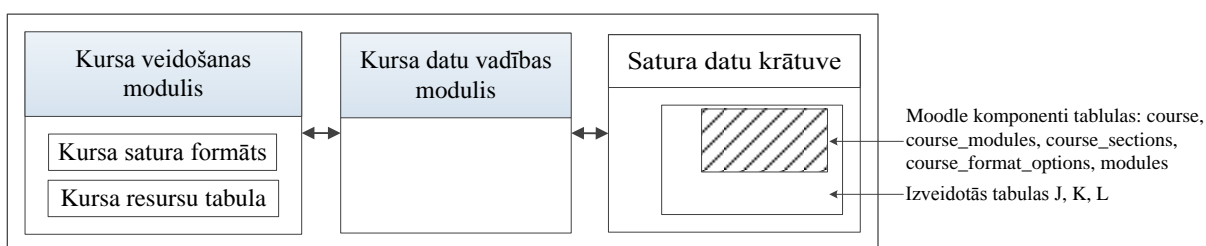
3.3.2. Satura modeļa realizācija

LMPAELS satura modeļa (CM) (skat. 2.4. nodaļa) realizācijai tika izmantotas daudzas Moodle esošās komponentes. Papildus tika izveidots kursa veidošanas modulis un kursa datu vadības modulis (skat. 3.4. attēls). CM datu glabāšanai tika izveidota satura datu krātuve.

Kursa satura veidošanas modulis atbild par kursa satura veidošanu un dod iespēju norādīt, kādam mācību stilam atbilst kursā izmantojamais resurss. Pievienojot tēmai jaunu resursu, kursa autors vai skolotājs tam norāda mācību stilam atbilstošu tipu. Kursa datu vadības modulis nodrošina satura modeļa datu saglabāšanu, apstrādi un izvadi.

Apmācības vadības sistēmā Moodle ir labi organizēta mācību kursa struktūra. Moodle kurss ir sadalīts sekcijās. Vienai tēmai atbilst viena sekcija. Sekcijās tiek izmantoti moduļi. Moduļi ir mācību kursa vienības, ar kuru palīdzību tiek nodrošināts mācību process. Tās ir aktivitātes un resursi (piemēram: datne, grāmata, html lapa, tīmekļa vietnes adrese, uzraksts, anketa, ārējs rīks, datubāze, forums, izvēle, nodarbība, tērzēšana, tests, uzdevums, vārdnīca, wiki u.c. Mācību kursa izskatu nodrošina kursa formāts.

Moodle kursa struktūras aprakstīšanai un datu glabāšanai standarta variantā tiek izmantotas tabulas: *course*, *course_modules*, *course_sections*, *course_format_options* un *modules* (skat. 3.4. attēls). Tabula *course* satur visus kursus un to parametrus; tabula *course_modules* satur kursa sekcijā izmantojamus moduļus (kursa apguvei izmantotās aktivitātes un resursus) un to parametrus; tabula *course_sections* apraksta visu kursu sekcijas un to parametrus; tabula *course_format_options* satur visu kursu formātus; tabula *modules* satur kursā izmantojamo moduļu sarakstu. Šo tabulu struktūra apskatāma 1. pielikumā.



3.4. attēls. LMPAELS satura modeļa arhitektūra

LMPAELS CM datu glabāšanai papildus tika izveidotas trīs tabulas (skat. 3.4. attēls): (J) tabula *course_section_part*, kurā aprakstītas kursa tēmas daļas; (K) tabula *course_part_modules*, kurā glabājas sekcijā izmantotie resursi un to tipi; (L) tabula *course_content*, kura satur kursu, sekciju, sekcijas daļu un sekcijas daļā izmantoto moduli. Minēto tabulu struktūra apskatāma 2. pielikumā.

Atšķirībā no Moodle, LMPAELS sistēmas mācību kursa katra tēma ir sadalīta četrās

daļās: tēmas apraksts, teorētiskā daļa, praktiskā daļa un vērtēšana daļa (skat. 3.2. nodaļa). Tādas struktūras attēlošanai tika izveidots jauns Moodle kursa formāts. LMPAELS kursa tēmas izskats izmantojot izstrādāto adaptīvo kursa formātu, ir parādīts attēlā (skat. 3.5. attēls).

Topic 2 ▶

Tēma1

Close All | Open All

- ▶ TĒMAS APRAKSTS
- ▶ TEORĒTISKĀ DAĻA
 - + Add an activity or resource
- ▶ PRAKTISKĀ DAĻA
 - + Add an activity or resource
- ▶ VĒRTĒŠANAS DAĻA
 - + Add an activity or resource

Jump to... ▼

Topic 2 ▶

3.5. attēls. Saskarnes piemērs vienai LMPAELS kursa tēmai

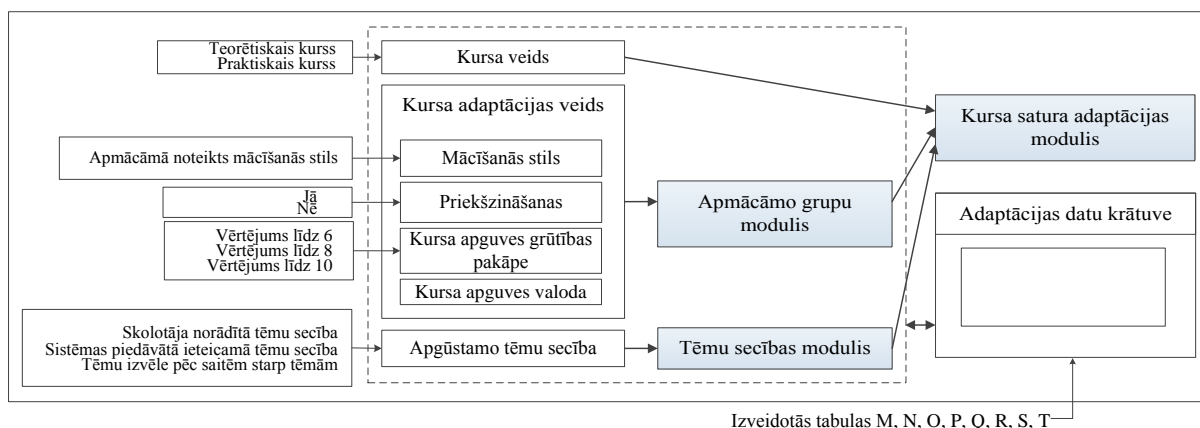
Izvēloties izveidoto kursa formātu, sākumā ir jānorāda kursa veids: teorētiskais kurss vai praktiskais kurss (skat. 2.4.3. nodaļa). Atkarībā no izvēles, tēmai būs trīs vai četras daļas. Katrā tēmas daļā ir iespējams pievienot resursus un aktivitātes. Pievienojot šos elementus, ir jānorāda aktivitātes vai resursa tips, kas ir atkarīgs no adaptīvajā modelī aprakstītajiem apmācāmā mācību stiliem. Lai apgūstamā viela būtu labi pārskatāma, izveidotajā kursa formātā tēmas tiek parādītas pa vienai.

3.3.3. Adaptācijas modeļa realizācija

LMPAELS adaptācijas modeļa (AM) (skat. 2.5. nodaļa) realizācijai tika izveidoti trīs moduļi (3.6. attēls): (i) apmācāmo grupu modulis; (ii) tēmu secības modulis un (iii) kursa satura adaptācijas modulis. AM dati glabājas adaptācijas datu krātuvē.

Apmācāmo grupu modulis nodrošina apmācāmo grupu veidošanu un izmantošanu sistēmā. Tēmu secības modulis izveido kursa ieteicamo tēmu secību, organizē kursa tēmu apguves secības izvēli un jaunās apgūstamās tēmu secības izveidi. Kursu satura aizpildīšanas modulis organizē kursa aizpildīšanu ar katram apmācāmajam paredzēto saturu.

Adaptācijas modeli realizējošo moduļu darbības nodrošināšanai papildus tika izveidotas astoņas tabulas M, N, O, P, Q, R, S, T (skat. 3.6. attēls). Izveidoto tabulu apraksti atrodami zemāk pie katra moduļa apraksta, kas attiecīgi izmanto šīs tabulas.



3.6. attēls. LMPAELS adaptācijas modeļa arhitektūra

Apmācāmo grupu modulis

Apmācāmo grupu (*Learner Group* (LG)) vadībai tika izveidots apmācāmo grupu modulis (*Learner Group Module* (LGM)) (skat. 3.6. attēls). LGM kursā nodrošina (i) apmācāmo grupu veidošanu; (ii) katrai LG adaptācijas scenārija veidošanu; (iii) apmācāmo iekļaušanu eksistējošajās apmācāmo grupās. Apmācāmo grupu veidošanai tiek izmantota promocijas darba ietvaros izstrādātā apmācāmo grupu veidošanas metode (skat. 2.5.1. nodaļa.). Apmācāmo iekļaušana kursā esošajās apmācāmo grupās notiek izmantojot apmācāmo grupu identifikatora meklēšanas algoritmu (skat. 2.5.1. nodaļa).

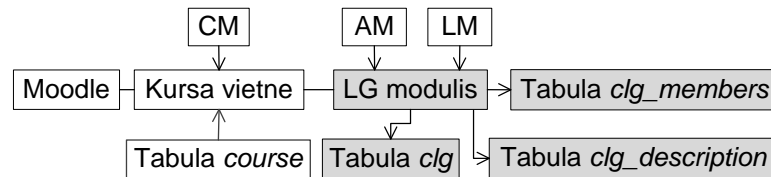
LGM darbības nodrošināšanai tika izveidotas sekojošas tabulas (skat. 3.6. attēls): (O) tabula *adaptation_features*, kurā glabājas adaptācijai izmantojamo pazīmju saraksts; (P) tabula *adaptation_features_values*, kurā norādītas katras pazīmes iespējamās vērtības; (Q) tabula *clg*, kurā ir saglabātas visosursos izveidotās LG; (R) tabula *clg_description*, kurā glabājas izveidoto LG apraksti; (S) tabula *clg_members* satur kursa apmācāmo sarakstu un viņiem piešķirtos LG identifikatoru; (T) tabula *adaptation_scenario*, kurā tiek saglabāts katrai LG atbilstošais adaptācijas scenārijs. LGM izmanto Moodle datubāzes tabulu *user* un *course* datus. 2. pielikumā ir parādītas LGM darbībai izmantotās tabulas un to struktūra.

Apmācāmo grupu modulis ir pieejams Moodle kursa vietnē, lietotājiem ar lomu "kursa autors" un "pasniedzējs" (skat. 3.7. attēls). Moduļa darbības rezultātā, sistēmas datu bāzē tiek izveidotas trīs jaunas tabulas *clg*, *clg_members* un *clg_description* (ja attiecīgās tabulas vēl neeksistē). LG veidošanai pazīmes modulis iegūst no adaptācijas modeļa (AM) aprakstītajiem noteikumiem, kas glabājas tabulā *adaptation_features*. Pazīmju vērtības tiek iegūtas no tabulas *adaptation_features_values*. Dati par konkrētajiem apmācāmajiem tiek paņemti no apmācāmā modeļa (LM) datu krātuves.

Izveidotā apmācāmo grupu moduļa mijiedarbība ar sistēmā esošajiem komponentiem

ir parādīta attēlā (skat. 3.7. attēls). Iekrāsotās figūras norāda sistēmā pievienotos jaunus komponentus. Bultiņas norāda datu plūsmas virzienu.

LG veidošanu var veikt jebkurā laika momentā. Sākumā LGM piedāvā pazīmes (no tabulas *adaptation_features*) un to vērtības (no tabulas *adaptation_features_values*), pēc kurām tiks veidotas LG. No izvēlētajām pazīmēm un to vērtībām LGM izveido apmācāmo grupas. Ar LGM palīdzību izveidotās grupas tiek saglabātas sistēmas datubāzes tabulā *clg* (skat. 3.7. attēls). Izveidoto grupu apraksti tiek saglabāti tabulā *clg_description*.



3.7. attēls. LG moduļa mijiedarbība ar sistēmā esošajiem komponentiem

Pēc LG izveides notiek automātiska adaptācijas scenāriju (skat. 2.5.1. nodaļa) ģenerēšana. Adaptācijas scenāriji tiek veidoti atbilstoši kursā izveidoto LG parametriem. Adaptācijas scenāriji norāda, kādā veidā sistēma pielāgosies konkrētās grupas apmācāmajiem.

Ja kursā ir nedefinētas apmācāmo grupas, tad, pirmo reizi apmācāmajam ieejot adaptīvajā kursā, LG modulis ar LGISA (skat. 2.5.1. nodaļa) palīdzību atrod apmācāmajam atbilstošo apmācāmo grupas numuru. Apmācāmajam piešķirtais grupas identifikators tiek saglabāts tabulā *clg_members* (skat. 3.7. attēls).

Eksperimentālajā sistēmā LMPAELS apmācāmo grupu veidošana ir organizēta tā, ka kursā, paralēli sistēmā jau esošajām apmācāmo grupām, kuras visā apmācības sistēmā nosaka administrators (piemēram, Moodle apmācāmo reģistrācijai kursam izmantojamās kohortas (*cohorts*)) vai kursā pasniedzējs (piemēram, sadalot apmācāmos apakšgrupās), ir iespējams veidot jaunas grupas, kuras tiek noteiktas ar LM apmācāmā īpašībām un kuras tiek izmantotas apgūstamā kursa satura adaptēšanā. Katrā kursā var eksistēt sava apmācāmo grupu klasifikācija. Tiesības izveidot apmācāmo grupas ir kursa autoram vai pasniedzējam. Šāda pieeja pamatojas uz kursa autora vai pasniedzēja pedagoģisko pieredzi un tehniskajām iespējām. Izveidotais LG modulis var tikt izmantots gan visā adaptīvajā apmācības sistēmā, gan arī tikai atsevišķosursos vai kursu kategorijās.

Apmācāmo grupu modulis tiek izmantots apmācāmo grupu veidošanas metodes eksperimentālajā pārbaudē, kas aprakstīta 4.2. nodaļā.

Tēmu secības modulis

Kursa tēmu secības (*Topic Sequence (TS)*) organizēšanai tika izveidots TS modulis

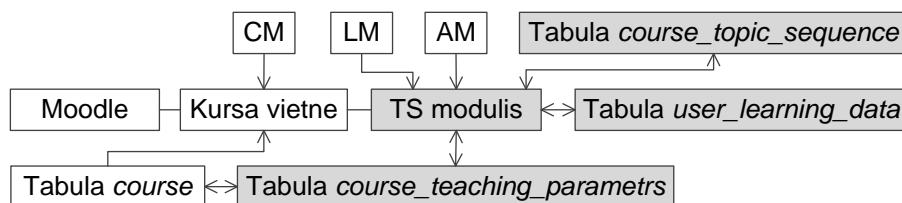
(*Topic Sequence Module (TSM)*) (skat. 3.6. attēls), kas tika implementēts sistēmā Moodle. TSM galvenie uzdevumi ir apmācāmā mācību procesa laikā izmantoto datu kolekcionēšana, kursa ieteicamās tēmu secības (*Optimal Topic Sequence (OTS)*) izveide un TS vadība.

Ieteicamās TS izveidei tiek izmantota promocijas darba ietvaros izstrādātā OTS izveides metode (skat. 2.5.2. nodaļa). Tēmu secības organizēšanai tika izmantota promocijas darba ietvaros izstrādātā kursa tēmu secības organizēšanas metode (skat. 2.5.3. nodaļa).

TSM darbībai tika izveidotas divas jaunas tabulas (skat. 3.6. attēls): (M) tabula *course_teaching_params* un (N) tabula *course_topic_sequence*. Tabulā *course_teaching_params* (skat. 3.9. attēls) glabājas kursa apguves parametri, piemēram, saites starp kursa tēmām (*topic_link*), skolotāja norādītā tēmu apguves secība (*teacher_topic_sequence*) un ieteicamā kursa tēmu apguves secība (*optimal_topic_sequence*). Tabulā *course_topic_sequence* glabājas iepriekšējo apmācāmo izmantotās tēmu secības (*topic_sequence*) un iegūtās kursa apguves atzīmes (*course_grade*).

Tēmu secības modulis mijiedarbojas ar sistēmas Moodle datubāzes tabulām *user* un *course*. TSM darbībai izmantotās tabulas un to struktūra ir parādīta 2. pielikumā.

TSM mijiedarbība ar sistēmā esošajiem komponentiem ir parādīta attēlā zemāk (skat. 3.8. attēls). Tēmu secības modulis ir pieejams Moodle kursa vietnē, lietotājiem ar lomu "kursa autors" un "pasniedzējs". Iekrāsotās figūras norāda sistēmā pievienoto TSM un tā darbībai nepieciešamās tabulas. Bultiņas norāda datu plūsmas virzienus.

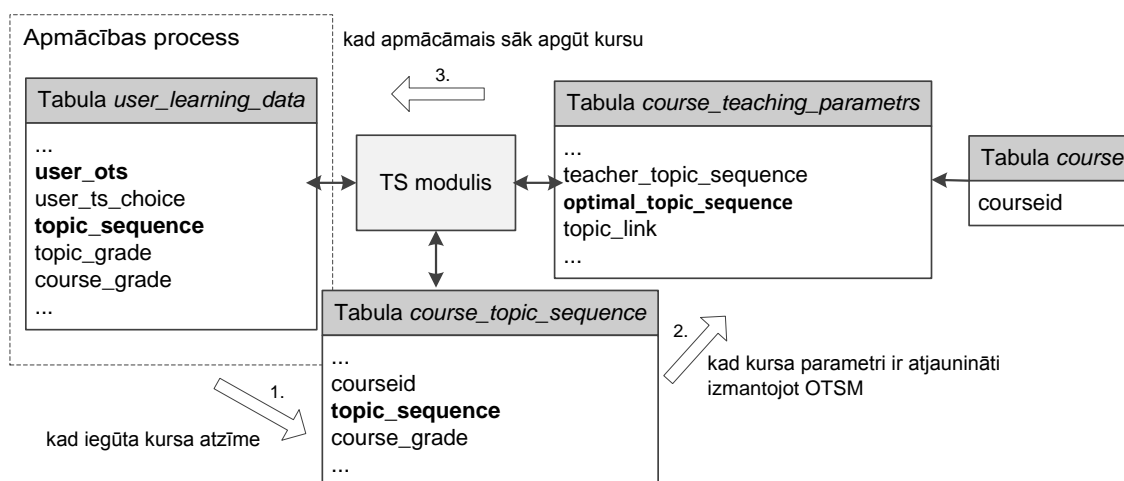


3.8. attēls. Tēmu secības moduļa mijiedarbība ar sistēmā esošajiem komponentiem

TSM kolekcionē datus, kuri apraksta katra apmācāmā kursa apguves procesu. Mācību procesa laikā iegūtie dati tiek saglabāti tabulā *user_learning_data*. Kad apmācāmais pabeidz kursa apguvi, tad kursa apguvei izmantotā TS un kursā iegūta atzīme tiek ierakstītas tabulā *course_topic_sequence*. Izmantojot iegūtos datus, kursa autors vai pasniedzējs var izveidot kursa OTS, kura tiek saglabāta tabulā *course_teaching_params*.

TSM galvenās funkcijas un datu plūsmu parāda 3.9. attēls. Apmācāmajam sākot kursa apguvi, TSM pārbauda vai tabulā *course_teaching_params* eksistē kursa ieteicamā tēmu secība. Ja OTS eksistē, tad tā tiek ierakstīta apmācāmajam *user_learning_data* tabulā kā kursa apguves OTS (3. bultiņa). Tikko izveidotajam kursam nav datu par apmācāmo TS, tāpēc

kursam nav arī OTS. Tādā gadījumā par OTS var pieņemt skolotāja TS.



3.9. attēls. Datu plūsmas secība ieteicamās tēmu secības iegūšanai

Tālāk TSM veic apmācāmā mācību procesa datu kolekcionēšanu tabulā *user_learning_data* (skat. 3.9. attēls). Apmācāmajam uzsākot kursa apguvi, tabulā *user_learning_data* tiek izveidots jauns ieraksts, kura papildināšana notiek kursa apguves laikā. Kursā apguves laikā, tabulā *user_learning_data* tiek saglabāta katra apmācāmā (*userid*) kursa (*courseid*) apmācāmā izmantotā tēmu apguves secība (*topics_sequence*), atzīme par katru apgūto tēmu (*topic_grade*), apmācāmā TS izvēļu varianti (*user_ts_choice*), apmācāmajam piešķirtā kursa apguves ieteicamā tēmu secība (*user_ots*) un kursa kopējā atzīme (*course_grade*). Atzīme par kursu tiek iegūta tad, kad apmācāmais ir sekmīgi apguvis visas kursa tēmas. Šī atzīme tiek veidota kā vidējā atzīme no visām tēmu atzīmēm. Tabulā *user_learning_data* tiek saglabātas visu apmācāmo izmantotās tēmu secības katram kursam.

Pēc kursa sekmīgas apguves, apmācāmā mācību procesa dati tiek ierakstīti tabulā *course_topic_sequence* (1. bultiņa). Apmācāmā izmantotā tēmu secība tiek saglabāta laukā *topic_sequence* un kursa galīgā atzīme tiek ierakstīta laukā *course_grade*.

Kursa parametru atjaunināšanas nolūkos, skolotājs var veikt jaunās OTS izveidi. No tabulas *course_topic_sequence*, TSM iegūst konkrēta kursa tēmu secības un kursa apguves atzīmes un ar OTS metodi izveido jaunu kursa OTS un saglabā tabulā *course_teaching_params* (2. bultiņa) (skat. 3.9. attēls).

Kursa apguves laikā OTS katram atsevišķam apmācāmajam nemainās. Pēc kursa parametru atjaunināšanas, kursa OTS var mainīties un citam apmācāmajam tā būs cita.

TSM organizē arī kursa TS vadību, ļaujot apmācāmajam pašam vadīt kursa tēmu apguves procesu, izmantojot promocijas darba ietvaros izstrādāto kursa TS organizēšanas metodi (skat. 2.5.3. nodaļa). Jaunās TS izveidošana notiek automātiski.

Konkrētā kursa (*courseid*) jaunās tēmu secības iegūšanai tiek izmantoti dati no tabulām *user_learning_data* un *course_teaching_params* (skat. 3.9. attēls). No tabulas *user_learning_data* TSM izmanto apmācāmā jau apgūto tēmu secību (*topic_sequence*), apmācāmā izmantotās tēmu izvēles variantus (*user_ts_choice*) un apmācāmajam piedāvāto ieteicamo tēmu secību (*user_ots*). No tabulas *course_teaching_params* tiek izmantota skolotāja piedāvātā tēmu secība (*teacher_topic_sequence*) un saites starp tēmām (*topic_link*).

Tēmu secības modulis tiek izmantots ieteicamās tēmu secības metodes un tēmu secības organizēšanas metodes eksperimentālajā pārbaudē, kas aprakstīta 4.3. nodaļā.

Kursa satura adaptācijas modulis

Kursa satura adaptācijas modulis (*Course Content Adaptation Module (CCAM)*) veic apmācāmajam paredzētā adaptācijas scenārija realizāciju. CCAM atrod apmācāmajam piešķirto apmācāmo grupas numuru un šai grupai paredzēto adaptācijas scenāriju. Pēc tam, atbilstoši scenārija aprakstam, tiek veikta satura adaptācija (skat. 2.5.1. nodaļa). Zemāk attēlā (skat. 3.10. attēls) ir parādīts saskarnes piemērs kursa "Programmēšanas pamati I" tēmas "Datu izvads" lomai skolotājs.

1. tēma (Datu izvads)

Close All | Open All

► **TOPIC SUMMARY**

Ievads programmēšanas valodā C++. Programmas struktūra. Funkcija main(). Datu izvads. Komentāri.

► **THEORY**

*Ievads kursā	vDatu izvads
*Programmas struktūra	rProgrammas struktūra (EN)
*Datu izvads	rIevads
*Izvada noformēšana	rPar programmas struktūru
wC++ Beginners Tutorial 1 (EN)	aProgrammas struktūra
wDev C++ input/output tutorial	kIzvads
vProgrammas struktūra, datu izvads	0Programmēšanas valoda ir ...
vDatu izvads	0C++ ir ...

► **PRACTICE**

- 1Iemācīties programmas struktūru
- 2Iemācīties programmas struktūru
- 3Iemācīties programmas struktūru

► **EVALUATION**

- 2Tests1
- 1Tests1
- 3Tests1

3.10. attēls. Saskarnes piemērs kursa "Programmēšanas pamati I" tēmas "Datu izvads" skolotāja lomai

Teorijas daļā (*Theory*) redzami konkrētas tēmas apguvei paredzētie resursi. Katra resursa nosaukumā pirmais simbols apzīmē mācīšanās stilu vai paskaidrojumu. Simbols "*" attēlā norāda, ka resurss tiks rādīts visiem apmācāmajiem (ar jebkuru mācīšanās stilu), piemēram "*Ievads kursā". Simbols "w" norāda, ka resurss tiks rādīts tikai tiem apmācāmajiem, kuriem ir skatīšanās/klausīšanās mācīšanās stils (skat. 2.4.2. nodaļa), piemēram "wC++ *Beginners Tutorial I*". Simbols "v" norāda, ka resurss tiks rādīts apmācāmajiem ar skatīšanās (vizuālo) mācīšanās stilu, piemēram "vDatu izvads". Simbols "r" norāda, ka resurss tiks rādīts apmācāmajiem ar lasīšanas mācīšanās stilu, piemēram "rPar programmas struktūru". Simbols "k" norāda, ka resurss tiks rādīts apmācāmajiem ar kinestētisko mācīšanās stilu, piemēram "kIzvads". Simbols "0" norāda, ka resurss (kā paskaidrojums) tiks rādīts apmācāmajiem, kuriem nav priekšzināšanu attiecīgajā kursā, piemēram "0C++ ir ...".

Tēmas praktiskajā (*Practice*) un vērtējuma (*Evaluation*) daļā pirmais aktivitātšu nosaukuma simbols norāda apguves grūtības pakāpi, simbols "1" – zemākā, "2" – vidējā, "3" – augstākā apguves grūtības pakāpe. Piemēram, attēlā (skat. 3.11. attēls) ir parādīts saskarnes piemērs kursa "Programmēšanas pamati I" tēmas "Datu izvads" apmācāmajam, kuram ir vizuālais mācīšanās stils, nav priekšzināšanu attiecīgajā kursā un ir izvēlēta augstākā kursa apguves pakāpe.

1. tēma (Datu izvads)

Close All | Open All

► **TOPIC SUMMARY**

Ievads programmēšanas valodā C++. Programmas struktūra. Funkcija main(). Datu izvads. Komentāri.

► **THEORY**

*Ievads kursā	vDatu izvads
*Programmas struktūra	vDatu izvads
*Datu izvads	0Programmēšanas valoda ir ...
*Izvada noformēšana	0C++ ir ...
vProgrammas struktūra, datu izvads	

► **PRACTICE**

3Iemācīties programmas struktūru

► **EVALUATION**

3Tests1

3.11. attēls. Saskarnes piemērs kursa "Programmēšanas pamati I" tēmas "Datu izvads" apmācāmā lomai (mācīšanās stils - vizuālais, bez priekšzināšanām, apguves grūtības pakāpe - augstākā)

Apmācāmajam tiek rādīti (ja tādi ir) resursi, kuriem nosaukumā pirmais simbols ir "*", "v" un "0", kā arī augstākajai apguves grūtības pakāpei atbilstošās aktivitātes, kurām nosaukumā pirmais simbols ir "3".

3.4. Sistēmas sagatavošana darbam

LMPAELS pamatā ir apmācības vadības sistēma Moodle, kuras jaunāko versiju var lejuplādēt no Moodle oficiālās vietnes (<https://download.moodle.org>). Moodle instalēšanai nepieciešams Apache tīmekļa serveris ar PHP moduļa un PostgreSQL/MySQL/MariaDB datubāzu servisa atbalstu. Tālāk ar Moodle administratora tiesībām jāinstalē izveidotais Moodle adaptīvais kursa formāts un LMPAELS sistēmas adaptivitātes nodrošināšanai nepieciešamie moduļi. Programmkods atrodams versiju pārvaldības sistēmā GitHub (<https://github.com/vijavagale/LMPAELS>).

Veidojot adaptīvo e-kursu, Moodle sistēmā vispirms ir jāizvēlas tēmu kursa formāts, tad kursam jāpievieno nepieciešamie bloki un vēlāk kursa tēmu formāts ir jānomaina uz adaptīvo kursa formātu (vēlams pieturēties pie norādītās darbību secības).

Izvēloties adaptīvo kursa formātu, jānorāda kursa veids (praktiskais kurss vai teorētiskais kurss) (skat. 2.2. nodaļa). Atbilstoši 2.4. nodaļā aprakstītajam LMPAELS satura modelim, praktiskajā kursā katra tēma tiek sadalīta četras daļās: tēmas kopsavilkums, teorija, prakse un vērtēšana (skat. 3.5. attēls). Teorētiskajā kursā katra tēma tiek sadalīta trīs daļās: tēmas kopsavilkums, teorija un vērtēšana.

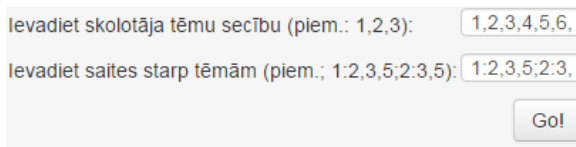
Tēmas kopsavilkuma daļā tiek ierakstīts kursa tēmas apraksts, mērķis un tēmas saistība ar citām kursa tēmām. Teorētiskajā daļā tiek pievienoti mācību materiāli (resursi), kas atbilst apmācāmo mācību vielas uztverei: skatoties, dzirdot, lasot, darbojoties un kombinējot kopā skatīšanos un klausīšanos (skat. 2.4.2. nodaļa). Tēmas teorētiskajā daļā pievienojot kursam katru materiālu, ir jānorāda, kādam uztveres veidam tas paredzēts. LMPAELS praktiskajā realizācijā uztveres veids tiek norādīts mācību materiāla nosaukumā, tā pievienošanas vai labošanas brīdī. Nosaukuma pirmais burts ("v", "a", "r", "k", "w" (vizuālā un audiālā mācīšanās stila kombinācija)) atbilst mācīšanās stila nosaukuma pirmajam burtam. Nosaukumā pirmais simbols "*" norāda, ka resurss paredzēts apmācāmajiem ar jebkuru mācīšanās stilu. Lai vienkāršotu kursa tēmai izmantojamo resursu izveidi, būtu ieteicams veidot mazas kursa satura vienības (resursus), kas var tikt izmantotas mācīšanās stila kombinācijās. Papildus paskaidrojumu norādīšanai apmācāmajiem bez priekšzināšanām, resursa nosaukumā pirmo simbolu ieliek "0" (skat. 3.10. attēls).

Praktiskajā daļā un vērtēšanas daļā tiek ievietotas aktivitātes atbilstoši apmācāmā

kursa apguves grūtības pakāpei (skat. 2.2. nodaļa). Katrai aktivitātei jānorāda grūtības pakāpe: zemākā apguves grūtības pakāpe (līdz atzīmei 6 (ieskaitot)), vidējā kursa apguves grūtības pakāpe (līdz atzīmei 8 (ieskaitot)) un augstākā kursa apguves grūtības pakāpe (līdz atzīmei 10 (ieskaitot)). Sistēmas eksperimentālajā realizācijā kursa apguves grūtības pakāpe tiek norādīta aktivitātes nosaukumā. Nosaukuma pirmajā pozīcijā ierakstītais cipars ("1" - zemākā, "2" - vidējā, "3" - augstākā) norāda, kādai grūtības pakāpei aktivitāte ir paredzēta (skat. 3.10. attēls). Katrā tēmā jābūt obligāti trīs testiem, citādi sistēma nevarēs novērtēt konkrētas tēmas apguvi un piedāvāt nākamo tēmu. Testa nosaukumu jāveido sekojoši: pirmais simbols ir testa grūtības pakāpe, tad vārds "Tests", tad tēmas kārtas numurs. Piemēram, "2Tests1" nozīmē pirmās tēmas tests ar vidējo grūtības pakāpi.

Izveidotajam kursam tiek norādītas saites starp apgūstamajām tēmām un tēmu apguvei paredzētā skolotāja tēmu secība (skat. 2.5.2. nodaļa) (skat. 3.12. attēls). Saišu izveide starp tēmām notiek atbilstoši ieteicamās tēmu secības izveides metodes un tēmu secības organizēšanas metodes eksperimentālajā pārbaudē aprakstītajam formātam (skat. 4.3. nodaļa).

Skolotāja modulis:



ievadiet skolotāja tēmu secību (piem.: 1,2,3):

ievadiet saites starp tēmām (piem.: 1:2,3,5;2:3,5):

3.12. attēls. Saskarnes piemērs skolotāja tēmu secības un saišu starp tēmām norādīšanai

Adaptācijas nodrošināšanas nolūkos kursam tiek veidotas apmācāmo grupas. Apmācāmo grupu veidošanas piemērs, izmantojot apmācāmo priekšzināšanas apgūstamajā kursā, apmācāmo mācīšanās stilus un kursa apguves grūtības pakāpi, ir aprakstīts 4.2. nodaļā.

Apmācāmajam uzsākot kursa apguvi, apmācāmā datu ieguves modulis (*Learner Data Acquisition Module* (LDAM)) (skat. 3.3.1. nodaļa) pārbauda vai LM ir saglabāti dati par apmācāmā īpašībām, kuras tika izmantotas kursa definētajās apmācāmo grupās. Ja nav, tad LDAM mēģina iegūt iztrūkstošos datus (skat. 2.3.4. nodaļa). Piemēram, dati par apgūstamo kursu (*Course Data*) (apmācāmā priekšzināšanas kursa apguvei un kursa apguves grūtības pakāpe) tiek noteikti ar LDAM piedāvātajiem testiem un aptaujām (skat. 3.13. attēls).

Datu par apmācāmā mācīšanās stilu iegūšanai, LDAM piedāvā izpildīt trīs testus, kas nosaka mācīšanās stilu pēc VARK stilu modeļa (vizuālais, audiālais, lasīšanas/rakstīšanas un kinestētiskais mācīšanās stils) (VARK1, VAR2, VARK3) (skat. 3.13. attēls). Attēlā pie testa nosaukuma iekavās ir norādīts, cik kursa apmācāmo ir izpildījuši konkrēto testu. Piemēram, VARK3 (Count=26) nozīmē, ka testu VARK3 ir izpildījuši 26 apmācāmie. Obligāti pildāms

(*mandatory*) ir tikai tests VARK3, pārējie divi testi ir paredzēti apmācāmā mācīšanās stila precizēšanai (pēc apmācāmā izvēles). Par apmācāmo iegūtie dati tiek saglabāti LM aprakstam atbilstošajās datubāzes tabulās, kuru struktūra aprakstīta 3.3.1. nodaļā.



3.13. Saskarnes piemērs apmācāmā datu ieguves modulim

Testu VARK1, VARK2 un VARK3 jautājumi un rezultātu izvada piemēri atrodami 3. pielikumā.

Balstoties uz testu rezultātiem, katram apmācāmajam tiek piekārtots viņam atbilstošs mācīšanās stils. Ja apmācāmais izpilda vairākus testus mācīšanās stila noteikšanai, tad iegūtie dati tiek reducēti uz vienu mācīšanās stilu, pamatojoties uz biežāk sastopamo stila prioritāti (kinestētiskais, audiālais, vizuālais, lasīšanas/rakstīšanas mācīšanās stils) (skat. 4.2. nodaļa).

3.5. Nodaļas kopsavilkums

Eksperimentālās sistēmas pamatā tika izmantota apmācības vadības sistēma Moodle. Moodle iespējas tika paplašinātas, šajā sistēmā realizējot adaptīvajās sistēmās izmantojamus modeļus: apmācāmā modeli, satura modeli un adaptācijas modeli. Modeļu realizācijai, sistēmā Moodle tika izveidoti katram modelim atbilstošie moduļi un tabulas datu glabāšanai.

Uz datu dzīves ilgumu balstīta apmācāmā modeļa realizācijai tika izveidoti divi moduļi: apmācāmā datu ieguves modulis un apmācāmā datu vadības modulis.

Satura modeļa, kas balstās uz daudzveidīgu resursu formātu izmantošanu, realizācijai tika izveidots kursa satura veidošanas modulis un kursa datu vadības modulis.

Izstrādātājā sistēmā ātras adaptīvās reakcijas iegūšanai tiek izmantotas apmācāmo grupas un šīm grupās izveidotie adaptācijas scenāriji. Apmācāmo grupu veidošanu, apmācāmo iekļaušanu grupās un adaptācijas scenāriju organizēšanu nodrošina apmācāmo grupu modulis. Apmācāmo grupu veidošanai tiek izmantota promocijas darba ietvaros izstrādāto apmācāmo grupu veidošanas metode. Apmācāmo iekļaušana grupās notiek balstoties uz apmācāmo grupu identifikatora meklēšanas algoritmu.

LMPAELS sistēmā ir realizēta kursa tēmu apguve, izmantojot skolotāja norādīto tēmu secību, ieteicamo tēmu secību (OTS) vai izvēloties apgūstamās tēmas, balstoties uz

norādītajām saitēm starp tēmām. OTS izveidi un kursa tēmu secības vadību nodrošina tēmu secības modulis. OTS izveidei tiek izmantota promocijas darba ietvaros izstrādātā OTS izveides metode. Tēmu secības organizēšanai tika izmantota promocijas darba ietvaros izstrādātā kursa tēmu secības organizēšanas metode.

Apmācāmajam paredzētā adaptācijas scenārija realizācija tiek nodrošināta ar kursa satura adaptācijas moduļa palīdzību.

Nākamajā nodaļā ir aprakstīta eksperimentālajā sistēmā realizēto moduļu aprobācija. Apmācāmo grupu modulis tiek izmantots apmācāmo grupu veidošanas metodes un apmācāmo grupu identifikatora meklēšanas algoritma aprobācijā. Tēmu secības modulis tiek izmantots ieteicamās tēmu secības izveides metodes un tēmu secības organizēšanas metodes aprobācijā.

4. LMPAELS izmantoto metožu aprobācija

4.1. Nodaļas nolūks

Šīs nodaļas mērķis ir novērtēt promocijas darbā piedāvātās metodes uz lietotāja modeli balstītas personalizētas adaptīvas sistēmas izveidei. Izvērtēšanai tika izmantoti dati, kas iegūti izmantojot eksperimentālo sistēmu LMPAELS mācību procesa nodrošināšanai Daugavpils Universitātē. Promocijas darba izstrādāto metožu novērtēšanai tika izmantota apmācāmo aptaujāšana, lai noskaidrotu LMPAELS sistēmas piemērotību apmācāmajiem ar dažādām īpašībām. Šajā nodaļā ir sniegti detalizēti veikto eksperimentu plāni, eksperimentos iegūto rezultātu apraksts un promocijas darba ietvaros izveidotās LMPAELS sistēmas izvērtējums. Apmācāmo grupu veidošanas metodes eksperimentālā pārbaude publicēta darbā [VN14a]. Kursa ieteicamās tēmu secības izveides metode un kursa tēmu secības organizēšanas metodes eksperimentālās pārbaudes rezultāti ir publicēti rakstā [VN16a].

4.2. Apmācāmo grupu veidošanas metodes eksperimentālā pārbaude

Apmācāmo grupu (LG) veidošanas metodes (skat. 2.5.1 nodaļa) eksperimentālajai pārbaudei tika izmantots apmācāmo grupu modulis (skat. 3.3.3. nodaļa), kas tika implementēts apmācības vadības sistēmā Moodle. Izmantojot apmācāmo grupas identifikatora meklēšanas algoritmu (2.5.1 nodaļa), tika organizēta studentu iekļaušana izveidotajās LG.

Eksperimentā piedalījās 30 Daugavpils Universitātes profesionālās augstākās izglītības bakalaura studiju programmas "Informācijas tehnoloģijas" studenti 2013./2014. mācību gadā. Eksperimenta dalībnieku skaits balstās uz reāli studējošo studentu skaitu "Programmēšanas pamati I" kursā (skat. 5. pielikums), kas tika izmantots eksperimentā.

Pirms kursa "Programmēšanas pamati" apgūšanas, ar testu un lietotāju individuālo izvēļu palīdzību tika iegūti dati par apmācāmajiem: priekšzināšanas apgūstamajā kursā, kursa apguves līmenis un mācīšanās stili (skat. 2.5.1 nodaļa, apmācāmo grupu veidošanas piemēru).

Apmācāmo grupēšanai tika izmantots VARK mācīšanās stilu modelis, jo: (i) tas balstās uz apmācāmā dominējošajām sensorajām sistēmām [Fle01]; (ii) šis modelis ir veiksmīgi realizēts zinātniskajos darbos [EWA06], [DW04]; (iii) tā realizācija ir vienkārša no tehniskā viedokļa un testa rezultāti ir viegli interpretējami.

No oficiālās VARK¹⁶ vietnes tika paņemts tests, kas tika integrēts sistēmā. Ar šī testa palīdzību iespējams identificēt mācīšanās stilus (*Learning Style* (LS)): vizuālo (*Visual*),

¹⁶ <http://vark-learn.com/the-vark-questionnaire/>

audiālo (*Aural*), lasīšanas/rakstīšanas (*Read/Write*) un kinestētisko (*Kinesthetic*).

Testu dati ar vienādām mācīšanās stilu vērtībām var veidot dažādas divu, triju vai četru stilu kombinācijas. LMPAELS adaptīvajā sistēmā tikai stilu kombinācijai vizuālais-audiālais mācīšanas stils (*Visual-Aural*) ir paredzēta adaptīva reakcija, piedāvājot resursus, kuros iespējams vienlaicīgi gan klausīties, gan skatīties (skat. 2.4.2. nodaļa), jo mūsdienās mācību vielas apguvei bieži tiek izmantoti video. Pārējo LS kombinācijas tika reducētas uz vienu mācīšanās stilu, balstoties uz cilvēkiem biežāk piemītošajiem mācīšanas stiliem.

Lai varētu vienkāršāk interpretēt eksperimentā iegūtos datus, mācīšanās stili tika apzīmēti ar lielajiem latīņu alfabēta burtiem, attiecīgi K nozīmē kinestētiskais mācīšanās stils, A - audiālais, V – vizuālais, R – lasīšanas/rakstīšanas mācīšanās stils.

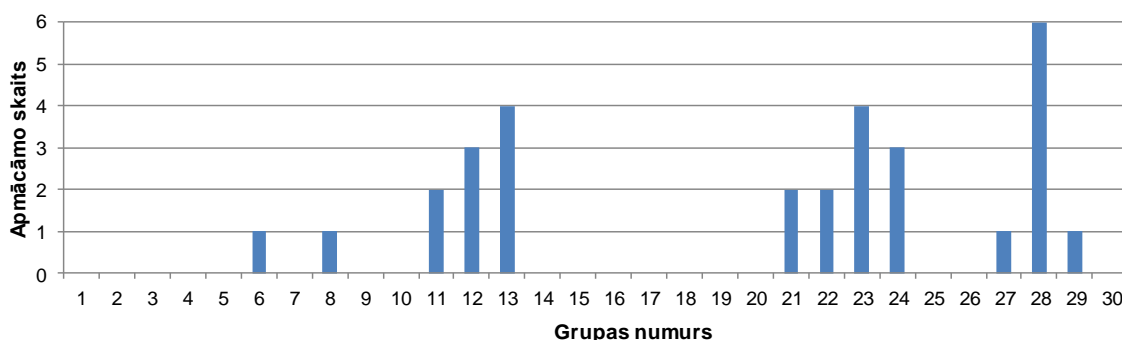
Pamatojoties uz darbos [SAS13], [BH09], [Mil01] aprakstītajiem pētījumiem, mācīšanās stili pēc to eksistēšanas biežuma tika sarindoti sekojoši: kinestētiskais, audiālais, vizuālais, lasīšanas/rakstīšanas mācīšanās stils. Tāpēc, ja tiek iegūta stilu kombinācija, kurā ir K, tad šo kombināciju pieskaita kinestētiskajam mācīšanās stilam. Tās ir stilu kombinācijas VK, AK, RK, VAK. Stilu kombinācija VAR tika pieskaitīta pie vizuālā un audiālā LS, kombinācija AR tika pieskaitīta pie audiālā LS, VR tika pieskaitīta pie vizuālā LS. Atlikušās kombinācijas, kurās ir sastopams stils R tika pieskaitītas pie lasīšanas/rakstīšanas LS.

Mācīšanās stilu testēšanas rezultātā tika iegūti dati, kas parādīja to, ka no 30 studentiem, 20 studentiem (67%) ir tikai viens mācīšanās stils: audiālais LS ir vienpadsmit studentiem, lasīšanas LS ir pieciem studentiem, vizuālais LS ir četriem studentiem un kinestētiskais LS nepiemīt nevienam. Vēl tika iegūtas 10 kombinācijas no diviem stiliem (33%): AK - 1 students, VK - 3, VR - 2, AR - 4 studenti. Reducējot iegūtās stilu kombinācijas uz vienu stilu, tika iegūti papildus 4 K (no AK un VK), 4 A (no AR) un 2 V (no VR) stili.

Rezultātā no 30 notestētajiem studentiem, tika iegūts, ka A=16 (53%), V=6 (21%), R=4 (13%) un K=4 (13%) studenti. No visiem respondentiem tikai 11 (37%) studentiem bija priekšzināšanas apgūstamajā kursā. Kurša vidējo grūtības pakāpi izvēlējās 13 (43%) studenti, visaugstāko – 17 (57%) studenti, viszemāko - neizvēlējās neviens students.

Kopumā, izmantojot datus par mācīšanas stiliem (LS), kursa priekšzināšanām (PK) un izvēlēto kursa apguves grūtības pakāpi (DL), eksperimentā tika iegūtas 12 dažādas apmācāmo grupas (skat. 4.1. attēls).

Visvairāk studentu (seši) iekļauti grupā G28 (PK=0, DL=H, LS=A). Četri apmācāmie iekļauti grupās G23 (PK=0, DL=M, LS=A) un G13 (PK=1, DL=H, LS=A). Trīs studenti iekļauti grupās G12 (PK=1, DL=H, LS=V) un G24 (PK=0, DL=M, LS=K). Divi studenti iekļauti grupās G11, G21 un G22. Viens students iekļauts grupās G6, G8, G27 un G29.



4.1. attēls. LG veidošanas metodes eksperimentālajā pārbaudē iegūtās apmācāmo grupas un apmācāmo skaits tajās

No eksperimenta rezultātiem tika secināts, ka: (i) kursa "Programmēšanas pamati I" apgūšanā tikai 37% apmācāmo bija priekšzināšanas, (ii) kursa apguve vidējā līmenī apmierināja 43% apmācāmos un (iii) 57% apmācāmo bija vēlme iegūt visaugstāko kursa novērtējumu. Pēdējie divi rādītāji liecina par studentu augsto motivāciju kursa apgūvē.

Mācīšanās stilu noteikšanas rezultāti apstiprināja citu zinātnieku [DW04], [Fle01] izdarītos secinājumus. Visvairāk respondentu ir ar vienu dominējošo mācīšanās stilu 67% ([Fle01] to bija 47%). No stilu kombinācijām, netika iegūta kombinācija lasīšanas LS kopā ar kinestētisko LS (arī darbā [DW04]). Šajā eksperimentā tika iegūts, ka vizuālais mācīšanās stils visvairāk ir kombinācijā ar kinestētisko LS. Kinestētiskais LS veido kombinācijas ar audiālo LS un vizuālo mācīšanās stilu.

Gadījumā, ja uzsākot kursa apguvi, kādu apstākļu dēļ sistēmai neizdodas iegūt visus datus par apmācāmo, kas nepieciešami apmācāmo klasifikācijai, tad iztrūkstošajām pazīmēm jāpieņem noklusējuma vērtības. Piemēram, ja netika iegūti dati par priekšzināšanām, tad pēc noklusējuma var pieņemt, ka apmācāmajam nav priekšzināšanu. Ja nav datu par apmācības stiliem, tad jāizlemj kādus mācību resursus piedāvāt. Piemēram, var piedāvāt visus resursus un vēlāk secināt, kura veida resursus apmācāmais izmanto biežāk.

4.3. Ieteicamās tēmu secības izveides metodes un tēmu secības organizēšanas metodes eksperimentālā pārbaude

Ieteicamās tēmu secības izveides metodes (skat. 2.5.2. nodaļa) un tēmu secības organizēšanas metodes (skat. 2.5.3. nodaļa) eksperimentālajai pārbaudei tika izveidots tēmu secības modulis (skat. 3.3.3. nodaļa), kas tika implementēts sistēmā Moodle.

Eksperimentā piedalījās Daugavpils Universitātes profesionālās augstākās izglītības bakalaura studiju programmas "Informāciju tehnoloģijas" 38 1. studiju gada studenti no 2015./2016.m.g. Eksperimenta dalībnieku skaits balstās uz reālo studējošo skaitu studiju kursa

"Programmēšanas pamati I" apgūvē. Eksperimenta ilgums ir viens mācību semestris.

Atbilstoši aprakstītajam LMPAELS CM (skat. 2.4. nodaļa), tika izveidota mācību kursa "Programmēšanas pamati I" (studiju kursa apraksts 5. pielikumā) struktūra. Kursa struktūra sastāvēja no 10 tēmām: (1.) "C++ programmas struktūra. Datu izvads", (2.) "Datu tipi. Datu ievads", (3.) "Matemātiskās funkcijas", (4.) "Nosacījumu konstrukcijas", (5.) "Lietotāja definētās funkcijas", (6.) "Parametriskās funkcijas", (7.) "Cikliskas konstrukcijas", (8.) "Viendimensiju skaitliskie masīvi", (9.) "Daudzdimensiju skaitliskie masīvi" un (10.) "Simboliskie masīvi". Iekavās tiek norādīts katras tēmas kārtas numurs.

Mācību kurss "Programmēšanas pamati I" ir praktisks kurss, kurā katra tēma tika sadalīta četrās daļās: tēmas kopsavilkumā, teorētiskajā, praktiskajā un vērtēšanas daļā (skat. 4.2. attēls). Katras tēmas vērtēšanas daļai tika izveidots tests atbilstoši apmācāmā izvēlētajai kursa apgūves grūtības pakāpei.

Choose topic:
Jump to...

Learning process data:
Course consists of 10 topics. 3 topics are completed.
Topics: 1,5,6,7
Grades: 10,7,5,10

Your choice: topic sequence level of acquisition

Change course topic sequence:

Topic 7 (Loops)

Close All | Open All

▶ **TOPIC SUMMARY**

Loop actions. Loop types: for, do and while do.

▶ **THEORY**

Loop constructions

▶ **PRACTICE**

Write a program that does the same task with three different loop types

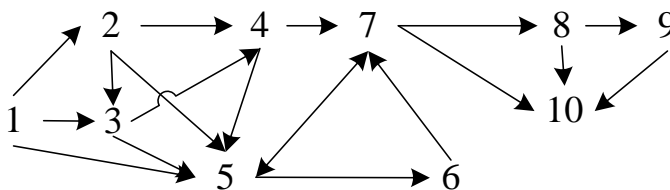
▶ **EVALUATION**

Tests7

4.2. attēls. Saskarnes piemērs studiju kursa "Programmēšanas pamati I" 7. tēmai "Cikli" (loma students)

Izveidotajā kursā saites starp kursa tēmām ir parādītas ar orientēta grafa palīdzību (skat. 4.3. attēls). Bultiņa starp divām tēmām parāda tēmu apgūves secību - pēc kuras tēmas sekmīgas apgūves (bultiņas izejošais gals) tiek piedāvāta nākamā apgūstamā tēma (bultiņas ieejošais gals). Piemēram, no tēmas "1" iziet trīs bultiņas uz tēmām "2", "3" un "5". Tas

nozīmē, ka pēc tēmas "1" sekmīgas apguves, var apgūt tēmu "2" vai "3", vai "5".



4.3. attēls. Saites starp studiju kursa "Programmēšanas pamati I" tēmām

Kursa pasniedzējs attēlā (skat. 4.3. attēls) parādītās saites starp tēmām aprakstīja ar sekojošas virknes 1:2,3,5;2:3,4,5;3:4,5;4:5,7;5:6,7;6:7;7:5,8,10;8:9,10;9:10 palīdzību. Tēmas kārtas numurs tiek atdalīts no saitēm ar ":" un saites savā starpā tiek atdalītas ar "," palīdzību. Vienas porcijas "tēma:saites" atdalīšanai no otras porcijas tiek izmantots ";". Skolotāja ieteicamā tēmu apguves secība atbilst tēmu kārtas numuriem. Tā ir 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

Pirms kursa apguves tika iegūti dati par apmācāmajiem. Ar Moodle implementēto apmācāmā datu ieguves moduļa (skat. 3.3.1. nodaļa) palīdzību, izmantojot testus un aptaujas, tika iegūti dati par apmācāmo mācīšanas stiliem (vizuālais, audiālais, kinestētiskais, lasīšanas, vizuālais-audiālais), viņu priekšzināšanas apgūstamajā kursā (ir, nav) un vēlamā kursa apguves līmeni (zems, vidējs, augsts) (skat. 4.2. nodaļa).

Balstoties uz mācību stilu, kursa priekšzināšanu un kursa apguves līmeņu iespējamajām vērtībām, izmantojot apmācāmo grupu veidošanas metodi (skat. 2.5.1. nodaļa), kursā tika izveidotas 30 apmācāmo grupas. Katrai apmācāmo grupai tika izveidots noteikts adaptācijas scenārijs (skat. 2.5.1. nodaļa).

Balstoties uz iegūtajiem datiem par apmācāmajiem, 25 studenti tika klasificēti 13 izveidotajās kursa grupās. Par pārējiem studentiem datu bija nepietiekami daudz, tāpēc tiem tika piešķirta grupa "Group0", kurai tiek rādīts neadaptēts saturs. Šajā eksperimentā apmācāmo grupas tika izmantotas, lai veiktu satura adaptāciju atbilstoši apmācāmā īpašībām.

Kursa "Programmēšanas pamati I" apguves rezultātā tika iegūtas 38 apmācāmo izmantotās tēmu secības (TS) (skat. 7. pielikums, a) piemērs). Iegūtās tēmu secības tika iedalītas 11 grupās, kur katrā grupā tika apvienotas vienādās tēmu secības.

Katrai iegūtajai tēmu secību grupai tika aprēķināta kursa apguves vidējā atzīme. Iegūtie dati ir aprakstīti zemāk, kvadrātiekvās norādot tēmu secības grupas numuru, figūriekavās - tēmu secību un apaļajās iekavās - šai tēmu secības grupai aprēķināto kursa apguves vidējo atzīmi: [1] {1,2,3,4,5,6,7,10,8,9} (6.944); [2] {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10} (7.487); [3] {1,2,3,4,5,7,6,8,9,10} (7.917); [4] {1,2,3,4,7,10,5,6,8,9} (8.167); [5] {1,2,3,4,7,5,6,8,9,10}

(7.917); [6] {1,2,3,6,4,5,7,9,8,10} (9.375); [7] {1,2,5,3,4,6,7,8,9,10} (7.542); [8] {1,2,5,6,7,8,9,10,3,4} (6.167); [9] {1,3,2,4,5,7,8,10,6,9} (8.292); [10] {1,3,5,7,8,9,10,2,4,6} (8.917); [11] {1,5,6,7,10,2,3,4,9,8} (8.583).

Visaugstākā kursa apguves vidējā atzīme - 9.375 tika iegūta sestajai tēmu secībai, taču šai TS tehnisku iemeslu dēļ tika konstatēta atkāpe no OTS izveides. Šī iemesla dēļ tā netika ņemta par OTS.

Tēmu secība ar nākamo augstāko kursa apguves vidējo atzīmi 8.917 ir desmitā TS. Šī tēmu secība arī tika paņemta kā eksperimentā iegūtā ieteicamā tēmu secība (OTS) kursā "Programmēšanas pamati I", t.i., $OTS = \{1,3,5,7,8,9,10,2,4,6\}$. Iegūtā OTS turpmāk tiks piedāvāta kā kursa "Programmēšanas pamati I" ieteicamā tēmu secība.

Iegūtā OTS tikai nedaudz atšķiras no skolotāja piedāvātās tēmu secības. Kursā "Programmēšanas pamati I" 2. tēma ("Datu ievads"), 4. tēma ("Nosacījumu konstrukcijas") un 6. tēma ("Parametriskas funkcijas") ieteicamajā tēmu secībā tiek apgūtas kā pēdējās. To var izskaidrot ar to, ka šo trīs tēmu apgūstamā viela cieši sasaucas ar pārējām kursa tēmām. Tas nozīmē, ka šajās tēmās apgūstamā viela tiek izmantota pārējās kursa tēmas, tāpēc to loma kursa struktūrā tika samazināta.

Ar tēmu secības organizēšanas metodes palīdzību studentiem tika ļauts pašiem vadīt savu apmācības procesu. Eksperimentā iesaistītajiem studentiem bija iespēja izmantojot skolotāja piedāvāto tēmu secību vai arī izmantot apmācāmā tēmu secību (pašiem izvēlēties tēmas, balstoties uz saitēm starp tēmām). Eksperimenta rezultāti parādīja, ka 27 studenti (jeb 75%) bija pasīvi tēmu izvēlē un izmantoja tikai skolotāja ieteikto tēmu secību.

OTS pielietojuma mērķis ir piedāvāt apmācāmajiem vienu adaptācijas alternatīvu, kas pierādījusi sevi ar labu rezultātu jau iepriekš. Daudzi kursi tiek izstrādāti noteiktam akreditācijas periodam. OTS pielietojumam ir jēga gadījumos, kad kursā ir stabila struktūra. Ja tiek veiktas izmaiņas kursā, tad tās visbiežāk skar kursa tēmu saturu nevis pašas tēmas. Kursiem ar vēl nenostabilizējošos struktūru ir jāparedz divi gadījumi: (i) būtiskas un (ii) nebūtiskas kursa satura izmaiņas. Būtisku izmaiņu gadījumā kā OTS var pieņemt skolotāja ieteikto TS. Nebūtisku izmaiņu gadījumā, kad netiek mainīta kursa pamatstruktūra, ir svarīgi saglabāt iegūto OTS. Šajā gadījumā jaunās tēmas var pievienot OTS beigās augošā secībā.

Kursa OTS laika gaitā var mainīties. Apmācāmajiem, kuri sāka kursa apguvi pirms OTS maiņas, izmantos iepriekšējo OTS, bet nākamajiem apmācāmajiem tiks piedāvāta jau jaunā OTS. Datu bāzē tiek saglabātas visas vienam kursam izveidotās OTS ar nolūku vēlāk veikt kursa struktūras analīzi.

4.4. Sistēmas LMPAELS eksperimentālā pārbaude

Promocijas darbā piedāvātās metodes tika implementētas uz Moodle bāzes izveidotajā eksperimentālajā sistēmā LMPAELS. Lai novērtētu promocijas darbā piedāvātās metodes uz lietotāja modeli balstītas personalizētas adaptīvas sistēmas izveidei tika veikts eksperimentālais pētījums laboratorijas apstākļos. Izveidotā sistēma tika aprobēta Daugavpils Universitātē mācību procesa laikā. Aprobācijā piedalījās profesionālās augstākās izglītības bakalaura studiju programmas "Informācijas tehnoloģijas" 46 studenti. Aprobācijai tika sagatavoti e-kursi "Programmēšanas pamati I" un "Datu bāzes II". 2016./2017. mācību gada rudens semestrī tika aprobēts kurss "Programmēšanas pamati I", kurā piedalījās 20 pirmā studiju gada studenti. 2016./2017. mācību gada pavasara semestrī tika aprobēts kurss "Datu bāzes II", kurā piedalījās 26 otrā studiju gada studenti.

Eksperiments tika organizēts konkrētajā augstskolā, kurā studentu skaits nav pietiekams tīra eksperimenta organizēšanai, tāpēc eksperimentā iesaistītajiem bija iespēja paralēli izmantot adaptīvo e-kursu versijas un neadaptīvo e-kursu versijas. Tīra eksperimenta gadījumā apmācāmie ar līdzīgiem raksturojumiem tiktu sadalīti divās daļās, viena daļa izmantotu tikai adaptīvo e-kursu un otrā daļa izmantotu tikai neadaptīvo e-kursu un kursa apguves beigās tiktu salīdzināti apguves rezultāti. Adaptīva e-kursa "Programmēšanas pamati I" atkārtota izmantošana deva iespēju novērtēt ieteicamās tēmu secības metodi darbībā.

4.4.1. Pētījuma jautājumi

Eksperimentālajā sistēmā LMPAELS izveidoto un mācību procesā izmantoto e-kursu novērtēšanas procesā vajadzēja rast atbildes uz sekojošiem jautājumiem:

- Kādus kritēriju izmantot adaptīvo un neadaptīvo e-kursu novērtēšanai?
- Vai iespējams izveidot ticamu mērāmo instrumentu e-kursu novērtēšanai un iegūto rezultātu izvērtēšanai?
- Par ko liecina e-kursu novērtēšanas instrumenta iegūtie rezultāti?
- Kādai apmācāmo grupai ir noderīga izveidotā personalizētā adaptīvā e-studiju sistēma?

4.4.2. Pētījuma izlase

E-kursu aprobācijā un novērtēšanā piedalījās 46 respondenti, no kuriem 20 bija pirmā studiju gada un 26 otrā studiju gada studenti. No kopējā eksperimenta dalībnieku skaita 31 (67%) ir vīrietis un 15 (33%) sievietes (skat. 12. pielikums). Vidējā vispārējā izglītība ir iegūta 37 (80%) respondentiem un vidējā profesionālā izglītība ir 9 (20%) respondentiem. Pieredze darbam ar sistēmu Moodle mazāk par 1 gadu ir 22 (48%) respondentiem un vairāk

par gadu ir 24 (52%) respondentiem. Citu e-studiju sistēmu izmantošanas pieredze ir 29 (63%) respondentiem un pārējiem 17 (37%) nav pieredzes darbā ar citām e-studiju sistēmām. Pēc IT kompetences līmeņa, 6 (13%) respondenti novērtēja savu IT kompetences līmeni kā augstu, 34 (74%) kā vidēju un 6 (13%) respondenti kā zemu.

4.4.3. Eksperimenta apraksts

Eksperimentam tika izmantotas e-kursu "Programmēšanas pamati I" (pirmais studiju gads) un "Datu bāzes II" (otrais studiju gads) divas versijas: adaptīvā un neadaptīvā.

Šajā eksperimentā adaptīvais kurss "Programmēšanas pamati I" tika izmantots atkārtoti (otru reizi). Pirmajā reizē kurss tika izmantots ieteicamās tēmu secības metodes un tēmu secības organizēšanas metodes pārbaudē (eksperimenta aprakstu skat. 4.3. nodaļā). Toreiz eksperimentā tika iegūta ieteicamā tēmu secība šim kursam, tā ir sekojoša 1,3,5,7,8,9,10,2,4,6. Iegūtā tēmu šajā eksperimentā secība tika piedāvāta jau kā kursa ieteicamā tēmu secība. Detalizētāka kursa "Programmēšanas pamati I" sagatavošana eksperimentam aprakstīta 4.3. nodaļā. Kurša studiju programma apskatāma 5. pielikumā.

Adaptīvajā kursā "Datu bāzes II" tika piedāvātas 7 tēmas (iekavās tēmu numuri): (1.) "Ievads", (2.) "Saglabājamās procedūras", (3.) "Saglabājamās funkcijas", (4.) "Trigeri", (5.) "Notikumi", (6.) "Transakcijas", (7.) "PHP un MySQL". Skolotāja tēmu secība bija sekojoša: 1,2,3,4,5,6,7. Saites starp tēmām tika norādītas ar virknes 1:2,3,6;2:3,4,6;3:2,4,6;4:3,5,6;5:3,6;6:2,3,4,5,7;7:7 palīdzību. Izmantotie virknes apzīmējumi: tēmas kārtas numurs atdalīts no saitēm ar ":" un saites savā starpā tiek atdalītas ar "," palīdzību; vienas porcijas "tēma:saite" atdalīšanai no otras porcijas tiek izmantots ";". Tā kā e-kurss "Datu bāzes II" ir jauns kurss, tad (pēc noklusējuma) ieteicamā tēmu secība ir vienāda ar skolotāja tēmu secību. Kurša "Datu bāzes II" apraksts atrodams 5. pielikumā.

Katrs students izmantoja gan adaptīvo, gan neadaptīvo e-kursa versiju. Pabeidzot adaptīva un neadaptīva e-kursa apguvi, studentiem tika piedāvāts novērtēt e-kursus un salīdzināt savā starpā abas e-kursa versijas. Katrs apmācāmais aizpildīja e-kursu novērtēšanas anketu elektroniski un sistēma saglabāja iegūtos datus datu bāzē. Anketas elektroniskā veida saskarnes fragments apskatāms 8. pielikumā. Iegūto datu apstrāde tika veikta, izmantojot datorprogrammu SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). Adaptīvo un neadaptīvo kursu novērtēšana tika veikta ar šim nolūkam izveidotu e-kursu novērtēšanas instrumentu.

4.4.4. E-kursu novērtēšanas instrumenta izveide

Eksperimentā izmantoto e-kursu salīdzināšanai tika izveidots e-kursu novērtēšanas instruments, kas sastāv no anketas un statistisko metožu kopuma. Anketa kalpo kā datu ieguves

līdzeklis, savukārt, metožu kopums nodrošina iegūto datu apstrādi un analīzi.

Ar izveidotā instrumenta palīdzību tiek iegūti e-kursu kopējie vērtējumi, kurus salīdzinot, tiek pieņemts, ka efektīvāks ir kurss ar augstāku kopējo vērtējumu.

Instrumenta izveides process sastāvēja no anketas izstrādes, anketas ticamības pārbaudes un anketas validitātes pārbaudes.

Anketas apraksts

Datu iegūšanai par e-kursu tika izveidota anketa, kura sastāv no divām daļām. Pirmajā daļā ir 8 jautājumi par respondentu. Otrajā daļā ir 46 apgalvojumi (indikatori) par e-kursu (skat. 8. pielikums). Apgalvojumi tika sagrupēti piecās grupās (skalās), kas tiek izmantotas kā e-kursa vērtējamie raksturlielumi, tie ir:

- e-kursa nozīme (10 apgalvojumi, no 1. līdz 10. apgalvojumam);
- e-kursa kognitīvais vērtējums (10 apgalvojumi, no 11. līdz 21. apgalvojumam);
- e-kursa struktūra (7 apgalvojumi, no 22. līdz 28. apgalvojumam);
- e-kursa saturs (6 apgalvojumi, no 29. līdz 34. apgalvojumam);
- e-kursa tēmu secība (12 apgalvojumi, no 35. līdz 46. apgalvojumam).

Skala "E-kursa nozīme" apraksta ieguvumus, kurus sniedz e-kursa izmantošana. Ar šo skalu tiek novērtēts e-kursa izmantošanas lietderīgums apmācības procesā.

Skala "E-kognitīvais vērtējums" apraksta e-kursa lietojamības ērtumu. Ar šo skalu tiek novērtēta e-kursa sarežģītība no uztveres viedokļa (tiek pārbaudīts, vai darbā piedāvātās metodes nesarežģī e-kursa uztveri).

Skala "E-kursa struktūra" raksturo e-kursa struktūras uztveri kopumā un vienas tēmas ietvaros. Ar šo skalu tiek novērtēta e-kursa izveidē izmantotā satura modeļa struktūra.

Skala "E-kursa saturs" raksturo e-kursa piedāvāto saturu, tā pilnīgumu, piemērotību apmācāmā kognitīvajam izziņas stilam. Ar šo skalu tiek novērtēta eksperimentālajā sistēmā realizētā tēmas satura piemērotība (adaptācija) apmācāmā raksturlielumiem (mijiedarbība starp apmācāmā un satura modeli).

Skala "E-kursa tēmu secība" apraksta e-kursā piedāvāto tēmu secību dažādību, to uztveri un efektivitāti. Ar šo skalu tiek novērtēta eksperimentālajā sistēmā realizēto tēmu secību dažādība un to efektivitāte mācību procesa pilnveidē.

Skalu izvēli noteica eksperimentālajā e-studiju sistēmā realizētās metodes. Katra skala tika izmantota gan adaptīvā, gan neadaptīvā e-kursa novērtēšanai. Kopā tika iegūti 10 skalu mērījumi (pieci adaptīvā e-kursa skalu mērījumi un pieci neadaptīvā e-kursa skalu mērījumi).

Anketā katra apgalvojuma novērtēšanai tika izmantota 5 punktu Likerta skala, kurā 1

nozīmē apgalvojumam pilnībā nepiekrītu, 2 - nepiekrītu, 3 - neitrāli, 4 – piekrītu, 5 - pilnībā piekrītu apgalvojumam. Visiem apgalvojumiem ir vienāds svars.

Izmantotās matemātiskās statistikas metodes un rezultātu interpretēšana

Anketēšanas rezultātā iegūto datu analīzei un apstrādei tika izmantotas primārās un sekundārās matemātiskās statistikas metodes [AB03]. Primārās datu apstrādes metodes (aprakstošā statistika) tika pielietotas pētāmās izlases vērtību raksturošanai (vidējais aritmētiskais, standartnovirze, standartkļūda, minimālie un maksimālie lielumi, izkliede, biežumu sadalījumi). Sekundārās datu apstrādes metodes (secinošā statistika) tika izmantotas hipotēžu pārbaudēm un likumsakarību atrašanai.

Anketas ticamības pamatošanai tika veikta anketas skalu saskaņotības pārbaude, izmantojot Kronbaha alfu (α) (*Cronbach's Alpha*). Ar Kronbaha α palīdzību tika veikta skalu indikatoru iekšējā nepretrunīguma analīze. Katrai skalai tika pārbaudīts, vai skalu veidojošie indikatori mēra vienu un to pašu pazīmi un vai starp šiem indikatoriem nepastāv iekšējas pretrunas. Kronbaha α vērtība būs augstāka tajā gadījumā, kad indikatoru savstarpējās korelācijas būs augstas. Vērtība būs zemāka, ja indikatori savā starpā nekorelē vai starp tiem pastāvēs negatīva korelācija. Tika pieņemtas šādas kritiskās Kronbaha α vērtības: $\alpha < 0.5$ – neakceptējama skalu saskaņotība; $0.5 \leq \alpha < 0.6$ – vāja; $0.6 \leq \alpha < 0.7$ – akceptējama; $0.7 \leq \alpha < 0.9$ – laba; $\alpha \geq 0.9$ – ļoti laba skalu saskaņotība.

Analizējot savstarpējās sakarības starp izlasēm, tika ņemts vērā sakarību raksturs, ciešums un nozīmīgums (būtiskums). Sakarības raksturu nosaka korelācijas koeficienta (r) zīme. Pozitīvas (tiešas) korelācijas gadījumā ($r > 0$), palielinoties vienas pazīmes vērtībām, palielinās arī otrās pazīmes vērtības. Negatīvas (netiešas) korelācijas gadījumā ($r < 0$), palielinoties vienas pazīmes vērtībām, otrās pazīmes vērtības samazinās.

Sakarību ciešumu jeb izlašu savstarpējās saistības stiprumu nosaka korelācijas absolūtā vērtība. Sakarība ir stipra (cieša), ja koeficients ir $|r| \geq 0.7$; vidēja, ja $0.50 \leq |r| \leq 0.69$; mērena - $0.30 \leq |r| \leq 0.49$; vāja - $0.20 \leq |r| \leq 0.29$; ļoti vāja - $|r| \leq 0.19$.

Sakarību nozīmīguma analīzei tika izmantota statistiskās nozīmības jeb būtiskuma līmeņa p -vērtība (SPSS to apzīmē ar Sig.). Varbūtības kritiskā robeža tika pieņemta 95% jeb $\alpha = 0.05$ (pirmā veida kļūda). Ja $p \leq 0.05$, tad sakarība ir nozīmīga, pretējā gadījumā nenozīmīga.

Lai noskaidrotu, kādas metodes var izmantot datu apstrādē, tika pārbaudīta datu empīriskā sadalījuma atbilstība normālajam sadalījumam. Šim nolūkam tika izmantots Kolmogorova - Smirnova tests ar Lillifora (*Lilliefors*) korekciju un papildināts ar Šapiro-

Vilksa (*Shapiro-Wilk*) testu paraugkopām ar novērojumu skaitu $n < 50$. Datu empīriskais sadalījums atbilst normālajam sadalījumam, ja $p \geq 0.05$.

Normālsadalījums raksturo vērtību izvietojumu uz datu līknes. Normālsadalījuma gadījumā 68.3% visu vērtību ir izvietotas vienas standartnovirzes attālumā no vidējā aritmētiskā, 95.5% - divu standartnoviržu attālumā un 99.7% - trīs standartnoviržu attālumā.

Normālā sadalījuma (zvanveida) līkni raksturo asimetrijas un ekscesa koeficienti. Asimetrijas koeficients (A) raksturo empīriskā sadalījuma simetriju attiecībā pret vidējo aritmētisko O_x ass virzienā. Ja $A < 0$, tad līkne ir nobīdīta pa labi, ja $A > 0$, tad līkne ir nobīdīta pa kreisi. Ekscesa koeficients (E) raksturo empīriskā sadalījuma koncentrāciju ap vidējo aritmētisko O_y ass virzienā. Ja $E < 0$, tad līkne ir saplacināta, ja $E > 0$, tad līkne ir izstiepta. Normālsadalījuma gadījumā $A = 0$ un $E = 0$. Asimetrijas un ekscesa koeficientus var izmantot arī normālsadalījuma pārbaudei. Gan asimetrijas, gan ekscesa rādītājiem var aprēķināt t-kritēriju (koeficienta absolūto vērtību dalot ar rādītāja standartklūdu). Ja t-kritērijs abiem rādītājiem ir mazāks par 3, tad datu sadalījums atbilst normālajam sadalījumam.

Ja datu empīriskais sadalījums atbilst normālajam sadalījumam, tad šo datu apstrādē var izmantot parametriskās metodes, ja neatbilst, tad jāizmanto neparametriskās metodes. Ar parametriskajām metodēm tiek pārbaudīti atsevišķi izlašu parametri un tiek iegūti novērtējumi par visu ģenerālkopu jeb populāciju, no kuras veidota izlases kopa. Parametriskās metodes ir jūtīgākas nekā neparametriskās metodes. Tā kā pētāmo datu empīriskais sadalījums atbilda normālajam sadalījumam, tad datu apstrādē varēja izmantot parametriskās metodes: T-testu, dispersiju analīzes metodi un Pīrsona korelācijas metodi.

Sakarību ciešuma analīzei starp skalu mērījumiem viena kursa ietvaros un starp abiem kursiem tika izmantota Pīrsona korelācijas (*Pearson Correlation*) metode.

Divu neatkarīgu (savā starpā nesaistītu) izlašu salīdzināšanai pēc vienas pazīmes tika izmantots T-tests neatkarīgām izlasēm (*Independent Samples Test*). Trīs izlašu salīdzināšanai, grupējot pēc noteiktas pazīmes, tika izmantota viena faktora dispersijas analīzes metode ANOVA (*Analysis of Variance*). Ar šīm metodēm tika pārbaudīts, vai grupējošā pazīme ietekmē pētāmo izlašu vērtības. Izlašu vērtības būtiski atšķiras, ja $p \leq 0.05$.

Izlašu pāru salīdzināšanai tika izmantotas metodes saistītām izlasēm. Sakarību un to nozīmīguma noteikšanai tika izmantota korelācijas metode saistītām izlasēm (*Paired Samples Correlations*). Atšķirību starp izlasēm noteikšanai tika izmantots T-tests saistītām izlasēm (*Paired Samples Test*).

Ģenerālkopas un izlases vidējo aritmētisko (īsāk - vidējo) (\bar{x}) salīdzināšanai tika izmantota vidējo vērtību ticamības intervāla metode. Šī metode ir vienkārši lietojama (nav

nepieciešams izmantot statistiskos kritērijus), tā parāda lielumu atšķirības starp izlasēm un tās rezultātus var viegli interpretēt. Lai izmantotu šo metodi, izlasēm jābūt neatkarīgām un datiem jāpakļaujas normālajam sadalījumam.

Anketas validitātes pārbaudei tika izmantota faktoru analīze (*Factor analysis*) ar faktoru atlasī, izmantojot galveno komponentu metodi un turpmāko Varimaks - rotāciju (*Extraction Method: Principal Component Analysis, Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization*). Galveno komponentu analīzes metode ir datu redukcijas metode, t.i., sākotnējo mainīgo samazināšanas metode. Varimaks izmanto ortogonālo pagriešanu, kurā notiek mainīgo ar augstu faktorslodzi skaita minimizācija. Kaizera kritērijs nosaka, ja faktors neizdala dispersiju, kas ir ekvivalenta vismaz viena sākotnējā mainīgā dispersijai, tad tas netiek pieņemts par faktoru. Faktorslodze ir korelācijas koeficients, kas attēlo sākotnējo mainīgo sakarību ciešumu ar izveidotajiem faktoriem. Dispersija ir izkliedes rādītājs, kurš raksturo vidējā kvadrātiskā novirzi no vidēja aritmētiskā.

Faktoranalīzes izmantošana tika pamatota ar Kaizera-Meijera-Olkina izlases adekvātuma (*Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy KMO*) testu, kur KMO kritērijam jābūt lielākam par 0.6 un Bartleta sfēriskuma testu (*Bartlett's Test of Sphericity*), kur statistiskai nozīmībai jābūt $p \leq 0.05$.

Lai apzinātu tos apmācāmos, kuriem ir piemērotas eksperimentālajā sistēmā realizētās metodes, tika veikta respondentu klasifikācija grupās, izmantojot divpakāpju klāsteranalīzi un veicot iegūto grupu analīzi ar lēmumu koka palīdzību.

Anketas ticamības pārbaude

Anketas ticamību (cik ticami ir mērījumi) var pamatot ar atkārtotu anketēšanu vai anketas skalu saskaņotības pārbaudi. Darbā tika izmantota anketas skalu saskaņotības pārbaude, jo atkārtota anketēšana atbilstoši studiju plānam ir iespējama tikai pēc gada. Gan adaptīvā (A), gan neadaptīvā (N) e-kursa katram skalu mērījumam tika aprēķināts Kronbaha α . Iegūtie rezultāti (skat. 16. tabula) liecina, ka skala "E-kursa nozīme" ir ļoti labi saskaņota.

16. tabula. Kronbaha alfas koeficientu vērtības anketas skalu mērījumiem adaptīvam un neadaptīvam e-kursam

Skala	Kronbaha alfas vērtība adaptīva kursa gadījumā	Kronbaha alfas vērtība neadaptīva kursa gadījumā
E-kursa nozīme	0,916	0,905
E-kursa kognitīvais vērtējums	0,879	0,857
E-kursa struktūra	0,785	0,817
E-kursa saturs	0,782	0,723
E-kursa tēmu secība	0,739	0,793

Kronbaha α koeficients gan adaptīvā kursa ($\alpha=0.916$), gan neadaptīvā ($\alpha=0.905$) kursa gadījumā ir lielāks par 0.9. Pārējām skalām Kronbaha α koeficients ir robežās no 0.723 līdz 0.879, kas liecina par šo skalu labu saskaņotību. Detalizēta informācija par skalu saskaņotību apskatāma 9. pielikumā 23. tabula-32. tabula.

Anketas kopējais Kronbaha α koeficients visu skalu mērījumiem adaptīvajam un neadaptīvajam e-kursam ir 0.948 (skat. 17. tabula), kas liecina par ļoti labu skalu saskaņotību.

17. tabula. Anketas visu skalu kopējās saskaņotības statistika

Kronbaha alfas koeficients (<i>Cronbach's Alpha</i>)	Kronbaha alfas koeficients balstīts uz standartizētām izlasēm (<i>Cronbach's Alpha Based on Standardized Items</i>)	Skaits (<i>N of Items</i>)
,948	,948	10

Katrai skalai atsevišķi un visām skalām kopumā aprēķinātās Kronbaha α koeficientu vērtības uzrāda pietiekami labu skalu iekšējo saskaņotību, kas pārsniedz 0.7 robežu. Šis fakts pamato augstu anketas ticamību un dod tiesības katrai skalai rēķināt vidējo aritmētisko starp skalā iekļautajiem identifikatoriem un turpmāk to izmantot datu analīzē.

Anketas validitātes pārbaude

Anketas validitātes pamatošanai (ka anketa mēra to, kam tā ir paredzēta) tika izvirzīta hipotēze, ka katram e-kursam eksistē mainīgais, kurš apraksta kursa kopējo vērtējumu. Hipotēzes pamatošanai tika izmantota apstiprinošā faktoru analīze, kad sākumā tiek izveidots modelis (kādi mainīgie ar kādiem faktoriem ir saistīti) un vēlāk šis modelis tiek pamatots.

Lai pamatotu faktoru analīzes izmantošanu, tika veikti Kaizera-Meijera-Olkina izlases adekvātuma un Bartleta sfēriskuma testi. KMO testa kritērijs, kura vērtība ir $0.862 > 0.6$ (skat. 18. tabula), un statistiskā nozīmība $p=0.00 < 0.05$ norāda uz faktoranalīzes veikšanas lietderību skalu mērījumu struktūras analīzē.

18. tabula. Kaizera-Meijera-Olkina un Bartleta sfēriskuma testu rezultāti

Kaizera-Meijera-Olkina izlases adekvātuma kritērijs		,862
Bartleta sfēriskuma tests	H ² -kvadrāts pēc Pīrsona (<i>Approx. Chi-Square</i>)	457,658
	Brīvības pakāpju skaits (df)	45
	Statistiskā nozīmība (Sig.)	,000

Pamatojoties uz labu anketas skalu iekšējo saskaņotību, adaptīvā un neadaptīvā e-kursa skalu mērījumiem tika aprēķināti vidējie aritmētiskie, kuri tika izmantoti skalu mērījumu struktūras analīzē ar faktoranalīzes palīdzību. Faktoru analīzē tika izmantota galveno komponentu analīzes metode un tai sekojošā Varimaks faktoru rotācijas metode ar

Kaizera normalizāciju. Veiktās faktoru analīzes rezultātā anketas skalu mērījumu telpā tika izdalīti divi faktori FA un FN.

Faktorā FA tika iekļauti adaptīvo e-kursu raksturojošie skalu mērījumi ar iekavās norādītajām faktorslodzēm uz izdalīto faktoru (skat. 19. tabula): "(A) E-kursa saturs" (0.861), "(A) E-kursa nozīme" (0.855), "(A) E-kursa struktūra" (0.839), "(A) E-kursa kognitīvais vērtējums" (0.809) un "(A) E-kursa tēmu secība" (0.785).

Faktorā FN tika iekļauti sekojošie neadaptīvo kursu raksturojošie skalu mērījumi "(N) E-kursa nozīme" (0.827), "(N) E-kursa tēmu secība" (0.823), "(N) E-kursa kognitīvais vērtējums" (0.799), "(N) E-kursa struktūra" (0.759) un "(N) E-kursa saturs" (0.748).

19. tabula. Anketas faktoru struktūra un skalu mērījumu faktorslodzes

Skalu mērījumi	Faktori	
	Adaptīvā e-kursa kopējais vērtējums (FA)	Neadaptīvā e-kursa kopējais vērtējums (FN)
(A) E-kursa saturs	,861	
(A) E-kursa nozīme	,855	
(A) E-kursa struktūra	,839	
(A) E-kursa kognitīvais vērtējums	,809	
(A) E-kursa tēmu secība	,785	
(N) E-kursa nozīme		,827
(N) E-kursa tēmu secība		,823
(N) E-kursa kognitīvais vērtējums		,799
(N) E-kursa struktūra		,759
(N) E-kursa saturs		,748

Visas piecas skalas viena kursa ietvaros uzrādīja augstas faktorslodzes (>0.7) iegūtajos faktoros (skat. 19. tabula), tas liecina, ka katra kursa skalu mērījumi ir cieši saistīti ar šī kursa slēpto faktoru jeb e-kursa kopējo vērtējumu. Tas nozīmē, ka faktors FA apraksta adaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu un faktors FN apraksta neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu.

Faktoru analīze ļāva samazināt analizējamo mainīgo skaitu no 10 izmērāmajiem mainīgajiem (skalu mērījumu vidējiem aritmētiskajiem) uz diviem latentajiem (slēptajiem, kurus tiešā veidā nevar izmērīt) mainīgajiem, kurus sauc par faktoriem. Faktors FA izskaidro 42.43% no summārās dispersijas un faktors FN izskaidro 37.15% no summārās dispersijas (skat. 20. tabula). Izdalīto faktoru dispersijas kopējais procents ir 79.58%. Samazinot mainīgo skaitu no desmit uz diviem, tika zaudēti tikai 20% no datu kopējās dispersijas. Tas ir labs rādītājs, kas pamato faktoru analīzes izmantošanas lietderīgumu.

E-kursus aprakstošo divu mainīgo eksistēšanu pamato arī sakarību ciešums starp skalu mērījumiem (skat. 4.4.5. nodaļa). Pīrsona korelācijas koeficientu vērtības (skat. 9. pielikums, 33. tabula, 34. tabula, 35. tabula) parāda, ka ciešākas sakarības ir starp viena kursa skalu

mērījumiem (gan adaptīvajam, gan neadaptīvajam) nevis starp abu kursu skalu mērījumiem. Tas nozīmē, ka katram kursam var piekārtot mainīgo, kurš raksturotu attiecīgā kursa vērtējumu.

20. tabula. Izdalīto faktoru analīzes kopējā izskaidrotā dispersija (izdalīšanas metode: galveno faktoru metode)

Komponents	Rotācijas summa no slodzes kvadrātā (<i>Rotation Sums of Squared Loadings</i>)		
	Kopējais (<i>Total</i>)	% no dispersijas (<i>% of Variance</i>)	Kumulatīvs % (<i>Cumulative %</i>)
1	4.243	42.428	42.458
2	3.715	37.154	79.581

Gan skalu mērījumu struktūras analīzes rezultāti (iegūtie 2 faktori), gan ciešu sakarību eksistēšana starp skalu mērījumiem viena kursa ietvaros apstiprina izvirzīto hipotēzi, ka katram e-kursam eksistē mainīgais, kurš apraksta konkrētā kursa vērtējumu, izmantojot attiecīgā kursa skalu mērījumus. Tas nozīmē, ka adaptīvā e-kursa skalu mērījumus var apvienot vienā adaptīvā e-kursa kopējā vērtējumā un neadaptīvo e-kursu raksturojošos skalu mērījumus var apvienot otrā neadaptīvā kopējā e-kursa vērtējumā.

Labā anketas skalu iekšējā saskaņotība un faktora eksistēšana (kas apraksta kursa kopējo vērtējumu) katram kursam pamato to, ka anketa ir ticama un valīda un to var izmantot eksperimentālās sistēmas e-kursu novērtēšanā.

Rezultātā tika izveidots ticams un valīds e-kursu novērtēšanas instruments, ar kura palīdzību iespējams iegūt kopīgos e-kursu vērtējumus. Katra e-kursa novērtēšana notiek pēc piecām skalām: "E-kursa nozīme", "E-kursa kognitīvais vērtējums", "E-kursa saturs", "E-kursa struktūra" un "E-kursa tēmu secība".

4.4.5. E-kursu novērtēšanas instrumenta pielietošana

Izstrādātais e-kursa novērtēšanas instruments tika pielietots eksperimentā izmantoto adaptīvo un neadaptīvo e-kursu "Programmēšanas pamati I" un "Datu bāzes II" novērtēšanā. Tika veikta anketas skalu mērījumu, e-kursu kopējo vērtējumu un klāsteranalīzes rezultātā iegūto respondentu grupu dziļāka analīze un iegūto datu interpretēšana.

Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa skalu mērījumu analīze

Lai novērtētu adaptīvajā e-kursā realizēto funkcionalitāti un uzlabojumus, tika veikta skalu vērtējumu, sakarību ciešuma un atšķirību starp skalu vērtējumiem analīze, kā arī sociāli demogrāfisko rādītāju ietekmes uz skalu vērtējumiem izvērtēšana.

Skalu datu normālsadalījuma pārbaude. Ar Kronbaha α palīdzību tika pierādīta laba anketas skalu iekšējā saskaņotība (skat. 4.4.4. nodaļa), pamatojoties uz to, var veikt

dziļāku skalu mērījumu analīzi un izvērtēšanu. Šim nolūkam izmantojamo metožu noteikšanai tika pārbaudīta datu atbilstība normālajam sadalījumam. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa skalu mērījumiem tika veikti Kolmogorova – Smirnova (Z) un Šapiro-Vilksa (W) testi. No testu rezultātiem skalu mērījumiem Z $0.052 \leq p \leq 0.200$, W $0.055 \leq p \leq 0.945$ (skat. 9. pielikums 36. tabula) tika secināts, ka skalu mērījumu empīriskie sadalījumi atbilst normālajam sadalījumam pie varbūtības 95%, jo statistiskā nozīmība visiem skalu mērījumiem ir $p > 0.05$. Tas pamato parametrisko metožu izmantošanu tālākajā datu apstrādē.

Skalu vērtējumu salīdzināšana. Salīdzinot skalu vērtējumus adaptīvam (A) un neadaptīvam (N) e-kursam, tika secināts, ka adaptīvam kursam skalas ir novērtētas augstāk nekā tās pašas skalas neadaptīvam kursam (skat. 9. pielikums 37. tabula). Pēc vērtējumiem skalu secība abiem kursiem ir vienāda. Gan adaptīvā, gan neadaptīvā e-kursa gadījumā visaugstāk tika novērtēta kursa struktūra. Skalas "E-kursa struktūra" mērījumu vērtības abiem kursiem ir A $\bar{x}=4.07$, N $\bar{x}=3.85$ (skat. 9. pielikums 9.1. attēls., 9.2. attēls., 9.3. attēls.). Otrā skala ir "E-kursa nozīme" ar vērtējumiem A $\bar{x}=3.82$, N $\bar{x}=3.63$. Trešā skala "E-kursa kognitīvais vērtējums" ar vērtējumiem A $\bar{x}=3.81$, N $\bar{x}=3.60$. Ceturtā skala ir "E-kursa saturs" A $\bar{x}=3.81$, N $\bar{x}=3.55$. Piektā skala ir "E-kursa tēmu secība" A $\bar{x}=3.73$, N $\bar{x}=3.43$.

Analizējot adaptīvajā e-kursā piedāvāto funkcionalitāti, tika salīdzinātas starpības starp skalu mērījumu pāriem. Vislielākā starpība starp adaptīvā un neadaptīvā e-kursa vērtējumiem ir skalai "E-kursa tēmu secība" (A $\bar{x}=3.73$, N $\bar{x}=3.43$, starpība starp vērtējumiem ir 0.30). Tēmu apguvei adaptīvajā e-kursā piedāvājot skolotāja, ieteicamo un apmācāmā tēmu secību skalas "E-kursa tēmu secība" vērtējums ir pieaudzis par 6% (0.30 no skalas maksimālā vērtējuma "5") salīdzinājumā ar tādu pašu skalu neadaptīvajam kursam.

Otrā lielākā starpība starp skalu mērījumiem ir skalai "E-kursa saturs" (A $\bar{x}=3.81$, N $\bar{x}=3.55$, starpība starp vērtējumiem ir 0.26). Izvērtējot e-kursā piedāvātā satura piemērotību apmācāmā kognitīvajam izziņas stilam, tika secināts, ka adaptīvā e-kursa gadījumā skalas "E-kursa saturs" vērtējums ir par 5.2% lielāks nekā neadaptīvajam kursam.

Trešā lielākā starpība starp mērījumiem ir skalai "E-kursa struktūra" (A $\bar{x}=4.07$, N $\bar{x}=3.85$, starpība starp vērtējumiem ir 0.22). Izvērtējot e-kursa struktūras uztveri, tika secināts, ka skalas "E-kursa struktūra" vērtējums adaptīvajam kursam ir pieaudzis par 4.4% salīdzinājumā ar neadaptīvā e-kursa tādas pašas skalas vērtējumu.

Ceturtā lielākā starpība starp mērījumiem ir skalai "E-kursa kognitīvais vērtējums", kas raksturo e-kursa lietojamības ērtumu (A $\bar{x}=3.81$, N $\bar{x}=3.60$, starpība 0.21). Adaptīvajam e-kursam šīs skalas vērtējums ir par 4.2% lielāks nekā neadaptīvajam kursam.

Izvērtējot ieguvumus no adaptīvā kursa izmantošanas, skalas "E-kursa nozīme" (A

$\bar{x}=3.82$, $N \bar{x}=3.63$, starpība 0.19) vērtējums ir pieaudzis par 3.8%, salīdzinājumā ar tādu pašu skalu neadaptīvajam kursam.

Sakarību ciešuma un atšķirību starp skalu vērtējumiem analīze. Lai noteiktu, cik cieši savā starpā saistīti (korelē) skalu mērījumi atsevišķi viena kursa ietvaros un starp abiem kursiem, tika izskaitļoti Pīrsona korelācijas koeficienti (r) starp skalu mērījumiem.

Analizējot sakarību ciešumu starp adaptīvā (A) un neadaptīvā (N) e-kursa skalu mērījumiem, izmantojot Pīrsona korelācijas metodi, tika secināts, ka visciešākās korelācijas ir starp tās pašas skalas mērījumiem ($0.511 \leq r \leq 0.760$) (skat. 9. pielikums 33. tabula).

Analizējot sakarību ciešumu starp skalu mērījumiem viena kursa ietvaros gan adaptīvajam (skat. 9. pielikums 34. tabula), gan neadaptīvajam kursam (skat. 9. pielikums 35. tabula), tika secināts, ka starp katra kursa skalu mērījumiem vērojamas pozitīvas korelācijas no vidējām līdz stiprām (A $0.599 \leq r \leq 0.879$, N $0.594 \leq r \leq 0.860$). To var apgalvot ar varbūtību 99% (to norāda tabulās pie r vērtībām "***").

Viena kursa ietvaros korelācijas starp skalu mērījumiem ir daudz ciešākas nekā starp abu e-kursa skalu mērījumiem. Piemēram, apskatīsim korelācijas starp skalas "E-kursa kognitīvais vērtējums" un skalas "E-kursa nozīme" mērījumiem, kur adaptīvā un neadaptīvā kursa gadījumā starp šīm skalām $r=0.719$, atsevišķi tikai neadaptīvā kursa gadījumā $r=0.860$ un atsevišķi tikai adaptīvā kursa gadījumā $r=0.879$.

Ar T-testu saistītām izlasēm, analizējot atšķirības starp skalu mērījumiem, tika secināts, ka visiem skalu pāriem atšķirības starp adaptīvā un neadaptīvā kursa vērtējumiem ir statistiski nozīmīgas ($0.001 \leq p \leq 0.048$) (skat. 9. pielikums 39. tabula). Tā kā atšķirības ir statistiski nozīmīgas, tad šīs atšķirības var attiecināt uz visu ģenerālkopu, pie tam ar augstu ticamības pakāpi. Piemēram, skalai "E-kursa saturs" adaptīvajam un neadaptīvam kursam abu izlašu vidējie atšķiras būtiski, ar varbūtību 99.9% ($p=0.001$).

Korelācijas metodes rezultāti saistītām izlasēm parāda, ka starp visu skalu pāriem ir vērojamas pozitīvas statistiski nozīmīgas korelācijas. Pēc ciešuma, skalām "E-kursa kognitīvais vērtējums" ($r=0.760$), "E-kursa saturs" ($r=0.745$), "E-kursa struktūra" ($r=0.719$) starp mērījumiem vērojamas stipras korelācijas un skalām "E-kursa nozīme" ($r=0.690$) un "E-kursa tēmu secība" ($r=0.511$) starp mērījumiem vērojamas vidējas korelācijas (skat. 9. pielikums 38. tabula). Tas nozīmē, ka, jo augstāk visi 46 respondenti vērtēja adaptīvo e-kursu, jo augstāk viņi novērtēja arī neadaptīvo e-kursu un pretēji.

Sociāli demogrāfisko rādītāju ietekme uz skalu vērtējumiem. Tika pētīts, vai sociāli demogrāfiskie rādītāji ietekmē kursa novērtēšanu un kā anketas skalas novērtēja dažādas respondentu kategorijas (pēc dzimuma, studiju gada, Moodle izmantošanas ilguma un

IT kompetences līmeņa).

Analizējot pēc **dzimuma**, sievietes adaptīvā e-kursa skalas novērtēja augstāk nekā vīrieši (sievietēm 3.86-4.16, vīriešiem 3.67-4.03) (skat. 9. pielikums 41. tabula, 44. tabula, 9.4. attēls., 9.5. attēls.). Sieviešu vērtējumos ir mazāki izkliedes diapazoni (sievietēm 0.38-0.66, vīriešiem 0.62-0.94) un augstākas minimālās vērtības (sievietēm 1.75-3.55, vīriešiem 1.30-2.71). To ir iespējams izskaidrot ar faktu, ka eksperimentā vīriešu piedalījās uz pusi vairāk nekā sievietes.

Sievietēm adaptīvā e-kursa skalas tika sarindotas dilstošā secībā sekojoši: "E-kursa struktūra" ($\bar{x}=4.162$), "E-kursa nozīme" ($\bar{x}=4.080$), "E-kursa saturs" ($\bar{x}=4.078$), "E-kursa kognitīvais vērtējums" ($\bar{x}=4.036$) un "E-kursa tēmu secība" ($\bar{x}=3.856$). Tikai starp skalas "E-kursa struktūra" mērījumiem ir vērojamas pozitīvas stipras statistiski nozīmīgas ($r=0.804$, $p=0.00<0.05$) korelācijas (skat. 9. pielikums 45. tabula). Starpības starp visu skalu mērījumu pāriem ir statistiski nozīmīgas ($0.012\leq p\leq 0.051$) (skat. 9. pielikums 46. tabula). Tas nozīmē, ka sievietes redz atšķirības starp adaptīvo un neadaptīvo e-kursu.

Adaptīvā e-kursa skalas vīriešiem tika sarindotas dilstošā secībā sekojoši: "E-kursa struktūra" ($\bar{x}=4.027$), "E-kursa kognitīvais vērtējums" ($\bar{x}=3.704$), "E-kursa nozīme" ($\bar{x}=3.697$), un "E-kursa saturs" ($\bar{x}=3.677$) un "E-kursa tēmu secība" ($\bar{x}=3.669$). Starp visu skalu mērījumu pāriem ir vērojamas pozitīvas statistiski nozīmīgas korelācijas no vidējām līdz stiprām ($0.698\leq r\leq 0.838$, $p=0.00<0.05$) (skat. 9. pielikums 42. tabula). Starpības starp skalu mērījumu pāriem ir statistiski nozīmīgas skalai "E-kursa struktūra" ($p=0.023<0.05$), "E-kursa saturs" ($p=0.046<0.05$) un "E-kursa tēmu secība" ($p=0.033<0.05$) (skat. 9. pielikums 43. tabula). Tas nozīmē, ka vīrieši redz atšķirības starp adaptīvā un neadaptīvā e-kursa struktūru, saturu un tēmu secību. Viņi neredz atšķirības starp abu kursu nozīmi ($p=0.339>0.05$) un kognitīvo vērtējumu ($p=0.85>0.05$).

Analizējot pēc **studiju gada**, gan pirmā, gan otrā studiju gada apmācāmie adaptīvā kursa skalas (iekavās vērtējumu diapazons) (3.904-4.100) ir novērtējuši augstāk nekā neadaptīvā kursa skalas (3.317-3.750) (skat. 9. pielikums 48. tabula).

Adaptīvā e-kursa skalas pirmā studiju gada apmācāmajiem tika sarindotas dilstošā secībā sekojoši: "E-kursa struktūra" ($\bar{x}=4.100$), "E-kursa saturs" ($\bar{x}=4.07$), "E-kursa kognitīvais vērtējums" ($\bar{x}=3.98$), un "E-kursa nozīme" ($\bar{x}=3.95$) un "E-kursa tēmu secība" ($\bar{x}=3.90$). Starp skalu "E-kursa kognitīvais vērtējums" ($r=0.479$, $p=0.033<0.05$) un "E-kursa struktūra" ($r=0.507$, $p=0.023$) mērījumu pāriem vērojamas pozitīvas statistiski nozīmīgas korelācijas no mērenām līdz vidējām (skat. 9. pielikums 47. tabula). Starpības starp skalu mērījumu pāriem ir statistiski nozīmīgas e-kursa kognitīvajā vērtējumā ($p=0.004<0.05$),

struktūrā ($p=0.016<0.05$), saturā ($p=0.08<0.05$) un tēmu secībā ($p=0.005<0.05$) (skat. 9. pielikums 50. tabula). Tas nozīmē, ka pirmā studiju gada apmācāmie redz atšķirības adaptīvā un neadaptīvā kursa kognitīvajā vērtējumā, struktūrā, saturā un tēmu secībā. Viņi neredz atšķirības starp adaptīvā un neadaptīvā e-kursa nozīmi ($p=0.108>0.05$).

Adaptīvā e-kursa skalas otrā studiju gada apmācāmajiem tika sarindotas dilstošā secībā sekojoši: "E-kursa struktūra" ($\bar{x}=4.05$), "E-kursa nozīme" ($\bar{x}=3.73$), "E-kursa kognitīvais vērtējums" ($\bar{x}=3.69$), "E-kursa saturs" ($\bar{x}=3.61$) un "E-kursa tēmu secība" ($\bar{x}=3.60$) (skat. 9. pielikums 51. tabula). Visu skalu pāru vērtējumos vērojamas pozitīvas stipras statistiski nozīmīgas korelācijas ($0.822\leq r\leq 0.935$, $p=0<0.05$) (skat. 9. pielikums 52. tabula). Nevienam skalu pārim nav vērojamas statistiski nozīmīgas atšķirības vērtējumos ($0.059\leq p\leq 0.554$) (skat. 9. pielikums 53. tabula), t.n., ka otrā studiju gada apmācāmie neredz atšķirības starp adaptīvo un neadaptīvo kursu.

Analizējot pēc **Moodle lietošanas ilguma**, respondenti ar Moodle izmantošanas pieredzi mazāk par gadu, adaptīvo kursu novērtēja augstāk (vērtējumu diapazons 3.905-4.104) nekā respondenti ar lielāku Moodle lietošanas pieredzi (3.569-4.042) (skat. 9. pielikums 55. tabula, 58. tabula, 9.8. attēls., 9.9. attēls.).

Adaptīvā e-kursa skalas respondentiem, ar Moodle izmantošanas ilgumu mazāku par gadu, tika sarindotas dilstošā secībā sekojoši: "E-kursa struktūra" ($\bar{x}=4.104$), "E-kursa saturs" ($\bar{x}=4.053$), "E-kursa kognitīvais vērtējums" ($\bar{x}=3.967$), "E-kursa nozīme" ($\bar{x}=3.932$) un "E-kursa tēmu secība" ($\bar{x}=3.905$). Starp skalu "E-kursa kognitīvais vērtējums" ($r=0.539$, $p=0.010<0.05$) un "E-kursa struktūra" ($r=0.565$, $p=0.006<0.05$) mērījumu pāriem vērojamas pozitīvas vidējas statistiski nozīmīgas korelācijas (skat. 9. pielikums 56. tabula). Respondenti ar Moodle izmantošanas pieredzi mazāku par gadu redz statistiski būtiskas atšķirības starp adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kognitīvo vērtējumu ($p=0.008<0.05$), struktūru ($p=0.026<0.05$), saturu ($p=0.013<0.05$) un tēmu secību ($p=0.013<0.05$) un neredz atšķirības starp adaptīvā un neadaptīvā e-kursa nozīmi ($p=0.335>0.05$) (skat. 9. pielikums 57. tabula).

Adaptīvā e-kursa skalas respondentiem, ar Moodle izmantošanas ilgumu no 1-3 gadiem, tika sarindotas dilstošā secībā sekojoši: "E-kursa struktūra" ($\bar{x}=4.042$), "E-kursa nozīme" ($\bar{x}=3.724$), "E-kursa kognitīvais vērtējums" ($\bar{x}=3.671$), "E-kursa saturs" ($\bar{x}=3.583$) un "E-kursa tēmu secība" ($\bar{x}=3.569$). Respondentu kategorijai ar Moodle lietošanas ilgumu no 1-3 gadiem visu skalu mērījumu pāros vērojamas pozitīvas stipras statistiski nozīmīgas korelācijas ($0.806\leq r\leq 0.928$, $p=0.00<0.05$) (skat. 9. pielikums 59. tabula). Viņi redz atšķirības starp adaptīvā un neadaptīvā e-kursa saturu ($p=0.028<0.05$) un e-kursa nozīmi ($p=0.05\leq 0.05$) (skat. 9. pielikums 60. tabula), pārējam skalām atšķirības vērtējumos nav statistiski būtiskas.

Analizējot pēc **IT kompetences līmeņa**, tika secināts, ka visaugstākie skalu vērtējumi ir studentiem ar vidējo līmeni (skat. 9. pielikums 62. tabula, 9.10. attēls., 9.11. attēls.).

Adaptīvā e-kursa skalas respondentiem, ar zemu IT līmeni tika sarindotas dilstošā secībā sekojoši: "E-kursa struktūra" ($\bar{x}=3.714$), "E-kursa saturs" ($\bar{x}=3.639$), "E-kursa kognitīvais vērtējums" ($\bar{x}=3.560$), "E-kursa nozīme" ($\bar{x}=3.550$) un "E-kursa tēmu secība" ($\bar{x}=3.486$). Tikai starp skalas "E-kursa struktūra" ($r=0.829$, $p=0.041<0.05$) mērījumiem ir vērojamas pozitīvas stipras statistiski nozīmīgas korelācijas (skat. 9. pielikums 63. tabula). Respondenti ar zemu IT kompetences līmeni visām piecām skalām starp to mērījumu pāriem neredz statistiski būtiskas atšķirības ($0.218\leq p\leq 0.931$) (skat. 9. pielikums 64. tabula).

Adaptīvā e-kursa skalas, respondentiem ar vidējo IT līmeni, tika sarindotas dilstošā secībā sekojoši: "E-kursa struktūra" ($\bar{x}=4.130$), "E-kursa kognitīvais vērtējums" ($\bar{x}=3.933$), "E-kursa nozīme" ($\bar{x}=3.906$), "E-kursa saturs" ($\bar{x}=3.853$) un "E-kursa tēmu secība" ($\bar{x}=3.745$). Starp visu piecu skalu mērījumiem ir vērojamas pozitīvas statistiski nozīmīgas korelācijas no vidējam līdz stiprām (skat. 9. pielikums 63. tabula). Respondenti ar vidēju IT kompetences līmeni visu skalu mērījumiem vērojamas statistiski būtiskas atšķirības vērtējumos ($0.001\leq p\leq 0.016$) (skat. 9. pielikums 64. tabula).

Adaptīvā e-kursa skalas respondentiem ar augstu IT līmeni tika sarindotas dilstošā secībā sekojoši: "E-kursa struktūra" ($\bar{x}=4.095$), "E-kursa tēmu secība" ($\bar{x}=3.889$), "E-kursa saturs" ($\bar{x}=3.722$), "E-kursa nozīme" ($\bar{x}=3.617$) un "E-kursa kognitīvais vērtējums" ($\bar{x}=3.379$). Starp skalu "E-kursa kognitīvais vērtējums" ($r=0.882$, $p=0.020<0.05$) un "E-kursa saturs" ($r=0.922$, $p=0.009<0.05$) mērījumiem vērojamas pozitīvas stipras statistiski nozīmīgas korelācijas (skat. 9. pielikums 63. tabula). Respondenti ar augstu IT kompetences līmeni visām piecām skalām starp to mērījumiem neredz statistiski būtiskas atšķirības ($0.218\leq p\leq 0.931$) (skat. 9. pielikums 64. tabula).

Rezultāti, kā skalas novērtēja dažādu kategoriju respondenti, ir apkopoti tabulā (skat. 21. tabula), kurā ir norādīts, kā katra respondentu kategorija sarindoja anketas skalas. Tabulā tiek parādīts arī nozīmīgums sakarību ciešumam un atšķirībām starp vērtējumiem. Skaitļi respondentu kategorijas stabiņos atbilst secībai, kā atbilstošās kategorijas respondenti novērtēja skalas. Iekavas norāda, ka starp attiecīgās skalas mērījumiem (adaptīvajam un neadaptīvajam kursam) ir vērojamas pozitīvas vidējas pēc ciešuma statistiski nozīmīgas korelācijas. Divkāršas iekavas norāda uz stiprām statistiski nozīmīgām korelācijām. Punkts pie kreisās iekavas (piem., ".(3)") norāda uz mērenām statistiski nozīmīgām korelācijām. Pasvītrojums norāda, ka attiecīgās kategorijas respondenti redz statistiski būtiskas atšķirības starp adaptīvā un neadaptīvā e-kursa attiecīgās skalas vērtējumiem. Piemēram, pieraksts

"((1))" sieviešu dzimumam skalai "E-kursa struktūra" nozīmē, ka skalu "E-kursa struktūra" sievietes novērtēja visaugstāk (iekavās norādīti apzīmējumi) ("1"), starp šīs skalas mērījumiem ir vērojamas pozitīvas stipras statistiski nozīmīgas korelācijas ("(0)") un sievietes redz statistiski būtiskas atšķirības starp adaptīvo un neadaptīvo kursu ("_").

21. tabula. Anketas skalu vērtējumu secība, sakarību un atšķirību starp vērtējumiem nozīmīgums dažādām respondentu kategorijām

N. p.k.	Skala	Dzimums		Stud.gads		Moodle izm.		IT komp. līmenis		
		Siev.	Vīr.	1.	2.	<1g.	1-3g.	zems	vidējs	augsts
1.	E-kursa nozīme	<u>3</u>	(3)	4	(2)	4	<u>(2)</u>	4	<u>((3))</u>	4
2.	E-kursa kognitīvais vērtējums	<u>4</u>	(2)	<u>(3)</u>	(3)	<u>(3)</u>	(3)	3	<u>((2))</u>	<u>((5))</u>
3.	E-kursa struktūra	<u>((1))</u>	<u>(1)</u>	<u>(1)</u>	(1)	<u>(1)</u>	(1)	<u>((1))</u>	<u>((1))</u>	1
4.	E-kursa saturs	<u>2</u>	<u>(4)</u>	<u>2</u>	(4)	<u>2</u>	<u>(4)</u>	2	<u>((4))</u>	<u>((3))</u>
5.	E-kursa tēmu secība	<u>5</u>	<u>(5)</u>	<u>5</u>	(5)	<u>5</u>	(5)	5	<u>(5)</u>	2

Ar T-testu neatkarīgām izlasēm tika analizēta sociāli demogrāfisko rādītāju ietekme uz skalu vērtējumiem. Testa rezultāti liecina, ka tikai studiju gadam ($p=0.037<0.05$) un Moodle lietošanas ilgumam ($p=0.031<0.05$) ir statistiski nozīmīga ietekme uz adaptīvā e-kursa satura vērtējumu (skat. 9. pielikums 47. tabula), skat. 9. pielikums 54. tabula). Uz pārējo skalu vērtējumiem, sociāli demogrāfiskajiem rādītājiem nav būtiskas ietekmes ($p>0.05$) (skat. 9. pielikums 40. tabula, 47. tabula, 54. tabula, 61. tabula).

Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu analīze

Faktoru analīzes rezultātā tika iegūti faktori FA un FN, kur faktors FA raksturo adaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu un faktors FN raksturo neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa novērtēšanā svarīgi bija veikt iegūto kursu kopējo vērtējumu salīdzināšanu un izpētīt, vai sociāli demogrāfiskie rādītāji ietekmē FA un FN.

E-kursu kopējo vērtējumu salīdzināšana. Lai noteiktu, kurš no salīdzināmajiem kursiem ir efektīvāks, tika veikta iegūto faktoru padziļināta izpēte. Izmantojot aprakstošo statistiku (skat. 10. pielikums 66. tabula, 10.1. attēls.) tika iegūti faktorus raksturojošie dati. Faktoram FA vidējā vērtība $\bar{x}=19.24$, minimālā vērtība ir 9.76 un maksimālā vērtība ir 25, amplitūda (starpība starp lielāko un mazāko vērtību) ir 15.24, vērtējumu izkliede 10.366, mediāna $Me=19.888$. Faktoram FN $\bar{x}=18.06$, minimālā vērtība ir 9.93 un maksimālā vērtība ir 25, amplitūda ir 15.07, vērtējumu izkliede 9.93, mediāna $Me=18.27$.

Gan faktoram FA, gan faktoram FN mediānu vērtības nesakrīt ar vidējo aritmētisko (FA $Me=19.24 \neq \bar{x}=19.89$, FN $Me=18.06 \neq \bar{x}=18.27$), t.n., ka abiem faktoriem empīrisku datu sadalījuma līknes nav simetriskas. Asimetrijas koeficientu vērtības abiem faktoriem ir

negatīvas ($FA=-1.029<0$, $FN=-.513<0$) un ekscesa koeficientu vērtības ir pozitīvas ($FA=1.66>0$, $FN=0.627>0$), t.n., ka abu faktoru līknes ir izstieptas un nobīdītas pa labi lielāko skalu vērtējumu virzienā.

Izmantojot abu faktoru līkņu asimetrijas un ekscesa rādītājus tika pārbaudīta šo faktoru empīrisko datu sadalījumu atbilstība normālajam sadalījumam. FA t-kritērijs asimetrijai ir $| -1.029|/0.350=2.94<3$ un t-kritērijs ekscesam ir $|1.664|/0.688=2.42<3$. FN t-kritērijs asimetrijai ir $| -0.513|/0.350=1.47<3$ un t-kritērijs ekscesam ir $|0.627|/0.688=0.91<3$. Visi iegūtie t-kritēriji ir mazāki par 3, t.n., ka FA un FN empīriskie sadalījumi pakļaujas normālā sadalījuma likumam. Šo faktu apstiprina arī Kolmogorova - Smirnova (Z) un Šapiro-Vilksa (W) testu rezultāti. Faktoram FA $Z=0.113$ un $p=0.183>0.05$, $W=0.935$ un $p=0.113>0.05$. Faktoram FN $Z=0.083$ un $p=0.200>0.05$, $W=0.975$ un $p=0.421>0.05$ (skat. 10. pielikums 65. tabula). Tā kā abiem faktoriem p vērtības ir lielākas par izvēlēto kritisko p-vērtību ($p=0.05$), tad var apgalvot, ka datu sadalījumi abiem faktoriem atbilst normālajam sadalījumam.

Pamatojoties uz faktoru FA un FN datu normālo sadalījumu, faktoru vidējo aritmētisko pārbaudei tika izmantota ticamības intervāla metode. Faktora FA vidējais $\bar{x}=19.24$ pieder 95% ticamības intervālam (skat. 10. pielikums 66. tabula), kura apakšējā robeža ir 18.29 un augšējā robeža ir 20.20. Faktora FN vidējais $\bar{x}=18.06$ arī pieder 95% ticamības intervālam, kura apakšējā robeža ir 17.12 un augšējā robeža ir 19. Ar ticamību 95% var apgalvot, ka FN un FA vidējās vērtības var attiecināt uz visu ģenerālkopu, t.n., ka adaptīvā e-kursu kopējais vidējais rādītājs ir par 1.18 augstāks nekā neadaptīvā e-kursa kopējais vidējais rādītājs.

Sociāli demogrāfisko rādītāju ietekme. Tika analizēts, vai sociāli demogrāfiskie rādītāji ietekmē adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējos vērtējumus un kā abus kursus novērtēja dažādas respondentu kategorijas. Visas respondentu kategorijas adaptīvajam kursam uzrādīja lielāku kopējo vērtējumu nekā neadaptīvajam kursam, izņemot respondentus ar augstu IT kompetences līmeni (6 respondenti). Viņi neadaptīvo e-kursu novērtēja par 0.023 augstāk nekā adaptīvo kursu, taču šīs atšķirības kursu vērtējumos nav statistiski nozīmīgas ($p=0.979>0.05$) (skat. 10. pielikums 84. tabula, 10.7. attēls.).

Salīdzinot adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējos vērtējumus vienas respondentu kategorijas ietvaros, tika secināts, ka adaptīvo kursu novērtēja augstāk sievietes (20.21) nevis vīrieši (18.78) (skat. 10. pielikums 10.2. attēls.), apmācāmie ar vidējo vispārējo izglītību (19.42) nevis ar profesionālo izglītību (18.53) (skat. 10. pielikums 10.3. attēls.), pirmā studiju gada apmācāmie (20.00) nevis otrā studiju gada apmācāmie (18.67) (skat. 10. pielikums 10.4. attēls.), apmācāmie ar Moodle lietošanas pieredzi līdz gadam (19.96) nevis ar pieredzi no 1-3

gadiem (18.59) (skat. 10. pielikums 10.5. attēls.), apmācāmie ar pieredzi darbā ar citām e-studiju sistēmām (19.51) nevis bez pieredzes (18.78) (skat. 10. pielikums 10.6. attēls.), apmācāmie ar vidējo IT kompetences līmeni (19.57) nevis ar zemu līmeni (17.72) vai ar augstu līmeni (18.70) (skat. 10. pielikums 10.7. attēls.).

T-testa rezultāti saistītām izlasēm (skat. 10. pielikums 69. tabula, 72. tabula, 75. tabula, 78. tabula, 81. tabula, 84. tabula) norāda, ka starpības (d) starp adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējiem vērtējumiem ir statistiski nozīmīgas sekojošām respondentu kategorijām: vīriešiem ($d=0.904$, $p=0.036$), sievietēm ($d=1.760$, $p=0.011$), respondentiem ar vidējo vispārējo izglītību ($d=1.294$, $p=0.002$), pirmā studiju gada respondentiem ($d=2.085$, $p=0.005$), respondentiem ar Moodle lietošanas pieredzi mazāk par gadu ($d=1.697$, $p=0.015$) un no 1-3 gadiem ($d=0.712$, $p=0.017$), respondentiem ar e-studiju sistēmu lietošanas pieredzi ($d=1.304$, $p=0.009$) un respondentiem ar vidēju IT kompetences līmeni ($d=1.428$, $p=0.001$). Starpības skalu vērtējumos nav statistiski nozīmīgas sekojošu kategoriju respondentiem: ar vidējo profesionālo izglītību ($d=0.729$, $p=0.394$), bez e-studiju vadības sistēmu izmantošanas pieredzes ($d=0.977$, $p=0.064$), ar augstu ($d=-0.023$, $p=0.979$) un zemu ($d=0.999$, $p=0.316$) IT kompetences līmeni.

Korelācijas metodes rezultāti saistītām izlasēm (skat. 10. pielikums 68. tabula, 71. tabula, 74. tabula, 77. tabula, 80. tabula, 83. tabula) liecina, ka starp adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējiem vērtējumiem vērojamas pozitīvas statistiski nozīmīgas korelācijas. Stipras korelācijas starp vērtējumiem ir šādām respondentu grupām: vīriešiem ($r=0.801$, $p=0.000<0.05$), respondentiem ar vidējo vispārējo izglītību ($r=0.766$, $p=0.000<0.05$), otrā studiju gada apmācāmajiem ($r=0.928$, $p=0.000<0.05$), ar Moodle izmantošanas ilgumu vairāk par gadu ($r=0.925$, $p=0.000<0.05$), ar e-studiju vadības sistēmu izmantošanas pieredzi ($r=0.750$, $p=0.000<0.05$) un bez tās ($r=0.695$, $p=0.002<0.05$), ar vidēju IT kompetences līmeni ($r=0.754$, $p=0.00<0.05$). Mērena korelācija vērojama starp abu kursu kopējiem vērtējumiem respondentiem ar Moodle izmantošanas ilgumu līdz gadam ($r=0.438$, $p=0.041<0.05$).

T-testa rezultāti neatkarīgām izlasēm (skat. 10. pielikums 67. tabula, 70. tabula, 73. tabula, 76. tabula, 79. tabula, 82. tabula) liecina, ka apmācāmo dzimums (FA $p=0.158>0.05$, FN $p=0.564>0.05$), izglītība (FA $p=0.462>0.05$, FN $p=0.783>0.05$), studiju gads (FA $p=0.169>0.05$, FN $p=0.777>0.05$), Moodle izmantošanas ilgums (FA $p=0.150>0.05$, FN $p=0.680>0.05$), e-studiju vadības sistēmu izmantošanas pieredze (FA $p=0.464>0.05$, FN $p=0.680>0.05$) un IT kompetences līmenis (FA $p=0.487>0.05$, FN $p=0.607>0.05$) nav statistiski nozīmīgi adaptīvo un neadaptīvo kursu novērtēšanā, tas nozīmē, ka neviena no

anketā izmantotajām respondentu kategorijām neietekmē pētāmo izlašu vērtības.

Rezultāti, kā novērtēja adaptīvo un neadaptīvo e-kursa dažādu kategoriju respondenti, ir apkopoti tabulā (skat. 22. tabula), kurā ir norādītas (iekavās ir tabulā izmantotie apzīmējumi) adaptīvā (FA) un neadaptīvā (FN) e-kursa kopējo vērtējumu vērtības, sakarību (korelāciju) ciešums starp vērtējumiem (r) un nozīmīgums (p), kā arī atšķirības vērtējumos (d) un to nozīmīgums (p) dažādām respondentu kategorijām. Treknrakstā ir atzīmētas augstākās faktoru FA un FN vērtības, statistiski nozīmīgas korelāciju vērtības un atšķirības vērtējumos.

22. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējie vērtējumi, sakarību starp vērtējumiem ciešums un nozīmīgums, atšķirības vērtējumos un to nozīmīgums dažādām respondentu kategorijām

Respondentu kategorija		Respondentu skaits	Faktoru vērtības		Korelāciju vērtības un to nozīmīgums		Atšķirības vērtējumos un to nozīmīgums	
			FA	FN	r	p	d	p
Dzimums	vīriešu	31	18.78	17.87	0.801	0.000	0.904	0.036
	sieviešu	15	20.21	18.45	0.182	0.516	1.760	0.011
Izglītība	vispārējā	37	19.42	18.12	0.766	0.000	1.294	0.002
	vidējā	9	18.53	17.80	0.462	0.211	0.729	0.394
Studiju gads	pirmais	20	19.99	17.91	0.317	0.173	2.085	0.005
	otrais	26	18.67	18.18	0.928	0.000	0.489	0.080
Moodle izmantošanas ilgums	<1g.	22	19.96	18.26	0.438	0.041	1.697	0.015
	1-3g.	24	18.59	17.87	0.925	0.000	0.712	0.017
E-studiju lietošanas pieredze	jā	29	19.51	18.21	0.750	0.000	1.304	0.009
	nē	17	18.78	17.81	0.695	0.002	0.977	0.064
IT kompetences līmenis	augsts	6	18.70	18.72	0.789	0.062	-0.023	0.979
	vidējs	34	19.57	18.14	0.754	0.000	1.428	0.001
	zems	6	17.95	16.95	0.342	0.507	0.999	0.316

4.4.6. Klāsteranalīzes rezultātā iegūto respondentu grupu analīze

Mērķauditorijas, kuriem respondentiem ir piemērotas eksperimentālajā sistēmā LMPAELS realizētās metodes, identificēšanai tika veikta katra respondenta adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu analīze. Šim nolūkam tika izmantota divpakāpju klāsteranalīze, kuras mērķis bija apvienot grupās savstarpēji visciešāk saistītos apmācāmos un iegūt viendabīgas grupas, lai saprastu, cik līdzīgi ir apmācāmie, kas tiek grupēti. Izdalīto grupu analīze ļāva pētīt saites starp dažādiem parādības parametriem daudz augstākā līmenī. Klāsteru analīzes rezultātā iegūtais Silhouette koeficients (>0.5) liecina par labu klāsterizācijas kvalitāti (skat. 11. pielikums 11.1. attēls.).

Skalu vērtējumu salīdzināšana. Klāsteranalīzes rezultātā tika izdalītas divas respondentu grupas. Pirmajā grupā tika iekļauts 31 respondents jeb 67.4% no visiem respondentiem. Otrajā grupā tika iekļauti 15 respondenti, kas sastāda 32.6% no visiem

respondentiem (skat. 11. pielikums 85. tabula).

Analizējot abu grupu datu atbilstību normālajam sadalījumam, Kolmogorova – Smirnova (Z) un Šapiro-Vilksa (W) testu rezultāti (skat. 11. pielikums 91. tabula) uzrāda, ka pirmajai respondentu grupai faktoram FA $Z=0.069$ un $p=0.200>0.05$, $W=0.993$ un $p=0.999>0.05$, FN $Z=0.079$ un $p=0.200>0.05$, $W=0.968$ un $p=0.475>0.05$. Otrajai respondentu grupai faktoram FA $Z=0.156$ un $p=0.200>0.05$, $W=0.923$ un $p=0.212>0.05$. 2. grupai FN $Z=0.161$ un $p=0.200>0.05$, $W=0.921$ un $p=0.198>0.05$. Tā kā abu testu rezultātos $p>0.05$, tad ar varbūtību 95% var apgalvot, ka abu respondentu grupu empīriskais sadalījums atbilst normālajam sadalījumam. Šo datu analīzei var izmantot parametriskās metodes.

Abas respondentu grupas adaptīvo e-kursu novērtēja augstāk nekā neadaptīvo e-kursu (skat. 11. pielikums 11.2. attēls., 11.3. attēls., 11.4. attēls., 86. tabula), turklāt pirmā grupa adaptīvo un neadaptīvo e-kursu novērtēja augstāk nekā otrā grupa.

Pirmās grupas respondenti adaptīvā (A) un neadaptīvā (N) e-kursa skalas novērtēja līdzīgi, skalai "E-kursa nozīme" vērtējumi ir $A \bar{x}=4.032$ un $N \bar{x}=4.019$, "E-kursa kognitīvais vērtējums" $A \bar{x}=4.006$ un $N \bar{x}=3.938$, "E-kursa struktūra" $A \bar{x}=4.166$ un $N \bar{x}=4.134$, "E-kursa saturs" $A \bar{x}=3.898$ un $N \bar{x}=3.807$ un "E-kursa tēmu secība" $A \bar{x}=3.771$ un $N \bar{x}=3.723$. Tā kā atšķirības abu kursu skalu vērtējumos ir nelielas, tad var secināt, ka pirmās grupas respondenti neredz atšķirības starp adaptīvo un neadaptīvo e-kursu.

Otrās grupas respondenti adaptīvo un neadaptīvo e-kursu novērtēja atšķirīgi (skat. 11. pielikums 86. tabula). Adaptīvā kursa vērtējumi ir būtiski augstāki nekā neadaptīvā e-kursa vērtējumiem. Skalām "E-kursa nozīme" ($A \bar{x}=3.387$, $N \bar{x}=2.827$) un "E-kursa kognitīvais vērtējums" ($A \bar{x}=3.412$, $N \bar{x}=2.903$) adaptīvā kursa kopējā vērtējuma rādītāji ir zemāki nekā pirmajai grupai, bet skalām "E-kursa struktūra" ($A \bar{x}=3.876$, $N \bar{x}=3.267$), "E-kursa saturs" ($A \bar{x}=3.622$, $N \bar{x}=3.011$), "E-kursa tēmu secība" ($A \bar{x}=3.644$, $N \bar{x}=2.828$) gandrīz sasniedz pirmās grupas līmeni. Minētās atšķirības adaptīvā un neadaptīvā e-kursa vērtējumos, liecina, ka otrā grupa redz atšķirības starp adaptīvo un neadaptīvo kursu.

Pamatojoties uz pirmās un otrās grupas datu normālo sadalījumu, abu grupu vidējo aritmētisko pārbaudei tika izmantota ticamības intervāla metode. Abu grupu adaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma vidējais (1. grupai $\bar{x}=19.87$ un vērtību robežas ar ticamību 95% ir no 19.03 līdz 20.72, 2. grupai $\bar{x}=17.94$ un vērtību robežas ir no 15.52 līdz 20.37). Neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma vidējais (1. grupai $\bar{x}=19.62$ un vērtību robežas ir no 18.87 līdz 20.38, 2. grupai $\bar{x}=14.84$ un vērtību robežas ir no 13.45 līdz 16.23) pieder uzrādītajam 95% ticamības intervālam (skat. 11. pielikums 90. tabula). Var apgalvot, ka ar varbūtību 95% 1. grupas un 2. grupas vidējās vērtības var attiecināt uz visu ģenerālkopu. 1. grupai starpība starp abu kursu

kopējiem vērtējumiem ir $19.873-19.621=0.252$ un 2. grupai starpība ir $17.942-14.835=3.107$. Otrai grupai starpība starp adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu ir būtiski lielāka nekā pirmajai grupai, t.n., ka otrās grupas respondenti spēja novērtēt adaptīvajā kursā piedāvātās funkcijas.

Veicot skalu mērījumu analīzi katras respondentu grupas ietvaros ar T-testa saistītām izlasēm palīdzību (skat. 11. pielikums 89. tabula), tika secināts, ka pirmajai grupai atšķirības skalu pāru vērtējumos nav statistiski nozīmīgas ($0.143 \leq p \leq 0.903$), taču otrajai grupai atšķirības skalu vērtējumos ir statistiski nozīmīgas ($0.001 \leq p \leq 0.007$).

No korelācijas metodes rezultātiem saistītām izlasēm (skat. 11. pielikums 88. tabula) tika secināts, ka pirmajai grupai skalu vērtējumos ir vērojamas stipras pozitīvas statistiski nozīmīgas korelācijas starp skalu "E-kursa kognitīvais vērtējums" ($r=0.730$, $p=0.00$), "E-kursa struktūra" ($r=0.887$, $p=0.00$), "E-kursa saturs" ($r=0.823$, $p=0.00$), "E-kursa tēmu secība" ($r=0.866$, $p=0.00$) pāriem. Starp adaptīvā un neadaptīvā e-kursa nozīmi vērojama mērena pozitīva statistiski nenozīmīga korelācija ($r=0.330$, $p=0.07$). Otrai grupai skalu vērtējumos ir stipras pozitīvas statistiski nozīmīgas korelācijas starp skalu "E-kursa nozīme" ($r=0.902$, $p=0.00$), "E-kursa kognitīvais vērtējums" ($r=0.757$, $p=0.00$) un "E-kursa saturs" ($r=0.780$, $p=0.00$) mērījumiem. Vidēja pozitīva statistiski nozīmīga korelācija ir starp adaptīvā un neadaptīvā e-kursa struktūru ($r=0.588$, $p=0.021$), vāja pozitīva statistiski nenozīmīga korelācija ir starp e-kursa tēmu secību ($r=0.218$, $p=0.435$).

Analizējot respondentu grupu ietekmi uz skalu vērtējumiem ar T-testa neatkarīgām izlasēm palīdzību, tika secināts, ka adaptīvā e-kursa vērtējumā respondentu grupu ietekme uz skalu vērtējumiem skalām "E-kursa nozīme" ($p=0.012 \leq 0.05$) un "E-kursa kognitīvais vērtējums" ($p=0.010 \leq 0.05$) ir statistiski nozīmīga (skat. 11. pielikums 87. tabula). Skalām "E-kursa struktūra" ($p=0.134 > 0.05$), "E-kursa saturs" ($p=0.243 > 0.05$) un "E-kursa tēmu secība" ($p=0.534 > 0.05$) grupu ietekme uz vērtējumiem nav statistiski nozīmīga.

Otrai grupai starpība starp adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu ir būtiski lielāka nekā pirmajai grupai un šīs atšķirības skalu mērījumos ir statistiski būtiskas, tika secināts, ka otrā respondentu grupa ir meklējamā mērķauditorija, kuras dalībnieki spēja novērtēt adaptīvajā e-kursā piedāvāto funkcionalitāti.

Mērķauditorijas noteikšana. Tika veikta otrajā grupā iekļuvušo respondentu padziļināta analīze. Šajā grupā tika iekļauta viena trešdaļa (pēc skaita 15) no visiem respondentiem. Šo grupu veido 60% (9) pirmā studiju kursa studenti un 40% (6) otrā studiju gada studenti (skat. 11. pielikums 11.7 attēls.). Grupas sastāvs pēc dzimuma - 60% (9) vīrieši, 40% (6) sievietes (skat. 11. pielikums 11.5. attēls.). Grupā 80% respondentu ir vidējā

vispārējā izglītība un 20% ir vidējā profesionālā izglītība (skat. 11. pielikums 11.6. attēls.). No visiem otrās grupas locekļiem 60% (9) ir e-studiju vadības sistēmu izmantošanas pieredze (skat. 11. pielikums 11.9 attēls.). Nedaudz vairāk nekā puse grupas 53.33% (8) Moodle sistēmu sāka izmantot mācību procesa organizēšanai tikai pēdējā gada laikā (skat. 11. pielikums 11.8 attēls.). 46.67% (7) Moodle izmantošanas pieredze ir jau ilgāka par gadu. Pēc IT kompetences līmeņa procentuāli vairāk studentu 73.33% (11) ir vidējais līmenis (skat. 11. pielikums 11.10 attēls.). Ar augstu un zemu IT kompetences līmeni katrā kategorijā ir pa 13.33% (2).

Pētāmā respondentu izlase ir neliela, $n=46$. Šis fakts apgrūtina ticamu datu iegūšanu par otro respondentu grupu. Ar lēmumu koka palīdzību otrās grupas apmācāmo identificēšanai tika izveidoti sekojoši nosacījumi:

- ja apmācāmajam neadaptīvā e-kursa kognitīvais vērtējums ir ≤ 3.364 un neadaptīva e-kursa nozīmi viņš novērtēja ≤ 3.400 , tad ar 100% varbūtību viņš tiek otrajā grupā (skat. 11. pielikums 11.11. attēls.);
- ja apmācāmajam neadaptīvā e-kursa kognitīvais vērtējums ir > 3.364 un neadaptīva e-kursa nozīmi viņš novērtēja ≤ 3.500 , tad ar 50% varbūtību viņš tiek otrajā grupā (skat. 11. pielikums 11.11. attēls.);
- otrā studiju gada apmācāmais ar augstu IT kompetences līmeni ar 50% varbūtību tiek otrajā grupā (skat. 11. pielikums 11.12. attēls.);
- pirmā studiju gada respondenti ar 45% varbūtību tiek otrajā grupā (skat. 11. pielikums 11.12. attēls.);
- ja apmācāmajam neadaptīvā e-kursa kognitīvais vērtējums ir ≤ 3.364 un neadaptīva e-kursa nozīmi novērtēja > 3.400 , tad ar 40% varbūtību viņš tiek otrajā grupā (skat. 11. pielikums 11.11. attēls.).

4.4.7. Kursa "Programmēšanas pamati I" ieteicamās tēmu secības izvērtējums

Adaptīvais kurss "Programmēšanas pamati I" pirmo reizi tika izmantots ieteicamās tēmu secības (OTS) izveides metodes (skat. 2.5.2. nodaļa) un tēmu secības organizēšanas metodes (skat. 2.5.3. nodaļa) eksperimentālajā pārbaudē (skat. 4.3. nodaļa), kuras rezultātā tika izveidota šī kursa ieteicamā tēmu secība $OTS = \{1,3,5,7,8,9,10,2,4,6\}$.

Eksperimentālas sistēmas aprobācijā iegūtā kursa "Programmēšanas pamati I" OTS tika piedāvāta apmācāmajiem kā šī kursa ieteicamā tēmu secība. Pēc kursa apguves, esošā OTS tika pārrēķināta, izmantojot OTS izveides metodi (skat. 2.5.2. nodaļa). Jaunās OTS ieguvei tika analizētas kopā gan agrāk iegūtās (skat. 7. pielikums a) piemērs), gan sistēmas

aprobācijā iegūtās tēmu secības (skat. 7. pielikums b) piemērs). Rezultātā tika iegūtas 15 dažādas tēmu secību grupas. Tēmu secība ar visaugstāko atzīmi (8.583) bija tika viena, tāpēc tā arī tika pieņemta par jauno kursa OTS, tā ir $OTS = \{1,5,6,7,10,2,3,4,9,8\}$.

Jaunā iegūtā OTS atšķiras no iepriekšējā eksperimentā izveidotās OTS. Pēc pirmās tēmas seko 5. un 6. tēma par lietotāja definētajām funkcijām. To var izskaidrot ar to, ka arī mācību kursa apguves procesā pasniedzējs piedāvāja šādu pašu tēmu secību (pēc 1. tēmas bija 5. tēma). Tālāk OTS seko cikliskas konstrukcijas (7. tēma), kas tiek uztvertas vieglāk nekā nosacījuma konstrukcijas, un "Simboliskie masīvi" (10. tēma). Tālāk seko 2. tēma "Datu tipi", 3. tēma "Matemātiskās funkcijas", 4. tēma "Nosacījuma konstrukcijas", 9. tēma "Daudzdimensiju skaitliskie masīvi" un 8. tēma "Viendimensiju skaitliskie masīvi".

Kursa atkārtotas izmantošanas rezultātā kopā tika iegūtas 59 tēmu secības. No tik maza tēmu secību skaita nevar izveidot stabilu (nemainīgu) OTS. Lai izslēgtu atsevišķus gadījumus ar augstiem kursa vērtējumiem, OTS var rēķināt kursa apguves vērtējumiem noteiktā diapazonā.

4.5. Izveidotās personalizētās adaptīvās sistēmas izvērtējums

Eksperimentālā sistēma LMPAELS veiksmīgi tika aprobēta 2016./2017. mācību gadā. Aprobācijā piedalījās 46 studenti. Aprobācijai tika izmantotas adaptīvās un neadaptīvās e-kursu "Programmēšanas pamati I" un "Datu bāzes II" versijas (skat. 4.4. nodaļa).

Pēc kursu apguves ar anketēšanas palīdzību tika iegūti dati, kas raksturo izmantoto e-kursu efektivitāti no respondentu uztveres viedokļa. Abu e-kursu (adaptīvā un neadaptīvā) salīdzināšanai tika izveidots ticams un valīds e-kursu novērtēšanas instruments (skat. 4.4.4. nodaļa), kas sastāv no e-kursu novērtēšanas anketas (skat. 8. pielikums) un statistisko metožu kopuma.

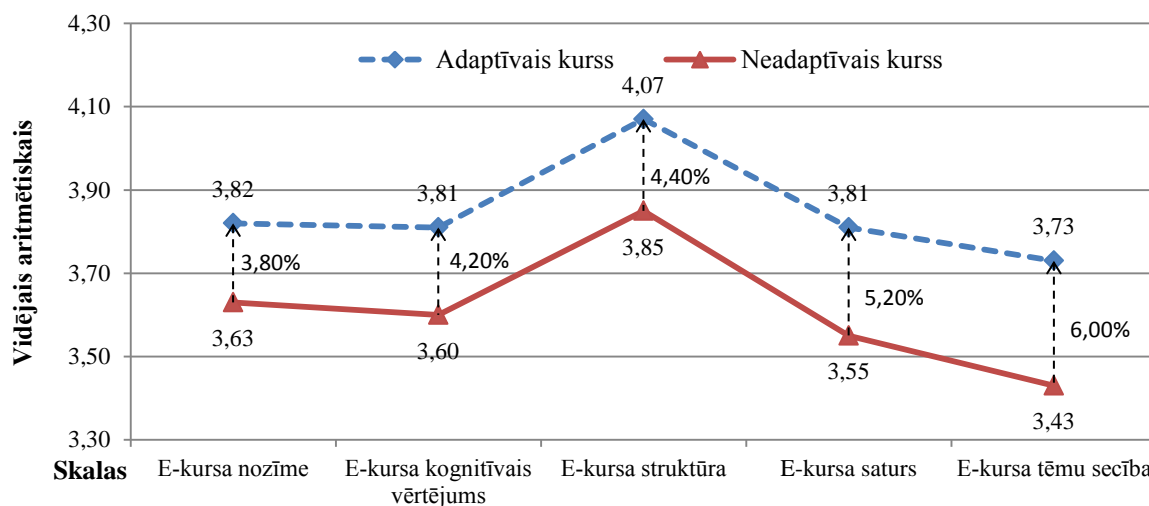
Iegūtie anketēšanas rezultāti parādīja, ka adaptīvo un neadaptīvo e-kursu uztverē visvairāk tika novērtēta *kursa struktūra* (pēc skalas "E-kursa struktūra" vērtējumiem), kas sniedz e-kursā izvietoto mācību resursu un aktivitāšu pārskatāmību. Atšķirībā no neadaptīvā e-kursa, eksperimentālajā sistēmā e-kursa struktūras pārskatāmība tika uzlabota par 4.4% (skat. 4.4. attēls). E-kursa struktūras uzlabojumu nodrošināja izveidotais e-kursa formāts (skat. 3.5. attēls), kas balstās uz promocijas darbā piedāvāto satura modeli (skat. 2.4. nodaļa), kurā katra tēma sastāv no četrām daļām: apraksta, teorijas, praktiskās un vērtēšanas daļas.

Kursa tēmas *satura atbilstība* apmācāmā vajadzībām pieauga par 5.2% (pēc skalas "E-kursa saturs" vērtējumiem). To nodrošināja pareiza apmācāmā un satura modeļu mijiedarbība.

Adaptīvais e-kurss ar piedāvātajiem *tēmu secības variantiem* par 6% (pēc skalas "E-

kursa tēmu secība" vērtējumiem) uzlaboja e-kursa efektivitāti salīdzinājumā ar neadaptīvo e-kursu.

Pievienojot neadaptīvajam kursam papildus funkcionalitāti, adaptīvā e-kursa *lietojamības ērtums* nevis samazinājās, bet pretēji, palielinājās par 4.2 % (pēc skalas "E-kursa kognitīvais vērtējums" vērtējumiem).



4.4. attēls. Skalu vērtējumi adaptīvajam un neadaptīvajam kursam un to salīdzinājums

Ieguvumi, kurus sniedz e-kursa izmantošana, adaptīvā e-kursa gadījumā ir par 3.8% (pēc skalas "E-kursa nozīme" vērtējumiem) lielāki nekā neadaptīva e-kursa gadījumā.

Neskatoties uz to, ka starp anketas skalām pastāv pozitīvas statistiski nozīmīgas korelācijas no vidējām līdz stiprām (skat. 9. pielikums 38. tabula), iegūtie rezultāti pamato to, ka atšķirības starp adaptīvo un neadaptīvo kursu skalu vērtējumiem ir statistiski nozīmīgas (skat. 9. pielikums 39. tabula). Tas nozīmē, ka šīs atšķirības var attiecināt uz visu ģenerālkopu, tātad iegūtos skalu vērtējumus var izmantot sistēmas efektivitātes izvērtēšanā.

Piemēram, e-kursa efektivitātes izvērtēšanā svarīgākajām skalām kā "E-kursa struktūra", "E-kursa saturs", "E-kursa tēmu secība" ir statistiski nozīmīgas starpības vērtējumos sievietēm (iekavās respondentu skaits) (15), vīriešiem (31), pirmā studiju gada apmācāmajiem (22), respondentiem ar Moodle izmantošanas ilgumu līdz 1 gadam (22), respondentiem ar IT kompetences vidējo līmeni (34) (skat. 21. tabula). Skalai "E-kursa saturs" statistiski nozīmīgas starpības vērtējumos ir arī respondentiem ar Moodle izmantošanas ilgumu no 1-3 g. Skalai, kas atbild par kursu lietojamības ērtumu, "E-kursa kognitīvais vērtējums", statistiski nozīmīgas starpības vērtējumos ir sievietēm, pirmā studiju gada apmācāmajiem, respondentiem ar Moodle izmantošanas pieredzi līdz 1 gadam un respondentiem ar vidēju IT kompetences līmeni. Skalai, kas raksturo ieguvumus no e-kursa

izmantošanas, "E-kursa nozīme" statistiski nozīmīgas starpības vērtējumos ir sievietēm, respondentiem ar Moodle izmantošanas pieredzi no 1-3 gadiem un respondentiem ar vidēju IT kompetences līmeni.

Ar izstrādāto e-kursu novērtēšanas instrumenta palīdzību tika iegūti ticami adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu vidējie aritmētiskie ($A \bar{x}=19.24$, $N \bar{x}=18.06$) (skat. 4.4.5. nodaļa). Ar ticamības intervāla metodes palīdzību analizējot iegūtās vērtības, tika secināts, ka tās var attiecināt uz visu ģenerālkopu un ar varbūtību 95% var apgalvot, ka iegūtie e-kursu kopējie vērtējumi neatšķiras no ģenerālkopas vidējām vērtībām. Ar ticamību 95% adaptīvā e-kursa kopējais vidējais aritmētiskais ir par 1.18 augstāks nekā neadaptīvā e-kursa kopējais vidējais aritmētiskais. Tas nozīmē, ka promocijas darba ietvaros izstrādātās adaptācijas metodes deva iespēju palielināt adaptīvā e-kursa efektivitāti par 4,72% salīdzinājumā ar neadaptīvo e-kursu. Respondentu kategorijām nebija statistiski nozīmīgas ietekmes uz iegūtajiem abu kursu kopējiem vērtējumiem.

Rezultātā tika apstiprināta promocijas darba ietvaros izveidotās, uz lietotāja modeli bāzētās, personalizētās adaptīvās sistēmas efektivitāte no e-kursa uztveres viedokļa.

Nobeigums

Promocijas darba mērķis bija izstrādāt uz lietotāja modeli balstītas personalizētas adaptīvas e-studiju sistēmas izveides metodes, lai piedāvātu apmācāmā vajadzībām atbilstošu mācību saturu. Izvirzītais mērķis tika sasniegts. Tika realizēta un eksperimentāli veiksmīgi pārbaudīta uz lietotāja modeli balstīta personalizēta adaptīva sistēma, kuras pamatā ir trīs modeļi: apmācāmā modelis (LM), satura modelis (CM) un adaptācijas modelis (AM).

Pētījuma rezultāti

Pētījuma laikā iegūtie rezultāti ir sekojoši:

- tika izstrādāts apmācāmā modelis, kas balstās uz apmācāmā datu dzīves ilgumu, apraksta pieaugušo kā apmācāmo un izmantojams mūžizglītības kontekstā. LM struktūra tika veidota ņemot vērā: (a) jaunākās tendences LM uzbūvē; (b) adaptīvajās sistēmās biežāk izmantoto apmācāmo raksturojošo datu analīzes rezultātus; (c) datu dzīves ilgumu jeb datu aktualitāti modelī; (d) pieaugušā kā apmācāmā mācīšanās īpatnības. LM dati tika iedalīti astoņās datu kategorijās: personīgie dati, personības dati, pedagoģiskie dati, iestatījumu dati, sistēmas lietošanas pieredzes dati, ierīces dati, apmācāmā darbību vēsture un zināšanas uz tekošo momentu;
- atbilstoši izstrādātajam apmācāmā modelim, tika aprakstīts apmācāmā modeļa datu dzīves cikls, kurā, atkarībā no datu dzīves ilguma sistēmā, dati tika iedalīti trīs grupās: (i) pamatdati (vērtības nemainās); (ii) papilddati (vērtības mainās reti) un (iii) apmācības procesa dati (vērtības mainās nepārtraukti). Pamatdatu grupā tika iekļauti LM personīgie dati. Papilddatu grupā tika iekļautas LM datu kategorijas: personības dati, pedagoģiskie dati, iestatījumu dati, sistēmas lietošanas pieredzes dati un apmācībā izmantotās ierīces dati. Apmācības procesa datus tika iekļauta apmācāmā darbību vēsture un zināšanas uz tekošo momentu;
- tika izstrādāta un sistēmā implementēta jauna metode apmācāmo grupu veidošanai, kura dod iespēju veidot apmācāmo grupas viena kursa ietvaros, izmantojot mainīgu apmācāmā īpašību un to vērtību skaitu. Metodē izmantojamo apmācāmā īpašību daudzums tiek ierobežots ar adaptācijas modeļa noteikumos aprakstīto apmācāmā īpašību skaitu un kursā izveidotajiem satura elementiem un to veidiem. Tika izstrādāts jauns apmācāmo grupas identifikatora meklēšanas algoritms;
- tika izstrādāta un sistēmā implementēta jauna metode ieteicamās tēmu secības izveidei, ar kuras palīdzību kursam tiek aprēķināta ieteicamā tēmu apguves secība;

- tika izstrādāta un sistēmā implementēta jauna metode kursa tēmu secības organizēšanai, kura dod iespēju veidot personalizētu kursa apguvi, izvēloties apgūstamo kursa tēmu secību variantus: (i) izmantojot skolotāja ieteikto tēmu secību; (ii) pašam izvēloties apgūstamās tēmas vai (iii) izmantojot sistēmas piedāvāto ieteicamo tēmu secību;
- tika piedāvāts apmācāmā modeļa sākuma datu problēmas risinājums, kas balstīts uz e-studiju vides un eportfolio sistēmas datu integrāciju;
- kursu novērtēšanai tika izstrādāts jauns ticams un valīds e-kursa novērtēšanas instruments, ar kura palīdzību tika novērtēti eksperimentālajā sistēmā piedāvātie kursi. Instruments sastāv no anketas un statistisko metožu kopuma.

Diskusijas un pētījuma ierobežojumi

Promocijas darba ietvaros aprakstītā adaptīvā kursa izstrādei ir nepieciešams liels laika patēriņš. Arī neadaptīva e-kursa izveidei tiek patērēts daudz laika, tomēr vēlāk, izveidotais kurss kļūst par neatsveramu mācību līdzekli studiju procesa nodrošināšanai. Pētījumā izstrādātās sistēmas adaptīvā e-kursa materiālu izveidē visvairāk laika tiek patērēts mācību resursu izveidei atbilstoši promocijas darbā aprakstītajam satura modelim, t.i., pilnajā komplektā viens resurss tiek veidots piecos variantos, atbilstoši mācīšanās stilam (vizuālais, audiālais, lasīšanas, kinestētiskais, vizuāli audiālais).

Lai samazinātu adaptīva e-kursa izstrādei nepieciešamo laiku, lielāko daļu neadaptīvajā e-studiju kursā izmantoto resursu un aktivitāšu (vai pat visus) var izmantot arī adaptīvajā kursā un vēlāk kursu papildināt ar jaunajiem izveidotajiem apmācāmā pazīmēm atbilstošajiem resursiem un aktivitātēm.

Ņemot vērā adaptīvā kursa izstrādei nepieciešamo lielo laika patēriņu, eksperimentālā sistēma ir izveidota tā, ka adaptīva kursa tēmā var pievienot resursus, kuri tiks rādīti apmācāmajiem ar jebkuru mācīšanās stilu (pirmais resursa nosaukuma simbols ir jāliek "*"). Tādējādi, adaptīvajā kursā ir iespējams izmantot arī mācību materiālus no neadaptīvā kursa un katrs apmācāmais tiek nodrošināts ar mācību materiāliem gadījumos, ja kādai tēmai nav iespējams izveidot kāda mācīšanās stila materiālu. Arī testu izveide prasa daudz laika, taču var izmantot principu, ka testā ar augstāku grūtības pakāpi tiek izmantoti daži (visi) jautājumi no testa ar zemāku grūtības pakāpi.

Atbilstoši promocijas darbā piedāvātajai adaptīvās e-studiju vides realizācijai, minimālais mācību materiālu komplekts teorētiskam kursam var būt šāds: katrai tēmai ņemt materiālus no neadaptīva kursa un piedāvāt tos visiem apmācāmajiem un obligāti izveidot trīs testus ar zemu, vidēju un augstu apguves grūtības pakāpi. Minimālais mācību materiālu

komplekts praktiskam kursam tēmā var būt šāds, teorētiskie materiāli var būt/nebūt, praktiskajā daļā uzdevumi ar zemu, vidēju, augstu apguves grūtības pakāpei un vērtējuma daļā obligāti trīs testi atbilstoši attiecīgajai grūtības pakāpei.

Izveidotā personalizētā adaptīvā sistēma ir piemērota ne tikai aprobācijā izmantotajiem programmēšanas kursiem, bet arī citu jomu gan teorētiskiem, gan praktiskiem kursiem.

Eksperimentālās sistēmas aprobācijas dalībnieki pozitīvi novērtēja izveidotos adaptīvos kursus. Viņiem patika dotā iespēja apgūt kursu pēc viņu izvēlētās tēmu secības. Eksperimenta dalībnieki bija apmierināti ar kursa struktūru un saturu un izteica vēlmi arī citus kursus apgūt, izmantojot šādā veidā izstrādātus adaptīvos kursus. Promocijas darba autorei, veicot individuālas pārrunas ar Daugavpils Universitātes pasniedzējiem, tika secināts, ka pasniedzēji ir gatavi veidot mācību materiālus promocijas darba ietvaros izstrādātajai adaptīvajai sistēmai.

Secinājumi un priekšlikumi

Pieaugot mūžizglītības aktualitātei, pieaug arī pieprasījums pēc e-studiju sistēmām, īpaši pēc adaptīvajām apmācības e-studiju sistēmām (AELS). Promocijas darba ietvaros tika izveidota uz lietotāja modeli balstīta personalizēta adaptīva e-studija sistēma LMPAELS. Pētot apmācāmā modeļus esošajās AELS, tika konstatēts, ka eksistējošie apmācāmā modeļa datu iedalījumi (pēc sistēmas subjekta ([MFC+08], [Bru94], [ELB11], [ND08]), pēc iegūšanas veida ([Som09]), pēc pieejamības apmācāmajam ([Kay95]), pēc vērtību maiņas (vērtības mainās vai nemainās) ([LSR09], [LZW+10], [Som09], [GAR+06])) bija nepilnīgi un nedeva iespēju precīzi aprakstīt apmācāmo.

Pētījuma rezultātā tika izveidots uz datu dzīves ilgumu definēts apmācāmā modelis, kas apraksta pieaugušo apmācāmo un izmantojams mūžizglītības kontekstā. Izstrādātais apmācāmā modelis dod iespēju: (i) pareizi un precīzi aprakstīt apmācāmo sistēmā; (ii) parādīt apmācāmā mācīšanās dinamiku; (iii) veikt un analizēt apmācāmā progresu viena vai vairāku kursu ietvaros.

Daudzas zinātniskajos rakstos aprakstītās adaptīvās sistēmas tiek veidotas kā atsevišķi risinājumi (programmētas no "nulles"). Šāda tipa sistēmās ir realizēti sarežģīti adaptācijas algoritmi un tās ir sastopamas "tikai vienā eksemplārā".

Piedāvātajā promocijas darbā par pamatu tika izmantota uz doto brīdi pati populārākā (daudziem skolotājiem labi pazīstama) bezmaksas un atvērta pirmkoda e-studiju sistēma Moodle. Šīs sistēmas kodam kā papildinājumi tika pievienoti LMPAELS darbības un

adaptācijas nodrošināšanai paredzētie komponenti. LMPAELS sistēmas izstrādei Moodle bija pareiza izvēle, jo tā nodrošināja daudzu LMPAELS vajadzīgo funkciju darbību un rezultātā tika piedāvāts risinājums kā var ātri izveidot apmācāmā vajadzībām piemērotu personalizētu adaptīvu e-studiju sistēmu.

E-studiju sistēmām jānodrošina daudzu e-kursu mācību resursu un aktivitāšu izmantošanu lielumam apmācāmo skaitam. Lai panāktu ātru sistēmas adaptīvo reakciju lielumam apmācāmo skaitam, tika nolemts izmantot apmācāmo grupas, balstoties uz kuru aprakstu sistēmā tika izveidoti grupas aprakstam atbilstošie adaptācijas scenāriji. Izveidotās apmācāmo grupas pastāv līdztekus Moodle esošajām grupām.

Tā kā esošajās AELS apmācāmo klasifikācija bieži vien balstās tikai uz vienu vai dažām pazīmēm, kas ierobežo adaptivitātes iespējas un nespēj nodrošināt apmācības veidu dažādību [MTT13], tika izstrādāta apmācāmo grupu veidošanas metode, kas darbojas ar mainīgu apmācāmā pazīmju daudzumu. Maksimālais pazīmju skaits ir atkarīgs no adaptācijas modelī aprakstītajiem adaptācijas noteikumiem. Eksistējošajās AELS, apmācāmo klasifikācija ir kopēja visiem kursiem un to nodrošina sistēmas administrators [HL03]. Tā kā promocijas darbā izstrādātajā sistēmā apmācāmo grupu veidošanu katrā kursā veic skolotājs, balstoties uz sistēmā piedāvātajiem adaptācijas noteikumiem, dažādu apmācāmo klasifikāciju eksistēšana sistēmā palielina sistēmas adaptivitātes iespējas un dod iespēju vienam un tam pašam apmācāmajam izmantot dažādus adaptācijas scenārijus (katrā kursā savu).

Izstrādātajā sistēmā tiek uzkrāti apmācāmā apmācības procesa dati, tāpēc tika nolemts šos datus izmantot kursa ieteicamās tēmu secības (OTS) izveidei. Balstoties uz iepriekšējo apmācāmo kursa tēmu secībām un iegūtajiem kursa apguves rezultātiem, ar tēmu secības izveides metodes palīdzību kursam tika izveidota ieteicamā tēmu secība. Eksperimentālās sistēmas aprobācijas rezultāti parādīja, ka apmācāmie apgūstot kursu, izmantoja arī ieteicamo tēmu secību.

Tā kā mūsdienu apmācāmie vēlas kontrolēt savu apmācības procesu [FY00] un jaunākajās AELS vērojama tendence automatizēt mācību kursa secību [GLS15]. Tika izstrādāta kursa tēmu secības organizēšanas metode, kura tika izmantota (a) skolotāja tēmu secības, (b) apmācāmā tēmu secības un (c) ieteicamās tēmu secības vadīšanai. Apmācāmajam ir iespēja vairākkārtēji veikt tēmu secības maiņu. Tēmu secības maiņas gadījumā tiek pārrēķināta apgūstamo tēmu secība.

Jaunās metodes (apmācāmo grupu veidošanas metode, ieteicamās tēmu secības izveides metode un kursa tēmu secības organizēšanas metode), kuras ir piemērotas lietotāja modeļa balstītas personalizētas adaptīvās sistēmas izveidei, tika izstrādātas un notestētas

praksē eksperimentālā pētījuma ietvaros un tās atzinīgi novērtēja eksperimenta dalībnieki.

Veicot sistēmas izvērtēšanu, tika secināts, ka izstrādātais apmācāmā modelis un adaptācijas nodrošināšanai piedāvātās metodes uzlaboja sistēmas funkcionalitāti un to novērtēja arī apmācāmie, kuriem šī sistēma tika veidota. No sistēmas aprobācijas gūtajiem rezultātiem tika secināts, ka promocijas darba ietvaros izstrādātā sistēma ir īpaši piemērota pirmā kursa studentiem un sieviešu kārtas pārstāvēm. Tās ir pašas jūtīgākās apmācāmo kategorijas programmēšanas kursu apgūvē.

Adaptācijas organizēšanai piedāvātās metodes var tik izmantotas citās tēmu struktūru atbalstošajās apmācības vadības sistēmās.

Pētījuma sākumā tika izvirzītas trīs hipotēzes.

1. hipotēze "personalizēta adaptīva e-studiju sistēma, kas balstās uz datu dzīves ilgumu definētu lietotāja modeli, uzlabo e-kursa efektivitāti".

Šo tēzi apstiprina eksperimentālā pētījuma rezultāti. Eksperimenta ietvaros dalībniekiem bija iespēja studiju kursa apguvei izmantot gan neadaptīvo, gan adaptīvo e-studiju kursu. Eksperimentālā pētījuma rezultāti tika apstrādāti ar ticama un valīda e-kursu novērtēšanas instrumenta palīdzību. Iegūtie aptaujas anketas rezultāti parādīja, ka adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu vidējie aritmētiskie ($A \bar{x}=19.24$, $N \bar{x}=18.06$) atšķiras ar varbūtību 95%, par labu adaptīvajam e-kursam. Starpība starp abu kursu kopējiem vērtējumiem ir 1.18. Adaptīvais e-kurss tiks novērtēts par 4,72% augstāk nekā neadaptīvais e-kurss. Tika noteikta mērķauditorija, kurai ir piemērota izstrādātā personalizētā adaptīvā e-studiju sistēma.

2. hipotēze "visu iepriekšējo apmācāmo kursa apguves pieredze ir praktiski izmantojama kursa ieteicamās tēmu secības ieguvei".

Šo tēzi apstiprina izstrādātā un eksperimentāli veiksmīgi pārbaudītā ieteicamās tēmu secības izveides metode.

3. hipotēze "neadaptīva apmācības vadības sistēma kalpo par pamatu personalizētas adaptīvas e-studiju sistēmas izveidei".

Šo tēzi apstiprina promocijas darba rezultāti un veiksmīgi aprobētā eksperimentālā sistēma LMPAELS, kurai par pamatu tika ņemta jau ilgāku laiku mācību procesa nodrošināšanai Daugavpils Universitātē izmantotā neadaptīva apmācības vadības sistēma Moodle.

Ar e-kursu novērtēšanas instrumentu tika parādīts, ka aprobācijā izmantotajiem adaptīvajiem kursiem ir lielāka efektivitāte nekā neadaptīvajiem kursiem no apmācāmā e-kursu uztveres viedokļa. Turpmākajos pētījumos plānots veikt izstrādātās sistēmas izvērtēšanu pēc apmācāmo iegūtajiem e-kursu apguves rezultātiem (atzīmēm).

Turpmākie pētījumi var būt (i) automātiska mācīšanās stila noteikšana, (ii) apmācāmo, kuriem ir nepieciešams papildus atbalsts, diagnosticēšana un šāda atbalsta piedāvāšana (piemēram, attīstīt noteiktas spējas), (iii) apmācāmā uzvedības analizēšana un jaunu datu par apmācāmo izsecināšana, lai tos izmantotu adaptācijas nodrošināšanai.

Izmantotā literatūra

- [AB03] Arhipova, I., Bāliņa, S. *Statistika ekonomikā. Risinājumi ar SPSS un Microsoft Excel*. Mācību līdzeklis. Rīga: Datorzinību Centrs, 2003. 352 lpp.
- [AM10] Allen, C. A., Mugisa, E. K. Improving Learning Object Reuse Through OOD: A Theory of Learning Objects. *Journal of Object Technology*. 2010, 9(6), 51-75.
- [And10] Andersone, R. Skolotāja profesionālā kompetence sabiedrības ilgtspējīgai attīstībai [Professional Competence of Teachers for Sustainable Education]. No: *Latvijas Universitātes raksti. Pedagoģija*. 747. Rīga: 2010, 8.-19.lpp.
- [AZ08] Al-Ajlan, A., Zedan, H. Why moodle. In: *Future Trends of Distributed Computing Systems 2008. FTDCS'08. 12th IEEE International Workshop on. IEEE, Washington, DC, USA*. IEEE Computer Society, 2008, pp. 58-64.
- [Bai05] Bailey, W. What Is IMS Simple Sequencing? *JISC Cetis standards briefings series*, 2005.
- [Bar04] Barrett, H. Differentiating electronic portfolios and online assessment management systems. In: *The annual conference of the Society for Information Technology in Teacher Education, 2004*. Vol. 2004, No. 1, pp. 46-50.
- [BB10] Balaban, I., Bubaš, G. Educational potentials of ePortfolio systems: Student evaluations of Mahara and Elgg. In: *Information Technology Interfaces (ITI), 32nd International Conference on IEEE*. 2010, pp. 329-336.
- [BBZ08] Bork, A., Bagley, C.A., Zhang, X. Technology and Learning: A proposal for Adaptive Learning Tutorial. In: *Michael Allen's, 2008 e-Learning Annual*. Vol1, 2008.
- [BCC07] Bunt, A., Carenini, G., Conati, C. Adaptive content presentation for the web. In: *The adaptive web*. Heidelberg: Springer, 2007, pp. 409-432.
- [BCO11] Bubaš, G., Coric, A., Orehovački, T. The integration of students' artifacts created with Web 2.0 tools into Moodle, blog, wiki,e-portfolio and Ning. In: *MIPRO, 2011 Proceedings of the 34th International Convention*. IEEE, 2011, pp. 1084-1089.
- [BD12] Behaz, A., Djoudi, M. Adaption of learning resources based on the MBTI theory psychological types. *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*. 2012, 9(1), 135-141.
- [BH09] Bernardes, E., Hanna, M. How do management students prefer to learn? Why should we care? *International Journal for the Scholarship of Teaching & Learning*. 2009, 3(1), 1-13.
- [BKK+05] Baumeister, H., Knapp, A., Koch, N., Zhang, G. Modelling adaptivity with aspects. In: *International Conference on Web Engineering*. Heidelberg: Springer, 2005, pp. 406-416.
- [BLW99] Barrit, C., Lewis, D., Wieseler, W. Cisco systems reusable information object strategy. *Definition, Creation Overview, and Guidelines Version 3.0*, 1999.
- [BM93] Benyon, D.R., Murray, D.M. Adaptive systems: from intelligent tutoring to autonomous agents. *Knowledge-Based Systems*. 1993, 6(4), 197-219.
- [BM02] Brusilovsky, P., Maybury, M.P. From adaptive hypermedia to the adaptive web. *Communications of the ACM*. 2002, 45(5), 30-33.
- [BM07] Brusilovsky, P., Millán, E. User models for adaptive hypermedia and adaptive educational systems. In: *The adaptive web*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg: Springer, 2007, pp. 3-53.
- [BP11] Baradwaj, B.K., Pal S. Mining Educational Data to Analyze Students' Performance. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2011, 2(6), 63-69.

- [BR01] De Bra, P., Ruiter, J.P. AHA! Adaptive hypermedia for all. In: *WebNet'2011, World Conference of the WWW and Internet*. AACE, 2001, pp. 262-268.
- [Bro95] Brookfield, S. Adult learning: An overview. *International encyclopedia of education*. 1995, 375-380.
- [Bru94] Brusilovsky, P. The construction and application of student models in intelligent tutoring systems. *Journal of Computer and System Sciences International*. 1994, 32 (1), 70-89.
- [Bru96] Brusilovsky, P. Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User modeling and user-adapted interaction*. 1996, 6(2-3), 87-129.
- [Bru12] Brusilovsky, P. Adaptive Hypermedia for Education and Training. *Adaptive Technologies for Training and Education*. Cambridge: Cambridge University Press, 2012, 46-65.
- [BS11] Burbaite, R., Stuikys, V. (2011). Analysis of Learning Object Research Using Feature-based Models. In: *Information technologies 2011, proceedings of the 17th international conference on information and software technologies Information Technologies, Lithuania*. 2011, pp. 201-208.
- [Buz10] Buzzetto-More, N. Assessing the Efficacy and Effectiveness of an E-Portfolio Used for Summative Assessment. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*. 2010, 6(1), 61-85.
- [BV03] Brusilovsky, P., Vassileva, J. Course sequencing techniques for large-scale web-based education. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*, 2003, 13(1-2), 75-94.
- [Cam06] Cambridge, D. Integral ePortfolio Interoperability with the IMS ePortfolio Specification. *Handbook of Research on ePortfolios*. 2006, pp. 234-247.
- [Cam07] Cammy, B. *My Personalized Personal Work Learning Environmental World* [online]. 2007 [viewed 23.10.2017.g.]. Available from: <http://www.elearninglearning.com/articulate/elearning-strategy/ple/?open-article-id=507422&article-title=cammy-beans-learning-visions--my-personalized-personal-work-learning-environmental-world&blog-domain=kineo.com&blog-title=learning-visions>
- [Can02] Candy, P.C. Lifelong learning and information literacy. In: *White paper prepared for UNESCO, the U.S. National Commission on Libraries and Information Science, and the National Forum on Information Literacy for use at the Information Literacy Meeting of Experts*. Prague, Czech Republic. 2002.
- [CCM07] Carmona, C., Castillo, G., Millán, E. Discovering student preferences in e-learning. In: *Proceedings of the international workshop on applying data mining in e-learning*, 2007, pp.33-42.
- [CDW02] Colan, O., Dagger, D., Wade, V. Towards a Standards-based Approach to e-Learning Personalization using Reusable Learning Objects. In: *E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2002. p. 210-217.
- [Cer08] Cercone, K. Characteristics of adult learners with implications for online learning design. *AACE Journal*. 2008, 16(2), 137-59.
- [Cha99] Challis, M. Portfolio-based learning and assessment in medical education. *AMEE Medical Education Guide*. 1999, 11, 370 - 386.
- [Chi89] Chin, D.N. KNOME: Modeling what the user knows in UC. In: *User models in dialog systems*. Springer Berlin Heidelberg, 1989, 74-107.
- [CG15] Caputi, V., Garrido, A. Student-oriented planning of e-learning contents for Moodle. *Journal of Network and Computer Applications*. 2015, 53, 115-127.

- [CKC+09] Chang, Y.C., Kao, W.Y., Chu, C.P., Chiu, C.H. A learning style classification mechanism for e-learning. *Computers & Education*, 2009, 53(2), 273-285.
- [CLM+10] Castello, J., Leris, D., Martinez, V., Sein-Echaluce, M.L. Personalized Learning On The Moodle Platform Using The CICEI Conditionals: Support Course In Mathematics. In: *INTED2010 Proceedings, Valencia, Spain: IATED*. 2010, pp.277-282.
- [CMH+04] Coffield, F.J., Moseley, D.V., Hall, E., Ecclestone, K. Learning styles for post 16 learners: What do we know. *London: Learning and Skills Research Centre/University of Newcastle upon Tyne*, 2004.
- [CR02] Collier, G., Robson, R. eLearning Interoperability Standards, USA: *Sun Microsystems White Paper*, 2002.
- [CW06] Cocea, M., Weibelzahl, S. Can Log Files Analysis Estimate Learners Level of Motivation? In: *Proceedings of 14th Workshop on Adaptivity and User Modeling in Interactive Systems, ABIS*. University of Hildesheim, 2006, pp. 32-35.
- [CWB+02] Colan, O., Wade, V., Bruen, C., Gargan, M. Multi-Model, Metadata Driven Approach to Adaptive Hypermedia Services for Personalized eLearning. In: *Second International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*, 2002, pp. 100-111.
- [DH03] Duval, E., Hodgins, W. A LOM Research Agenda. In: *WWW (Alternate Paper Tracks)*. 2003
- [DHS12] Duda, R.O., Hart, P.E., Stork, D.G. *Pattern classification*. John Wiley & Sons, 2012.
- [DW04] Drago, W.A., Wagner, R.J. Vark preferred learning styles and online education. *Management Research News*, 2004, 27(7), 1-13.
- [DWC02] Dagger, D., Wade, V., Conlan, O. Towards a standards-based approach to e-Learning personalization using reusable learning objects. In: *World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*. 2002, pp. 210-217.
- [EAB+12] Elouahbi, R., Abghour, N., Bouzidi, D., Nassir, M. A.: A Flexible Approach to Modelling Adaptive Course Sequencing Based on Graphs Implemented Using XLink. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2012, 3(2), 7-14.
- [ELB11] Esichaikul, V., Lamnoi, S., Bechter, C. Student Modelling in Adaptive E-Learning Systems. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal (KM&EL)*, 2011, 3(3), 342-355.
- [EVH10] Espejo, P.G., Ventura, S., Herrera, F. A survey on the application of genetic programming to classification. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 2010, 40(2), 121-144.
- [EWA06] Eom, S.B., Wen, H.J., Ashill, N. The Determinants of Students' Perceived Learning Outcomes and Satisfaction in University Online Education: An Empirical Investigation. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 2006, 4(2), 215-235.
- [FG15] Futa, G., Gołowska, B. Analysis of functionality of distance learning platform moodle. *Annales UMCS Sectio AI Informatica*, 2015, 3(1), 331-338
- [Fie11] Field, J. Adult Learning, Health and Well-Being-Changing Lives, Adult Learner. *The Irish Journal of Adult and Community Education*. 2011, 13-25.
- [Fle01] Fleming, N.D. *Teaching and learning styles: VARK strategies*. Christchurch, New Zealand, 2001.
- [FMC+06] Frias-Martinez, E., Magoulas, G., Chen, S., Macredie, R. Automated User Modeling for Personalized Digital Libraries. *International Journal of Information*

- Management*, 2006, 26(3), 234-248.
- [FMM+05] Fernandes, E., Madhour, H., Miniaoui, S., Forte, M.W. Phoenix tool: a support to Semantic Learning Model. In: *Advanced Learning Technologies, 2005. ICAALT 2005. Fifth IEEE International Conference on*. IEEE, 2005, pp. 948-949.
- [FS02] Fernández-Manjón, B., Sancho, P. Creating cost-effective adaptative educational hypermedia based on markup technologies and e-learning standards. *Interactive educational multimedia: IEM*, 2002, (4), 1-11.
- [FY00] Fung, A.C.W., Yeung, J.C.F. An Object Model for a Web-Based Adaptive Educational System. In: *16th World Computer Congress 2000, Proceedings of Conference on Educational Uses of Information and Communication Technologies, ICEUT'2000, August, China*. 2000, pp.420-426.
- [GAR+06] Gomes, P., Antunes, B., Rodrigues, L., Santos, A., Barbeira, J., Carvalho, R. Using Ontologies for eLearning Personalization. In: *3rd Learning Conference, Portugal*, 2006.
- [Gar07] Garcia-Barrios, V. *Personalisation in Adaptive E-Learning Systems. A Service-Oriented Solution Approach for Multi-Purpose User Modelling Systems*. Dissertation in fulfilment of the requirements for academic degree, http://www.iicm.tu-graz.ac.at/iicm_thesis/vgarcia.pdf, 2007.
- [GG06] Guo, Z., Greer, J. Electronic Portfolios as a Means for Initializing Learner Models for Adaptive Tutorials. *Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing*. Berlin/Heidelberg, Springer, 2006, 482-487.
- [GIK99] Garlatti, S., Iksal, S., Kervella, P. Adaptive On-Line Information System by means of a Task Model and Spatial Views. In: *Proc. of 2nd Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on the WWW*, 1999, pp. 55-69.
- [GK10] Griesbaum, J., Kepp, S.J. Facilitating collaborative knowledge management and self-directed learning in higher education with the help of social software. concept and implementation of collabuni—a social information and communication infrastructure. In: *Proceedings of I-KNOW 2010*. 2010, pp. 415–426.
- [GKK+12] Graf, S., Kinshuk, K.B., Khan, F.A., Maguire, P., Mahmoud, A., Rambharose, T., Shtern, V., Tortorella, R., Zhang, Q. Adaptivity and Personalization in Learning Systems based on Students' Characteristics and Context. In: *The 1st International Symposium on Smart Learning Environment*. 2012, pp. 33-36.
- [GL05] Graf, S., List, B. An Evaluation of Open Source E-Learning Platforms Stressing Adaptation Issues. In: *15th IEEE International Conference on Learning Technologies*. Ischia, Italy: IEEE, 2005, pp. 163-165.
- [GLS15] Gasparetti, F., Limongelli, C., & Sciarrone, F. A content-based approach for supporting teachers in discovering dependency relationships between instructional units in distance learning environments. In: *International Conference on Human-Computer Interaction*. Springer, Cham, 2015, pp. 241-246.
- [Gon06] De Goñi, J.I.M.M. What is adult education? *UNESCO answers*. San Sebastián UNESCO Centre, 2006.
- [Gra05] Grant, S. Clear e-portfolio definitions: A prerequisite of interoperability. In: *ePortfolio Conference*. Cambridge, 2005, 27-28.
- [Gra07] Graf, S. *Adaptivity in Learning Management Systems Focussing on Learning Styles*. PhD Thesis. Vienna University of Technology, Austria, 2017.
- [Gro64] Gross, B.M. The managing of organizations: *The administrative struggle*. Vol. 2. [New York]: Free Press of Glencoe, 1964.
- [Har15] Hart, L.E. Introduction to model-based system engineering (MBSE) and sysml. In: *Delaware Valley INCOSE Chapter Meeting, Ramblewood Country Club, Mount Laurel, New Jersey*. 2015.

- [HB09] Himpsl, K., Baumgartner, P. Evaluation of e-Portfolio Software. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. 2009, 4(1), 16-22.
- [HIN11] Hämäläinen, H., Ikonen, J., Nokelainen, I. 2011. The Status of Interoperability in E-Portfolios: Case Mahara. In: *7th E-learning Conference, e-Learning'11 (E-Learning and the Knowledge Society)*. Bucharest, Romania, 2011, pp. 64-69.
- [HL03] Hewagamage, K.P., Lekamarachchi, R.S. Learning Patterns: Towards the Personalization of ELearning. *Towards an ICT enabled Society*, 2003, 171.
- [Hor98] Horn, R.E. Structured writing as a paradigm. *Instructional Development: the State of the Art*. Englewood Cliffs, NJ., 1998.
- [HR02] Hamel, C.J., Ryan-Jones, D. Designing instruction with learning objects. *International Journal of Educational Technology*, 2002, 3(1), 111-124.
- [Hra08] Hrastinski, S. Asynchronous and synchronous e-learning. *Educause quarterly*, 2008, 31(4), 51-55.
- [HS07] Hawk, T.F., Shah, A.J. Using learning style instruments to enhance student learning. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 2007, 5(1), 1-19.
- [HS12] Huang, S.L., Shiu, J.H.: A User-Centric Adaptive Learning System for E-Learning 2.0. *Journal of Educational Technology & Society*, 2012, 15(3), 214-225.
- [HSS+04] Hämäläinen, W., Suhonen, J., Sutinen, E., Toivonen, H. Data mining in personalizing distance education courses. In: *Proceedings of the 21st ICDE World Conference on Open Learning and Distance Education*, 2004, 18-21.
- [IEE02] IEEE Learning Technology Standards Committee. Draft standard for learning object metadata. Accessed July 2002, 14.
- [Jam99] Jameson, A. User-adaptive systems: An integrative overview. In: *Proceedings of the Tutorial Presented at Seventh International Conference on User Modeling*. Banff, Canada, 1999.
- [Jam01] Jameson, A. Systems That Adapt to Their Users: An Integrative Perspective. Saarbrücken: Saarland University, 2001.
- [Jam03] Jameson, A. Systems that adapt to their users: An integrative Overview. In: *Tutorial presented at 9th International Conference on User Modelling*. 2003.
- [JHP12] Jabari, N.A., Hariadi, M., Purnomo, M.H. Intelligent Adaptive Presentation and E-testing System Based on User Modeling and Course Sequencing in Virtual Classroom. *International Journal of Computer Applications*. 2012, 50(9), 23-31.
- [Jes09] Jesukiewicz, P. ADL, Sharable Content Object Reference Model (SCORM) 2004 4th edition content aggregation model (CAM) version 1.1. Advanced Distributed Learning Initiative [online]. 2009 [viewed 23.10.2017.g.]. Available from: https://adlnet.gov/wp-content/uploads/2011/07/SCORM_2004_4ED_v1_1_Doc_Suite.zip.
- [JP97] Jungmann, M., Paradies, T. Adaptive hypertext in complex information spaces. *Daimler-Benz Research & Technology, Technical University of Ilmenau*, 1997, 1-5.
- [JZM12] Jovanovic, D., Zizovic, M., Milosevic, D. ILOMPEL: Information and metadata modeling for personalized e-learning. *Scientific Research and Essays*, 2012, 7(11), 1212-1229.
- [Kav99] Kavcic, A. Adaptation techniques in adaptive hypermedia systems. In: *22nd International Convention MIPRO*, 1999.
- [Kay00] Kay, J. User modeling for adaptation. In: *Stephanidis, C., ed., User Interfaces for All: Concepts, Methods, and Tools*. Florence, 2000, 271-294.
- [Kav04] Kavcic, A. Fuzzy user modeling for adaptation in educational hypermedia. *IEEE Transactions on Systems, Man, And Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 2004, 34(4), 439-449.
- [Kay95] Kay, J. The um Toolkit for Reusable, Long Term User Models. *User Modeling*

- and User Adapted Interaction: *The Journal of Personalization Research*, 1995, 4, 149-196.
- [KB09] Knight, A. Bush, F. The development of an integrated learning environment. In: *ascilite 2009 conference proceedings, Auckland, Australia*. 2009.
- [KJN09] Khirbi, M., Jemni, M., Nasraoui, O. Automatic Recommendations for E-Learning Personalization Based on Web Usage Mining Techniques and Information Retrieval. In: *Educational Technology & Society*, 2009, 30-42.
- [Kno80] Knowles, M., The Modern Practice of Adult Education. In: *Pedagogy to Andragogy*. Chicago, 2008, pp. 263-264.
- [Koc00] Koch, N. Hypermedia systems development based on the Unified Process. *Ludwig-Maximilians-University Munich, Institute of Computer Science*, 2000.
- [Koc01] Koch, N. *Software Engineering for Adaptive Hypermedia Systems: Reference Model, Modeling Techniques and Development Process*. PhD thesis, Ludwig-Maximilians-Universität München, 2001.
- [Kul00] Kules, B. User Modeling for Adaptive and Adaptable Software Systems. In: *ACM Conference on Universal Usability*, Arlington, 2000, 16-17.
- [LA197] L'Allier, J.J. Frame of reference: NETg's map to the products, their structure and core beliefs. *Research and Development-NETg*, 1997.
- [LGH02] Löser, A., Grune, C., Hoffmann, M. A didactic model, definition of learning objects and selection of metadata for an online curriculum. In: *Proceedings of the International Workshop of Interactive Computer Aided Learning (ICL), Villach, Austria*, 2002.
- [LI05] Lorenzo, G., Ittelson, J. An overview of e-portfolios. EduCause Learning Initiative Paper, 2005, 1-28.
- [Las10] Lasmanis, A. *Mācību retrospektīvs raksturojums un perspektīva izglītības iestādē*, [tiešsaiste]. 2010 [skatīts 23.10.2017]. Pieejams: <http://profizgl.lu.lv/mod/book/view.php?id=517&chapterid=229>.
- [Lie02] Lieģeniece, D. Ievads andragoģijā. -Rīga, RaKa, 2002.
- [Lin06] Ling, M. *Web content personalization and task complexity in e-commerce decision making*. Ph.D. dissertation, The University of Nebraska: Dissertations & Theses: A&I. (Publication No. AAT 3237055). 2006.
- [LSR09] Liu, H., Salem, B., Rauterberg, M. A survey on user profile modeling for personalized service delivery systems. In: *IADIS International Conference on Interfaces and Human Computer Interaction*, 2009, 45-51.
- [LST+09] Limongelli, C., Sciarrone, F., Temperini, M., Vaste G. Adaptive learning with the LS-Plan system: a field evaluation. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2009, 2(3), 203-215.
- [LSV11] Limongelli, C., Sciarrone, F., Vaste, G. Personalized e-learning in Moodle: the Moodle_LS System. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*. 2011, 7(1), 49-58.
- [LTS02] Learning Technology Standards Committee. IEEE Standard for learning object metadata. *IEEE Standard*, 2002, 1484(1), 2007-04.
- [Luk12] Lukasenka, R. *Development of student model for support of intelligent tutoring system functions*. Ph. D. Dissertation, Faculty of Computer Science and Information Technology, 2012.
- [LWL+09] Lin, H.-T., Wang, C.-H., Lin, C.-F., Yuan, S.-M. Annotating Learning Materials on Moodle LMS. In: *Computer Technology and Development, 2009. ICCTD '09. International Conference Kota Kinabalu : IEEE*. 2009, pp. 455-459.
- [LZW+10] Li, Q., Zhong, S., Wang, P., Guo, X., Quan, X. Learner Model in Adaptive Learning System. *Journal of Information & Computational Science*, 2010, 7(5),

- 1137-1145.
- [MB08] Madjarov, I., Betari, A. Adaptive Learning Sequencing for Course Customization: A Web Service Approach. In: *Asia-Pacific Services Computing Conference, APSCC'08*. IEEE 2008, pp. 530-535.
- [McG04] McGreal, R. Learning objects: A practical definition. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning (IJITDL)*, 2004, 9(1).
- [Mer01] Merriam, S.B. Andragogy and Self-Directed Learning: Pillars of Adult Learning Theory. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 2001, 89, 3-13.
- [MFC+08] Martins, C., Faria, L., De Carvalho, C.V., Carrapatoso, E. User Modeling in Adaptive Hypermedia Educational Systems. *Educational Technology & Society*, 2008, 11(1), 194-207.
- [Mil01] Miller, P. Learning styles: The multimedia of the mind. Research Report, 2001.
- [MLS+10] Mulwa, C., Lawless, S., Sharp, M., Arnedillo-Sanchez, I., Wade, V. Adaptive educational hypermedia systems in technology enhanced learning: a literature review. In: *Proceedings of the 2010 ACM conference on Information technology education*. Midland, USA, 2010, pp.73-84.
- [MLT13] Mahnane, L., Laskri, M.T., Trigano, P. A Model of Adaptive e-learning Hypermedia System based on Thinking and Learning Styles. *International Journal of Multimedia & Ubiquitous Engineering*, 2013, 8(3), 339-350.
- [MP03] Minaei-Bidgoli, B., Punch W.F. Using genetic algorithms for data mining optimization in an educational web-based system. In: *Genetic and Evolutionary Computation*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2003, pp.2252-2263.
- [MS82] Mocker, D.W., Spear, G.E.. Lifelong Learning: Formal, Nonformal, Informal, and Self-Directed. Information Series, 1982, No. 241.
- [Nav07] Navy. *Navy ILE Instructional Content Style Guide Interactive Multimedia Instruction & Instructor-Led Training*, MPT&ECIOSWIT-ILE-GUID-3B [online], 2007 [viewed 25.10.2017]. Available: http://www.netc.navy.mil/ile/_Documents/ILESpecific/Navy%20ILE%20Instructional%20Content%20Style%20Guide_20070815.pdf.
- [ND08] Nguyen, L., Do, P. Learner Model in Adaptive Learning. In: *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 2008, pp. 396-401.
- [Nie98] Nielsen, J. *Personalization is Over-Rated* [online]. 1998. [viewed 25.10.2017] Available: <https://www.nngroup.com/articles/personalization-is-over-rated>.
- [Nie09] Nielsen, J. *Customization of UIs and Products* [online]. 2009. [viewed 25.10.2017]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/customization-of-uis-and-products>.
- [NNK11] Niedritis, A., Niedrite, L., Kozmina, N. Integration Architecture of User Models. In: *Perspectives in Business Informatics Research Local Proceedings of 10th International Conference BIR2011 Associated Workshops and Doctoral Consortium*. Latvia Riga, 2011, pp. 323-330.
- [NSP03] Nebel, I., Smith, B., Paschke, R. A user profiling component with the aid of user ontologies. In: *Workshop Learning - Teaching - Knowledge - Adaptivity (LLWA 03)*. Karlsruhe, 2003.
- [OBK12] Orehovački, T., Bubaš, G., Kovačić, A., 2012. Taxonomy of Web 2.0 applications with educational potential. In: *Transformation in Teaching: Social Media Strategies in Higher Education*. Informing Science Institute. Santa Rosa, 2012, pp.43-72.
- [Opp94] Oppermann, R. Adaptively supported adaptability. *International Journal of Human Computer Studies*, 1994, 40(3), 455-472.
- [OGM12] Osis, J., Grundspenkis, J., Markovics, Z. Topological Modeling of Complex

- Heterogeneous Systems: Theory and Applications. Riga: RTU; 2012. 407.
- [PBD09] Peter, S.A., Bacon, E., Dastbaz, M. Learning styles, personalisation and adaptable e-learning. 2009.
- [PL04] Paramythis, A., Loidl-Reisinger, S. Adaptive Learning Environments and e-Learning Standards. *Electronic Journal on e-Learning Volume*, 2004, 2(1), 181-194.
- [PM99] Paterno, F., Mancini, C. Designing web interfaces adaptable to different types of use. In: *Proceedings of Museums and the Web, New Orleans, LA, USA*, 1999.
- [Pol06] Polsani, P.R. Use and abuse of reusable learning objects. *Journal of Digital information*, 2006, 3(4).
- [Pop09] Popescu, E. Diagnosing students' learning style in an educational hypermedia system. In: *Cognitive and Emotional Processes in Web-based Education: Integrating Human Factors and Personalization*, 2009, pp. 187-208.
- [Pre01] Prensky, M. Digital natives, digital immigrants part 1. *On the horizon*, 2001, 9(5), 1-6.
- [Pro11] *Profesionālajā izglītībā iesaistīto vispārizglītojošo mācību priekšmetu pedagogu kompetences paaugstināšana* [tiešsaiste]. 2010, [skatīts 7.04.2011]. Pieejams: <http://profizgl.lu.lv/>.
- [QH00] Quinn, C., Hobbs, S. Learning objects and instruction components. *Journal of Educational Technology & Society*, 2000, 3(2), 13-20.
- [QOL+11] Queiros, R., Olivera, L., Leal, J., Moreira, F. Integration of ePortfolios in Learning Management Systems. In: *International Conference Computational Science and Its Applications - ICCSA 2011, Santander*, 2011, pp. 500-510.
- [RAK07] Rauch, L., Andrelczyk, K., Kusiak, J. Agent-based algorithm dedicated to personalization of e-learning courses. *EADTU's 20th Anniversary Conference. Lisbon, Portugal*. 2007.
- [REE09] Riad, A., El-Minir, H., El-Ghareeb, H. Review of e-Learning Systems Convergence from Traditional Systems to Services based Adaptive and Intelligent Systems. *Journal of Convergence Information Technology*, 2009, 4(2), 108-131.
- [RG16] Rollande, R., Grundspenkis, J. Study Course Structure Personalized Planning Using Concept Maps. In: *15th International Conference on Perspectives in Business Informatics Research (BIR 2016)*. Aachen: RWTH, 2016, pp. 1-10.
- [Ric79] Rich, E. User modeling via stereotypes. *Cognitive science*, 1979, 3(4), 329-354.
- [Ric89] Rich, E. Stereotypes and User Modeling. In: *User Models in Dialog Systems*. Springer, Berlin, Heidelberg, 1989, pp. 35-51.
- [RMC+10] Rubio Reyes, B., Galan Moreno, M., Ocon Carreras, A., Delgado, C., Rubio Royo, G.E. Some Technological Solutions To Improve The Efficiency And Management of Learning Using Moodle Platform. In: *INTED2010 Proceedings*. IATED, Valencia, Spain, 2010, pp. 354-360).
- [Rou07] Rouse, M. *Personalization definition* [online]. 2007. [viewed 26.10.2017.] Available: <http://searchcrm.techtarget.com/definition/personalization>.
- [RSG01] Rossi, G., Schwabe, D., Guimarães, R. Designing personalized web applications. In: *Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web*. ACM, 2001, pp. 275-284.
- [RV10] Romero, C., Ventura, S. Educational data mining: A review of the state of the art. *IEEE Transactions on Systems, Man, And Cybernetics, part C (Applications and Reviews)*, 2010, 40(6), 610-618.
- [RVG08] Romero, C., Ventura, S., García, E. Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial. *Computers & Education*, 2008, 51(1), 368-384.
- [SAS13] Shah, K., Ahmed, J., Shenoy, N. How different are students and their learning

- styles? *International Journal of Research in Medical Sciences*, 2013, 1(3), 212-215.
- [SB07] Sweat-Guy, R., Buzzetto-More, N. A comparative analysis of common e-portfolio platforms and available features. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 2007, 5(1), pp. 327-42.
- [SBR+10] Santos, O.C., Boticario, J.G., Raffenne, E., Granado, J., Rodríguez-Ascaso, A., Gutiérrez y Restrepo, E. *A Standards-Based Framework to Support Personalisation, Adaptation and Interoperability in Inclusive Learning Scenarios*. IGI Publisher: Hershey, PA, USA, 2010.
- [Sch05] Schlupe, S. *Modularization and structured markup for web-based learning content in an academic environment*. Diss., Technische Wissenschaften, Eidgenössische Technische Hochschule ETH Zürich, 2005.
- [SD10] Sosnovsky, S. Dicheva, D. Ontological technologies for user modeling. *International Journal Metadata, Semantics and Ontologies*, 2010, 5,(1), 32-71.
- [Sel97] Seldin, P. 1997. *The teaching portfolio: A practical guide to improved performance and promotion/tenure decisions*. 2nd ed. Boston, Anker, 1997.
- [SG03] Sicilia, M. A., Garcia, E. On the concepts of usability and reusability of learning objects. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 2003, 4(2).
- [SH06] Van Der Sluijs, K., Houben, G.J. A generic component for exchanging user models between web-based systems. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*, 2006, 16(1), 64-76.
- [SK04] Stoyanov, S., Kirchner, P. Expert concept mapping method for defining the characteristics of adaptive e-learning: ALFANET project case. *Educational technology research and development*, 2004, 52(2), 41-54.
- [SKF00] Süß, C., Kammerl, R., Freitag, B. A teachware management framework for multiple teaching strategies. In: *Proceedings of ED-MEDIA 2000, World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia Telecommunications*, Montreal, Quebec, Canada, 2000, 2000(1), pp. 1101-1106.
- [Som09] Somyürek, S. Student Modeling: Recognizing the Individual Needs of Users in e-Learnign Environments. *International Journal of Human Sciences*, 2009, 6(2), 429-450.
- [Son07] Sonwalkar, N. Adaptive learning: A dynamic methodology for effective online learning. *Distance Learning*, 2007, 4(1), 43-46.
- [SP10] Scheuermann, F., Pedró, F. Assessing the effects of ICT in education: Indicators, criteria and benchmarks for international comparisons. Joint Research Centre-European Commission. 2010.
- [Str06] Stracke, C.M. Interoperability and quality development in e-learning. Overview and reference model for e-learning standards. *Proceedings of the Asia-Europe e-Learning Colloquy*. 2006.
- [Tur01] Turoff, D.M. *Personalization in user interface*, CIS732 Final Project [online]. 2001 [viewed 29.06.2011.] Available: http://eies.njit.edu/~turoff/coursenotes/CIS732/samplepro/CIS732FinalProject_Dezhi.doc
- [TV02] Tsiriga, V., Virvou, M. Initializing the student model using stereotypes and machine learning. In: *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*. 2002.
- [Vas12] Vassileva, D. Adaptive e-learning content design and delivery based on learning styles and knowledge level. *Serdica Journal of Computing*, 2012, 6(2), 207-252.
- [Vag09] Vagale, V. Utilization of CMS in educational system in Latvia. In: *Proceedings of the 6th International Conference, Person. Color. Nature. Music., Daugavpils, Latvia*. Daugavpils University "Saule", 2009, pp. 262-269.

- [Vag10] Vagale, V. Automating processing of Moodle tests results. In: *Proceedings of the 52nd International Scientific conference of Daugavpils University, Daugavpils, Latvia*. Daugavpils University "Saule", 2010, pp. 293-296.
- [Vag11] Vagale, V. Personalization opportunities in the MOODLE system. In: *Proceedings of the 53rd International Scientific conference of Daugavpils University Daugavpils*. Daugavpils University "Saule", 2011, pp. 1-6.
- [Vag13] Vagale, V. Eportfolio Data Utilization in LMS Learner Model. In: *Proceedings of the 15th International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS2013*. Angers; France, 2013, 2, pp. 489-496.
- [VD04] Verbert, K., Duval, E. Towards a global architecture for learning objects: a comparative analysis of learning object content models. In: *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*. 2004, 2004(1), pp. 202-208.
- [VD08] Verbert, K., Duval, E. ALOCOM: a generic content model for learning objects. *International Journal on Digital Libraries*, 2008, 9(1), 41-63.
- [Vis11] Vispārējās izglītības pedagogu tālākizglītība [tiešsaiste]. 2011 [skatīts 26.10.2017]. Pieejams: http://visc.gov.lv/visc/projekti/projekti_old/esf_vispped_old.shtml
- [VN11] Vagale, V., Niedrite, L. E-learning System Individualization for Intellectual Ability Measurement. In: *Perspectives in Business Informatics Research. In Local Proceedings of the 10th International Conference, BIR 2011*. Riga Technical University, 2011, pp. 200-207.
- [VN12a] Vagale, V., Niedrite, L. Intellectual Ability Data Obtaining and Processing for E-learning System Adaptation. In: *International Conference on Business Informatics Research*. Springer, Berlin Heidelberg, 2012, 106, pp. 117-129.
- [VN12b] Vagale, V., Niedrite, L. Learner Model's Utilization in the e-Learning Environments. In: *Local Proceedings of the 10th International Baltic Conference on Databases and Information Systems*, Vilnius:Žara, 2012, pp. 162- 174.
- [VN14a] Vagale, V., Niedrite, L. Learner Classification for Providing Adaptability of E-Learning Systems. In: *Proceedings of the 11th International Baltic Conference, Baltic DB&IS 2014*. Estonia, TUT Press, 2014, pp. 181-192.
- [VN14b] Vagale, V., Niedrite, L. Learner group creation and utilization in adaptive E-learning systems. In: *Proceedings of the 11th International Baltic Conference on Databases and Information Systems, DB and IS 2014*. IOS, 2014, vol.270, pp. 189-202.
- [VN16a] Vagale, V., Niedrite, L. The Application of Optimal Topic Sequence in Adaptive e-Learning Systems. In: *International Baltic Conference on Databases and Information Systems*. Springer International Publishing, 2016, pp. 352-365.
- [VN16b] Vagale, V., Niedrite, L. The Organization of Topics Sequence in Adaptive e-Learning Systems. In: *Databases and Information Systems X (Selected Papers), 2016, Riga, Latvia*. Amsterdam: IOS Press, 2016, pp. 327-340.
- [VPP05] Vasilyeva, E., Pechenizkiy, M., Puuronen, S. Knowledge management challenges in web-based adaptive e-learning systems. In: *5th International Conference on Knowledge Management*. Springer, 2005, pp. 112-119.
- [VSS+03] Vassiliou, C., Stamoulis, D., Spiliotopoulos, A., Martakos, D. Creating adaptive web sites using personalization techniques: a unified, integrated approach and the role of evaluation. *Adaptive evolutionary information systems*, 2003., pp. 261-285.
- [Wag02] Wagner, E.D. Steps to creating a content strategy for your organization. *The e-learning developers' journal*. 2002.
- [WCW11] Walsh, E., O'Connor, A., Wade, V. Supporting Learner Model Exchange in

- Educational Web Systems. In: *7th International Conference on Web Information Systems and Technologies*. Noordwijkerhout, The Netherlands, 2011.
- [Wil02] Wiley, D. Learning objects need instructional design theory. *The ASTD e-Learning handbook*, 2002, 115-126.
- [Won02] Won, K. Personalization: Definition, Status, and Challenges Ahead. *Journal of Object Technology*. 2002, 1(1) 29-40.
- [WP08] Van Wasel, M., Prop, A. The influence of portfolio media on student perceptions and learning outcomes. In: *Proceedings of Student Mobility and ICT: Can E-LEARNING overcome barriers of Life-Long learning?* Maastricht, 2008.
- [Zhu04] Zhu, Z.T. The development and applications of e-learning technology standards in China. *International Journal of the Computer, the Internet and Management*, 2004, 12(2), 100-104.
- [Zub04] Zubizarreta, J. Reflective practice for improving student learning. In: *The learning portfolio*. Bolton, MA: Anker, 2004.

Izmantoto tabulu saraksts

1. tabula. Mācīšanās veida ietekme uz mērķu un mācīšanās līdzekļu izvēli	27
2. tabula. Pieaugušo un bērnu mācīšanās atšķirības	28
3. tabula. Satura modeļu komponentu salīdzinājums	49
4. tabula. Apmācāmā modeļos personīgo datu kategorijā iekļautie dati	68
5. tabula. LM datu kategoriju izmantošanas biežums zinātniskajos darbos.....	70
6. tabula. LMPAELS apmācāmā modeļa datu kategorijas un to paskaidrojumi.....	71
7. tabula. Datu ieguves veidi LMPAELS apmācāmā modelim.....	77
8. tabula. Moodle un Mahara lietotājus raksturojošo datu atbilstība izstrādātajam LM	80
9. tabula. LG veidošanas piemērā izmantotās apmācāmā pazīmes un to vērtību kopas	89
10. tabula. Apmācāmo grupu veidošanas piemērā iegūtās LG un to raksturojums	90
11. tabula. Apmācāmā modeļa un satura modeļa elementu vērtību atbilstība sistēmas adaptīvās reakcijas nodrošināšanai	93
12. tabula. Adaptācijas paņēmieni izmantošana adaptācijas scenāriju organizēšanā.....	96
13. tabula. Adaptācijas scenāriju piemērs 30 apmācāmo grupām, aprakstot mācību objekta teorētiskās daļas, praktiskās daļas un vērtēšanas daļas adaptāciju.....	97
14. tabula. Kursa tēmu vadībā izmantotie navigācijas paņēmieni.....	106
15. tabula. Mācību kursa tēmu secības organizēšanas piemērs.....	107
16. tabula. Kronbaha alfas koeficientu vērtības anketas skalu mērījumiem adaptīvam un neadaptīvam e-kursam	138
17. tabula. Anketas visu skalu kopējās saskaņotības statistika	139
18. tabula. Kaizera-Meijera-Olkina un Bartleta sfēriskuma testu rezultāti	139
19. tabula. Anketas faktoru struktūra un skalu mērījumu faktorslodzes	140
20. tabula. Izdalīto faktoru analīzes kopējā izskaidrotā dispersija (izdalīšanas metode: galveno faktoru metode)	141
21. tabula. Anketas skalu vērtējumu secība, sakarību un atšķirību starp vērtējumiem nozīmīgums dažādām respondentu kategorijām	147
22. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējie vērtējumi, sakarību starp vērtējumiem ciešums un nozīmīgums, atšķirības vērtējumos un to nozīmīgums dažādām respondentu kategorijām.....	150
23. tabula. Skalas "E-kursa nozīme" saskaņotība neadaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,905)	205
24. tabula. Skalas "E-kursa nozīme" saskaņotība adaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,916)	205
25. tabula. Skalas "E-kursa kognitīvais vērtējums" saskaņotība neadaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,857)	205
26. tabula. Skalas "E-kursa kognitīvais vērtējums" saskaņotība adaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,879)	206
27. tabula. Skalas "E-kursa struktūra" saskaņotība neadaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,817)	206
28. tabula. Skalas "E-kursa struktūra" saskaņotība adaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,785)	206
29. tabula. Skalas "E-kursa saturs" saskaņotība neadaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,723)	207
30. tabula. Skalas "E-kursa saturs" saskaņotība adaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,782)	207
31. tabula. Skalas "E-kursa tēmu secība" saskaņotība neadaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,793)	207
32. tabula. Skalas "E-kursa tēmu secība" saskaņotība adaptīva kursa gadījumā (Kronbaha	

alfa=0,739)	208
33. tabula. Savstarpējās korelācijas starp adaptīvā un neadaptīvā e-kursa skalu vērtējumiem (Pīrsona korelācija)	208
34. tabula. Savstarpējās korelācijas starp adaptīvā e-kursa skalu vērtējumiem (Pīrsona korelācija).....	209
35. tabula. Savstarpējās korelācijas starp neadaptīvā e-kursa skalu vērtējumiem (Pīrsona korelācija).....	209
36. tabula. Anketas skalu pārbaudes uz datu normālo sadalījumu rezultāti (Kolmogorova-Smirnova un Šapiro-Vilka tests)	210
37. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa skalu mērījumus aprakstošā statistika	210
38. tabula. Skalu pāru korelāciju rezultāti (saistīto izlašu korelācijas)	212
39. tabula. Skalu pāru vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti (saistīto izlašu T-tests).....	212
40. tabula. Dzimuma ietekme uz skalu vērtējumiem (neatkarīgu izlašu tests).....	213
41. tabula. Skalu vērtējumus aprakstošā statistika respondentu kategorijai "Dzimums=vīriešu"	213
42. tabula. Skalu pāru korelāciju rezultāti kategorijai "Dzimums=vīriešu" (saistīto izlašu korelācijas).....	214
43. tabula. Skalu pāru vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti respondentu kategorijai "Dzimums=vīriešu" (saistīto izlašu T-tests).....	214
44. tabula. Skalu vērtējumus aprakstošā statistika respondentu kategorijai "Dzimums=sieviešu".....	214
45. tabula. Skalu pāru korelāciju rezultāti respondentu kategorijai "Dzimums=sieviešu" (saistīto izlašu korelācijas).....	215
46. tabula. Skalu pāru vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti respondentu kategorijai "Dzimums=sieviešu" (saistīto izlašu T-tests).....	215
47. tabula. Studiju gada ietekme uz skalu vērtējumiem (neatkarīgu izlašu tests)	216
48. tabula. Skalu vērtējumus aprakstošā statistika respondentu kategorijai "studiju gads=1".....	216
49. tabula. Skalu pāru korelāciju rezultāti respondentu kategorijai "studiju gads=1" (saistīto izlašu korelācijas).....	217
50. tabula. Skalu pāru vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti kategorijai "studiju gads = 1" (saistīto izlašu T-tests).....	217
51. tabula. Skalu vērtējumus aprakstošā statistika respondentu kategorijai "studiju gads=2".....	217
52. tabula. Skalu pāru korelāciju rezultāti respondentu kategorijai "studiju gads=2" (saistīto izlašu korelācijas).....	218
53. tabula. Skalu pāru vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti kategorijai "studiju gads = 2" (saistīto izlašu T-tests).....	218
54. tabula. Moodle izmantošanas ilguma ietekme uz skalu vērtējumiem (neatkarīgu izlašu tests)	219
55. tabula. Skalu vērtējumus aprakstošā statistika respondentu kategorijai "Moodle izmantošanas ilgums=<1g."	219
56. tabula. Skalu pāru korelāciju rezultāti respondentu kategorijai "Moodle izmantošanas ilgums = <1g." (saistīto izlašu korelācijas)	220
57. tabula. Skalu pāru vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti kategorijai "Moodle izmantošanas ilgums = <1g" (saistīto izlašu T-tests).....	220
58. tabula. Skalu vērtējumus aprakstošā statistika respondentu kategorijai "Moodle izmantošanas ilgums = 1-3g."	220
59. tabula. Skalu pāru korelāciju rezultāti respondentu kategorijai "Moodle izmantošanas ilgums = 1-3g." (saistīto izlašu korelācijas)	221
60. tabula. Skalu pāru vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti kategorijai "studiju gads = 1-3g." (saistīto izlašu T-tests).....	221

61. tabula. IT kompetences līmeņa ietekme uz skalu vērtējumiem (ANOVA tests)	222
62. tabula IT kompetences līmeņa ietekmes uz skalu vērtējumiem aprakstošā statistika	222
63. tabula. Skalu pāru korelāciju rezultāti respondentu kategorijai "IT kompetences līmenis" (saistīto izlašu korelācijas)	223
64. tabula. Skalu pāru vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti kategorijai "IT kompetences līmenis" (saistīto izlašu T-tests)	223
65. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma pārbaudes uz datu normālo sadalījumu rezultāti (Kolmogorova-Smirnova un Šapiro-Vilka tests)i	224
66. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu aprakstošā statistika	224
67. tabula. Dzimuma ietekme uz adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu (neatkarīgu izlašu T-tests)	225
68. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma korelācijas pēc respondentu dzimuma (saistīto izlašu korelācijas)	225
69. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti pēc respondentu dzimuma (saistīto izlašu T-tests).....	226
70. tabula. Izglītības ietekme uz adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu (neatkarīgu izlašu T-tests)	226
71. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma korelācijas pēc respondentu izglītības (saistīto izlašu korelācijas)	226
72. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti pēc respondentu izglītības (saistīto izlašu T-tests).....	227
73. tabula. Studiju gada ietekme uz adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu (neatkarīgu izlašu T-tests).....	227
74. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma korelācijas pēc respondentu studiju gada (saistīto izlašu korelācijas).....	227
75. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti pēc respondentu studiju gada (saistīto izlašu T-tests).....	228
76. tabula. Moodle izmantošanas ilguma ietekme uz adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu (neatkarīgu izlašu tests).....	228
77. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma korelācijas pēc Moodle izmantošanas ilguma (saistīto izlašu korelācijas)	228
78. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti pēc Moodle izmantošanas ilguma (saistīto izlašu T-tests).....	229
79. tabula. E-studiju vadības sistēmu izmantošanas pieredzes ietekme uz adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu (neatkarīgu izlašu tests).....	229
80. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma pāru korelācijas pēc e-studiju vadības sistēmu izmantošanas pieredzes (saistīto izlašu korelācijas).....	229
81. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma pāru atšķirību nozīmīguma rezultāti pēc e-studiju vadības sistēmu izmantošanas pieredzes (saistīto izlašu T-tests)	230
82. tabula. IT kompetences līmeņa ietekme uz adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu (ANOVA)	230
83. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma pāru korelācijas pēc IT kompetences līmeņa (saistīto izlašu korelācijas)	231
84. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu pāru atšķirību nozīmīguma rezultāti pēc IT kompetences līmeņa (saistīto izlašu T-tests)	231
85. tabula. Kvalitātes dati par iegūto klasterizācijas modeli	232
86. tabula. Respondentu grupām skalu vērtējumus aprakstošā statistika	233
87. tabula. Respondentu grupu vērtējumu atšķirības (neatkarīgu izlašu T-tests).....	234
88. tabula. Anketas skalu pāru vērtējumu korelācijas izdalītajām respondentu grupām (saistīto	

izlašu korelācijas).....	234
89. tabula. Anketas skalu pāru vērtējumu atšķirību nozīmīguma rezultāti pēc respondentu dzimuma (saistīto izlašu T-tests).....	235
90. tabula. Izveidoto respondentu grupu kopējā vērtējuma statistika.....	235
91. tabula. Izveidoto klasteru pārbaudes uz datu normālo sadalījumu rezultāti (Kolmogorova-Smirnova un Šapiro-Vilka tests)	236
92. tabula. Kategorijas "Dzimums" biežuma tabula.....	241
93. tabula. Kategorijas "Izglītība" biežuma tabula	241
94. tabula. Kategorijas "Moodle izmantošanas ilgums" biežuma tabula	241
95. tabula. Kategorijas "E-studiju vadības sistēmu izmantošanas pieredze" biežuma tabula	241
96. tabula. Kategorijas "IT kompetences līmenis" biežuma tabula.....	241

Pielikumi

1. Pielikums. Moodle sistēmas tabulas user un kursa tabulu struktūras

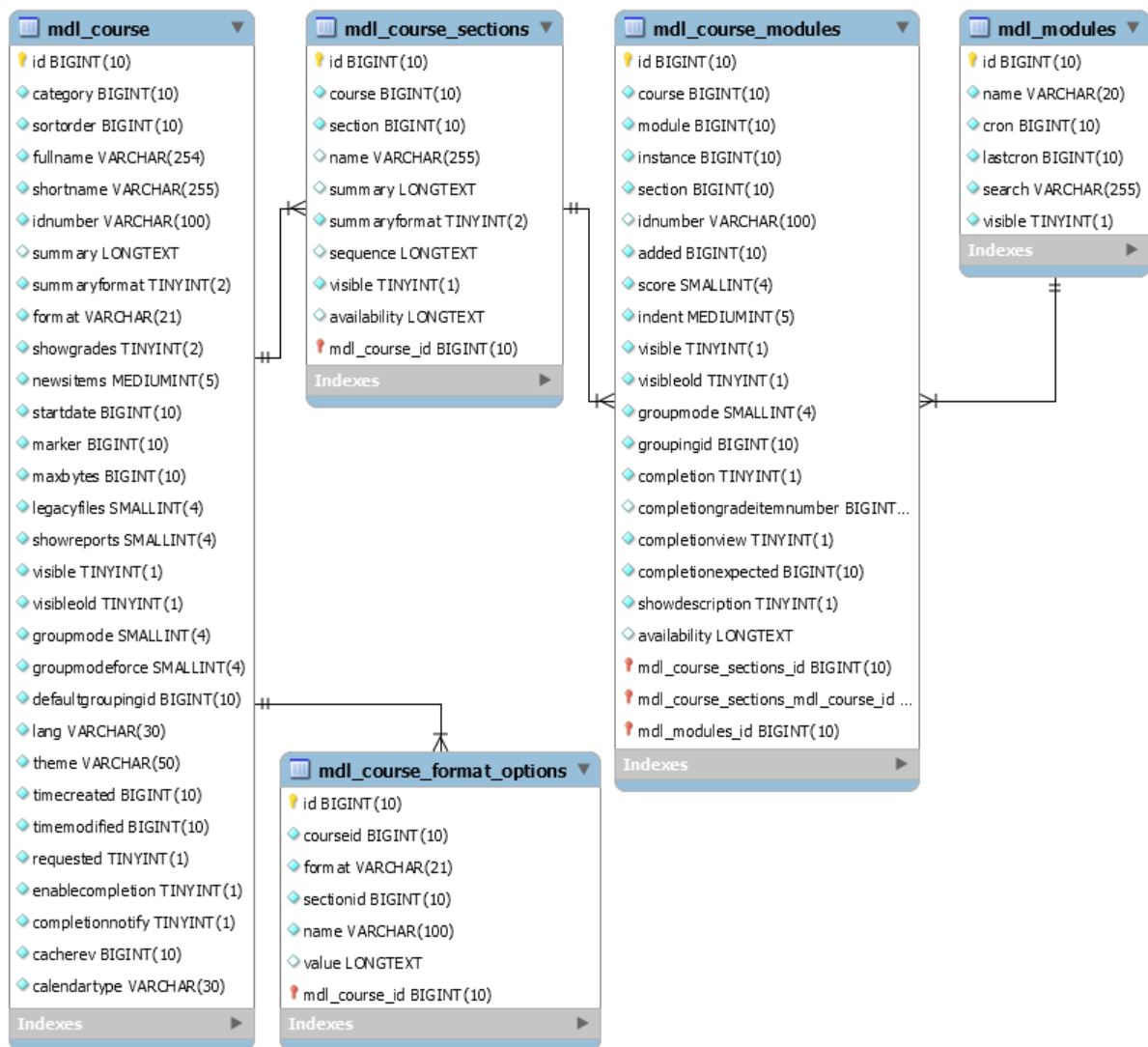
Moodle sistēmas tabulas user struktūra

Moodle sistēmas datubāzes tabulas *user* struktūra, kurā norādīts lauka nosaukums, datu tips un aizpildīšanas obligātums.

```
"id" BIGINT NOT NULL,  
"auth" NVARCHAR(20) NOT NULL,  
"confirmed" SMALLINT NOT NULL,  
"policyagreed" SMALLINT NOT NULL,  
"deleted" SMALLINT NOT NULL,  
"suspended" SMALLINT NOT NULL,  
"mnehtostid" BIGINT NOT NULL,  
"username" NVARCHAR(100) NOT NULL,  
"password" NVARCHAR(32) NOT NULL,  
"idnumber" NVARCHAR(255) NOT NULL,  
"firstname" NVARCHAR(100) NOT NULL,  
"lastname" NVARCHAR(100) NOT NULL,  
"email" NVARCHAR(100) NOT NULL,  
"emailstop" SMALLINT NOT NULL,  
"icq" NVARCHAR(15) NOT NULL,  
"skype" NVARCHAR(50) NOT NULL,  
"yahoo" NVARCHAR(50) NOT NULL,  
"aim" NVARCHAR(50) NOT NULL,  
"msn" NVARCHAR(50) NOT NULL,  
"phone1" NVARCHAR(20) NOT NULL,  
"phone2" NVARCHAR(20) NOT NULL,  
"institution" NVARCHAR(40) NOT NULL,  
"department" NVARCHAR(30) NOT NULL,  
"address" NVARCHAR(70) NOT NULL,  
"city" NVARCHAR(120) NOT NULL,  
"country" NVARCHAR(2) NOT NULL,  
"lang" NVARCHAR(30) NOT NULL,  
"theme" NVARCHAR(50) NOT NULL,  
"timezone" NVARCHAR(100) NOT NULL,  
"firstaccess" BIGINT NOT NULL,  
"lastaccess" BIGINT NOT NULL,  
"lastlogin" BIGINT NOT NULL,  
"currentlogin" BIGINT NOT NULL,  
"lastip" NVARCHAR(45) NOT NULL,  
"secret" NVARCHAR(15) NOT NULL,  
"picture" BIGINT NOT NULL,  
"url" NVARCHAR(255) NOT NULL,  
"description" NVARCHAR(-1) NULL,  
"descriptionformat" SMALLINT NOT NULL,  
"mailformat" SMALLINT NOT NULL,  
"maildigest" SMALLINT NOT NULL,  
"maildisplay" SMALLINT NOT NULL,  
"htmleditor" SMALLINT NOT NULL,  
"autosubscribe" SMALLINT NOT NULL,  
"trackforums" SMALLINT NOT NULL,  
"timecreated" BIGINT NOT NULL,  
"timemodified" BIGINT NOT NULL,  
"trustbitmask" BIGINT NOT NULL,  
"imagealt" NVARCHAR(255) NULL,  
"screenreader" SMALLINT NOT NULL
```

Moodle sistēmas kursa tabulu struktūra

Moodle sistēmas kursa struktūras aprakstīšanai tiek izmantotas tabulas: *course*, *course_modules*, *course_sections*, *course_format_options* un *modules*. Tabula *course* satur visus kursus un to parametrus; tabula *course_modules* satur kursa sekcijā izmantojamus moduļus (kursa apguvei izmantotās aktivitātes un resursus) un to parametrus; tabula *course_sections* apraksta visu kursu sekcijas un to parametrus; tabula *course_format_options* satur visu kursu formātus; tabula *modules* satur kursā izmantojamo moduļu sarakstu.



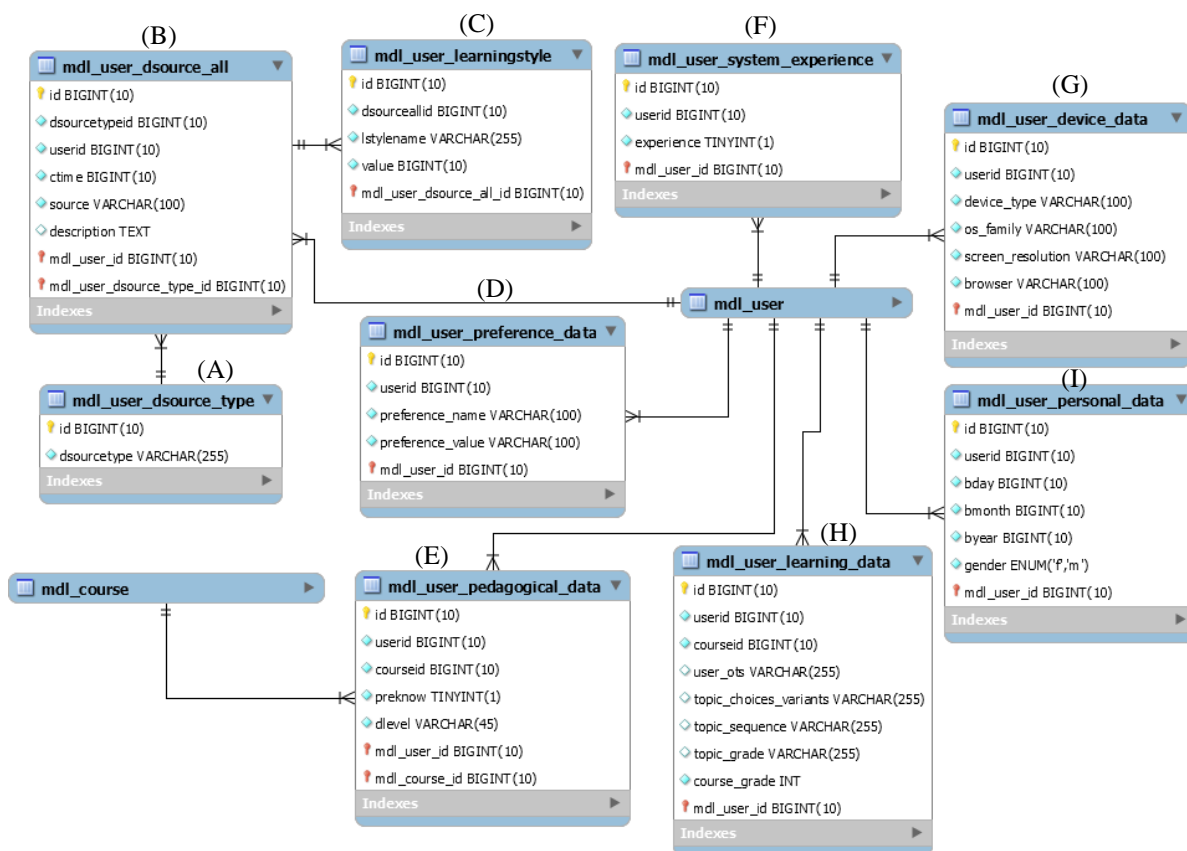
1.1. attēls. Moodle sistēmas kursa tabulu struktūra

2. Pielikums. Sistēmā LMPAELS apmācāmā, satura un adaptācijas modeļu darbības nodrošināšanai nepieciešamo tabulu struktūras

LMPAELS apmācāmā modeļa datu tabulu struktūra

LMPAELS sistēmas apmācāmā modelim datu glabāšanai papildus izveidoto tabulu (A, B, C, D, E, F, G, H, I) struktūra un saistība ar Moodle sistēmas tabulām.

Tabulā (A) `mdl_user_dsource_type` glabājas apmācāmā datu ieguves veids, tabulā (B) `mdl_user_dsource_all` glabājas visi iegūtie dati par katru apmācāmo, tabulā (C) `mdl_user_learningstyle` glabājas dati par katra apmācāmā mācīšanās stilu, tabulā (D) `mdl_user_preference_data` glabājas apmācāmā norādītie iestatījumi, tabulā (E) `mdl_user_pedagogical_data` glabājas dati par apmācāmā priekšzināšanās un kursa apguves grūtības līmeni, tabulā (F) `mdl_user_system_experience` glabājas dati par apmācāmā pieredzi sistēmas lietošanā, tabulā (G) `mdl_user_device_data` glabājas apmācāmā mācību procesā izmantoto iekārtu dati, tabulā (H) `mdl_user_learning_data` glabājas apmācāmā mācību procesa dati, tabulā (I) `mdl_user_personal_data` glabājas apmācāmā personīgie dati.

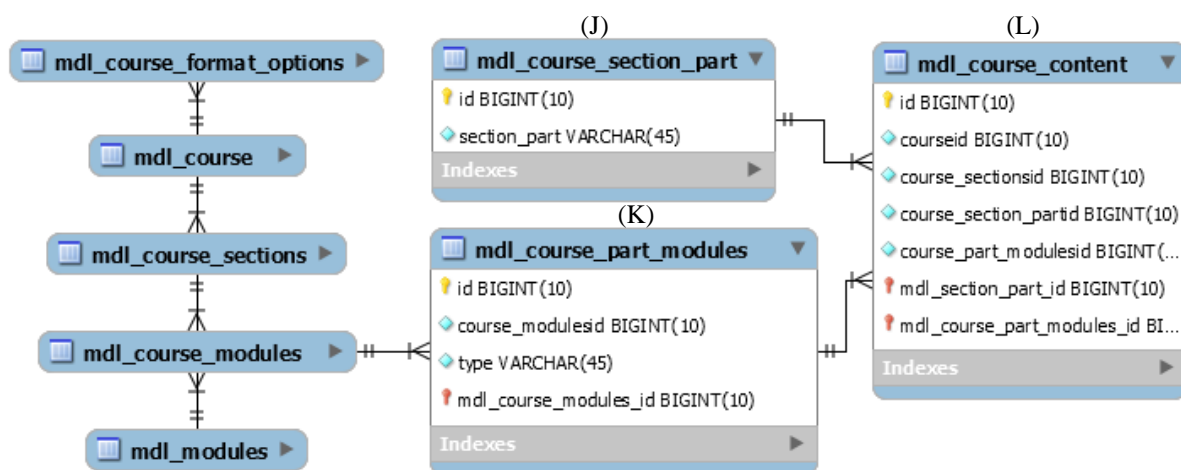


2.1. attēls. LMPAELS apmācāmā modeļa datu tabulu struktūra

LMPAELS satura modeļa datu tabulu struktūra

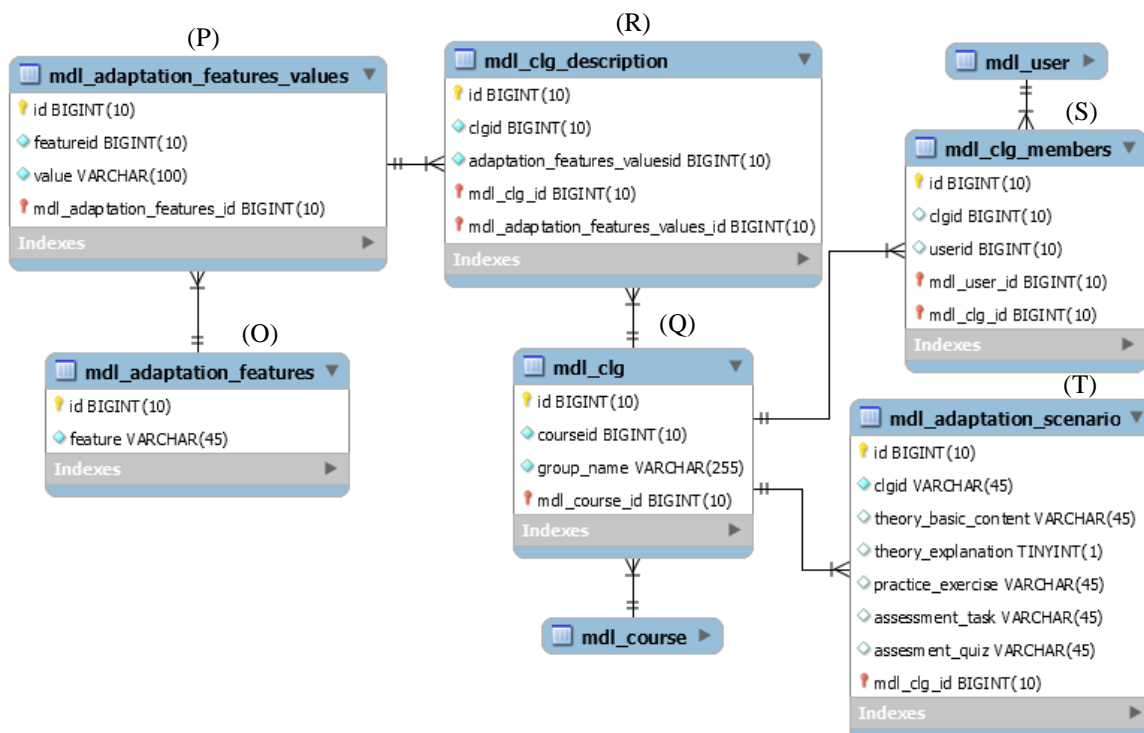
LMPAELS sistēmas satura modelim datu glabāšanai papildus izveidoto tabulu (J, K, L) struktūra un saistība ar Moodle sistēmas kursa struktūru aprakstošām tabulām.

LMPAELS sistēmas satura modeļa datu glabāšanai tika izveidotas papildus trīs tabulas: (J) tabula *course_section_part*, kurā ir aprakstītas kursa tēmas daļas; (K) tabula *course_part_modules*, kurā glabājas sekcijā izmantotie resursi un to tipi; (L) tabula *course_content*, kura satur kursu, sekciju, sekcijas daļu un sekcijas daļā izmantoto moduli. Minētās tabulas ir saistītas ar Moodle sistēmas kursa struktūru aprakstošajām tabulām.



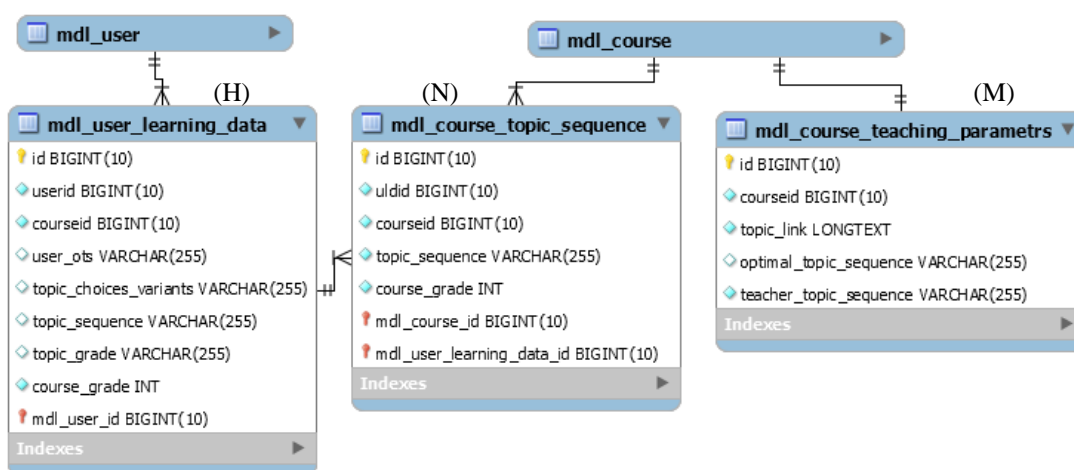
2.2. attēls. LMPAELS satura modeļa datu tabulu struktūra

LMPAELS adaptācijas modeļa apmācāmo grupu moduļa darbībā izmantoto tabulu struktūra



2.3. attēls. LMPAELS adaptācijas modeļa apmācāmo grupu moduļa darbībā izmantoto tabulu struktūra

LMPAELS adaptācijas modeļa tēmu secības moduļa darbībā izmantoto tabulu struktūra



2.4. attēls. LMPAELS adaptācijas modeļa tēmu secības moduļa darbībā izmantoto tabulu struktūra

3. Pielikums. Mācīšanās stila noteikšanas testi (VARK1, VARK2, VARK3)

Testa VARK1 jautājumi

← → ↻ 🏠 moodleik.sn.lv/testi/lstyles/vark1/test1.php

Mācīšanās stilu noteikšana (VARK1)

Lūdzu nesteidzieties un apdomājiet atbildes!

1. Es atceros informāciju labāk, ja lekcijas laikā notiek informācijas paskaidrošana un diskutēšana
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
2. Es gribētu, lai informācijas pasniegšanai izmantotu uzskates līdzekļus
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
3. Man patīk pierakstīt dzirdēto vai veikt piezīmes, lai labāk atcerētos
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
4. Es dotu priekšroku veidot plakātus, fizikālus modeļus vai reālāli darboties un piedalīties dažādās aktivitātēs
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
5. Man nepieciešami paskaidrojumi diagrammām, grafikiem un citiem vizuāliem elementiem
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
6. Man patīk darboties ar rokām vai izgatavot lietas
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
7. Man patīk veidojot grafikus un diagrammas un es gūstu baudu no tā
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
8. Es varu pateikt vai divas atsevišķas skaņas sakrīt
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
9. Es vislabāk atceros, ja esmu pierakstījis informāciju vairākas reizes
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti

10. **Es varu saprast un sekot norādījumiem kartē**
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
11. **Man sanāk labāk iemācīties, ja klausos lekcijas vai veicu lekciju pierakstus nekā lasu mācību grāmatas**
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
12. **Es spēlējos ar monētām vai atslēgām kabatās**
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
13. **Es iemācos vārda pareizrakstību labāk, kad to izrunāju skaļi, nekā rakstot to uz papīra**
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
14. **Es varu labāk saprast ziņas saturu lasot to avīzē, nevis dzirdot to radio**
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
15. **Es košļāju, smēķēju vai ēdu mācoties**
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
16. **Man vislabākais veids kā atcereties ir iztēloties to galvā**
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
17. **Es labāk iemācos vārda pareizrakstību velkot ar pirkstiem pa burtiem**
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
18. **Es labāk klausītos labu lekciju vai runu nekā lasītu to pašu teksta veidā**
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
19. **Man labi padodas salikt puzles vai atrisināt labirintus**
 - A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti

20. **Mācību laikā es turu rokās priekšmetus un rotaļājos ar tiem**
- A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
21. **Es labāk atceros ziņas klausoties radio nevis lasot avīzē**
- A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
22. **Es iegūstu informāciju par interesējošo tēmu lasot attiecīgus materiālus**
- A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
23. **Man patīk sarokoties, apskauties vai arī citādi pieskarties citiem**
- A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti
24. **Man vieglāk sekot mutiskiem norādījumiem nekā rakstiskiem**
- A) Bieži
 - B) Dažreiz
 - C) Reti

VARK1 testa rezultātu izvads



Mācīšanās stilu noteikšana (VARK1)

Dati ierakstīti datu bāzē!
Dzirdes atmiņas punkti:
32 / 40
Redzes atmiņas punkti:
30 / 40
Taustes atmiņas punkti:
32 / 40

Tests norāda ka jums ir taustes un dzirdes atmiņa.

Ja jums ir taustes atmiņa sekojiet līdzī vārdiem kamēr tos sakiet. Faktus, kurus nepieciešams iemācīties, vajadzētu pārrakstīt vairākas reizes. Nēsājiet līdzī papildus lapiņas, lai varētu to īstenot. Veikt un saglabāt lekciju pierakstus ir ļoti svarīgi. Mācoties arī centieties veikt pierakstus.

Ja jums ir dzirdes atmiņa, jums varbūt vajadzētu lietot ierakstus. Ierakstiet lekcijas, lai aizpildītu visus atmiņas caurumus. Bet tas, ka ierakstiet lekcijas nenozīmē ka nav jā klausās un jā pieraksta. Lekcijās izvēlieties vietu, kur variet labi un skaidri dzirdēt. Kad esiet kaut ko jaunu izlasījuši, apkopojiet informāciju un pārlasiet to skaļi.

[Atpakaļ uz Moodle](#)

Testa VARK2 jautājumi

moodleik.snl.du.lv/testi/lstyles/vark2/test1.php

VAK mācīšanās stils (VARK2)

Šī aptauja ir izveidota, lai palīdzētu gūt izpratni par mācīšanās stilu. Ieņemiet lūgumu, lai Jūs varētu iekļaut dažādus mācīšanās stilus jūsu ikdienas mācību nodarbībās. Rūpīgi izlasiet katru apgalvojumu. Pa kreisi no katra apgalvojuma, ievadiet skaitli, kas visprecīzāk raksturo veidu, kā katrs apgalvojums attiecas uz jums, izmantojot šādus norādījumus :

1	2	3	4	5
Gandrīz nekad neattiecas	Ļoti reti attiecas	Dažreiz attiecas	Bieži attiecas	Gandrīz vienmēr attiecas

Atbildiet godīgi, jo nav ne pareizo, ne nepareizo atbilžu. Labāk pārāk ilgi nedomājiet par jautājumu, jo tas var novest līdz nepareizajam rezultātam.

Jums vajadzēs atbildēt uz 36 jautājumiem (12 jautājumi katrā sadaļā).

Vizuālais mācīšanās stils

1. Es pierakstu piezīmes un/vai prātā veidoju domu kartes.
2. Kad es runāju ar kādu, man ir grūti saprast tos, kuri nesaglabā acu kontaktu ar mani.
3. Es veidoju sarakstus un piezīmes, jo es labāk atceros lietas, ja pierakstu.
4. Kad es lasu kādu literāru darbu, es pievērsu lielu uzmanību fragmentiem, kuri man palīdz iztēloties dekorācijas, apģērbus un vietu.
5. Man vajag pierakstīt virzienus, jo tā es tos labāk atceros.
6. Man vajag redzēt personu, ar kuru es runāju, lai saglabātu uzmanību sarunas tematam.
7. Kad es satieku cilvēku pirmo reizi, vispirms es ievēroju viņa ģērbšanās stilu, vizuālās īpatnības un kārtīgumu.
8. Kad es esmu ballītē, viena no lietām, ko man patīk darīt, ir stāvēt malā un vērot citus cilvēkus.
9. Kad es atceros informāciju, es to redzu savā prātā un atceros, kur esmu to redzējis.
10. Ja man ir jāpaskaidro kāda procedūra vai darbības tehnika, es dodu priekšroku to uzrakstīt.
11. Savā brīvajā laikā es, visdrīzāk, skatos televīziju vai lasu grāmatas.
12. Ja mans priekšnieks vēlas man ko paziņot, tad man visērtāk, ja viņš nosūta to kā ziņojumu.

Audiālais mācīšanās stils

1. Es lasu skaļi vai kustīnu savas lūpas, lai dzirdētu vārdus savā galvā.
2. Kad es runāju ar kādu, man ir grūti saprast tos, kuri nerunā ar mani vai man neatbild.
3. Es nerakstu daudz piezīmju, jo es atceros, ko man saka. Piezīmju rakstīšana bieži novērš manu uzmanību no runātāja.
4. Kad es lasu literāru darbu, es pievērsu lielu uzmanību fragmentiem, kuros notiek sarunas, dialogi.
5. Es runāju ar sevi, kad risinu problēmas vai rakstu.
6. Es varu saprast, ko man saka pat tad, kad neesmu koncentrējies uz runātāju.
7. Es daudz labāk atceros lietas, ja tās nemitīgi atkārtoju.
8. Viena no lietām, ko man patīk darīt pasākumā ar labu sarunbiedru, ir runāt padziļināti par man svarīgu tēmu.
9. Es labprātāk saņemtu informāciju klausoties radio, nekā lasot avīzi.
10. Ja man ir jāpaskaidro kāda procedūra vai darbības tehnika, es labāk par to pastāstītu.
11. Savā brīvajā laikā es dodu priekšroku mūzikas klausīšanai.
12. Ja mans priekšnieks vēlas man ko paziņot, tad man visērtāk, ja viņš piezvana man pa telefonu.

Kinestētiskais mācīšanās stils

1. Es neesmu labs lasītājs vai klausītājs. Es labāk uzreiz sāku strādāt pie uzdotā uzdevuma vai projekta.
2. Kad es runāju ar kādu, man ir grūti saprast tos, kuri neizrāda nekādu emocionālu vai fizisku atbalstu.
3. Es pierakstu piezīmes, skricelēju un/vai prātā veidoju domu kartes, bet es reti tajās ieskatos.
4. Kad es lasu literāru darbu, es pievērsu lielu uzmanību fragmentiem, kuros tiek atklātas jūtas, garastāvoklis, darbības, drāmas.
5. Kad es lasu, es kustīnu lūpas.
6. Es bieži sajaucu vietu vai lietu nosaukumus, un žestikulēju ar rokām, kad nevaru atcerēties pareizo vārdu.
7. Uz mana darba galda valda nekārtība.
8. Kad es esmu pasākumā, man patīk pilnībā nodoties aktivitātēm, piemēram, dejošanai, spēļu spēlēšanai.
9. Man patīk būt kustībā. Es jūtos kā ieslodzījumā, ja sežu sanāksmē vai pie darba galda.
10. Ja man ir jāpaskaidro kāda procedūra vai darbības tehnika, es dodu priekšroku to nodemonstrēt.
11. Savā brīvajā laikā es dodu priekšroku fiziskajām aktivitātēm.
12. Ja mans priekšnieks vēlas man ko paziņot, tad man visērtāk, ja viņš to paziņo man personīgi.

iesniegt testu

VARK2 testa rezultātu izvads



VAK mācīšanās stila rezultāti (VARK2)

Jūs šo testu jau esiet veicis agrāk, tāpēc ieraksts datu bāzē netika veikts!

Kopējais punktu skaits katram mācīšanās stilam :

Vizuālais mācīšanās stils	Dzirdes mācīšanās stils	Kinestētiskais mācīšanās stils
Punktu skaits : 13	Punktu skaits: 15	Punktu skaits: 20

Jums ne obligāti jāizvēlas mācīšanās stilu pēc lielākā punktu skaita, tas drīzāk ir vēlams mācīšanās stils, jūs varat izmantot visus trīs mācīšanās stilius.

[Atpakaļ uz Moodle](#)

Testa VARK3 jautājumi

← → ↻ 🏠 moodleik.snl.du.lv/testi/lstyles/vark3/test1.php

VARK mācīšanās stili (VARK3)

Katram jautājumam atzīmējiet vismaz vienu atbildi (bet var būt arī vairākas), kas atbilst jums!

1. Man patīk interneta vietnes, kurās ir

- Lietas, uz kurām var klikšķināt.
- Mūzika, čats, diskusijas.
- Interesanta informācija un raksti.
- Interesants dizains un vizuālie efekti.

2. Jūs īsti nezināt, kā jāraksta vārds 'dependent' vai 'dependant'. Es:

- Iedomātos, kā abi vārdi izskatās un izvēlētos.
- Izrunātu abus vārdus skaļi vai iedomātos, kā tie skan.
- Meklētu vārdnīcā.
- Uzrakstītu abus vārdus uz papīra un izvēlētos vienu.

3. Jūs plānojat pārsteiguma ballīti draugam. Es:

- Ielūgtu draugus un vienkārši ļautu ballītei notikt.
- Iztēlotos, kā ballītei jānotiek.
- Izveidotu sarakstu ar darāmajām lietām un pārkamajām precēm ballītei.
- Runātu par to ar citiem pa telefonu vai sarakstītos.

4. Jūs taisāties sarīkot kaut ko īpašu savai ģimenei. Es:

- Izveidotu kaut ko iepriekš veidotu.
- Parunātu par to ar draugiem.
- Pameklētu idejas un plānus grāmatās un žurnālos.
- Atrastu rakstītas instrukcijas, lai to izveidotu.

5. Jūs esat izvēlēts kā brīvdienu programmas līderis. Tas ir interesanti Jūsu draugiem. Es:

- Aprakstītu aktivitātes, kuras darīšu programmā.
- Parādītu viņiem fotogrāfijas un karti ar programmas norises vietām.
- Sāktu mēģināt aktivitātes, kuras pildīšu programmā.
- Parādītu viņiem programmas aktivitāšu sarakstu.

6. Jūs taisāties pirkt jaunu fotokameru vai mobilo telefonu. Kas(izņemot cenu) visvairāk ietekmētu jūsu izvēli?

- Preces izmēģināšana.
- Preces specifikāciju izlasīšana.
- Preces jaunākais dizains un tā labais izskats.
- Pārdevēja viedoklis par precī.

VARK3 testa rezultātu izvads



VARK mācīšanās stili (VARK3)

Dati ierakstīti datu bāzē! Jūsu rezultāts ir:

Vizuālais= 4,
Dzirdes= 3,
Lasīšana/Rakstīšana= 6,
Darbošanās= 3

Kategorija, kurai ir visvairāk punktu atbilst jūsu piemērotākajam mācīšanās stilam. Ja neviena no kategorijām nav dominējoša, tad jums ir multimodāls mācīšanās stils un jūs spējat uztvert un apstrādāt informāciju dažādos veidos.

Vizuālais - Jūs labāk uztverat vizuālu informāciju, piemēram, attēlus, diagrammas. Jums interesē krāsas, dizains, izkārtojums.

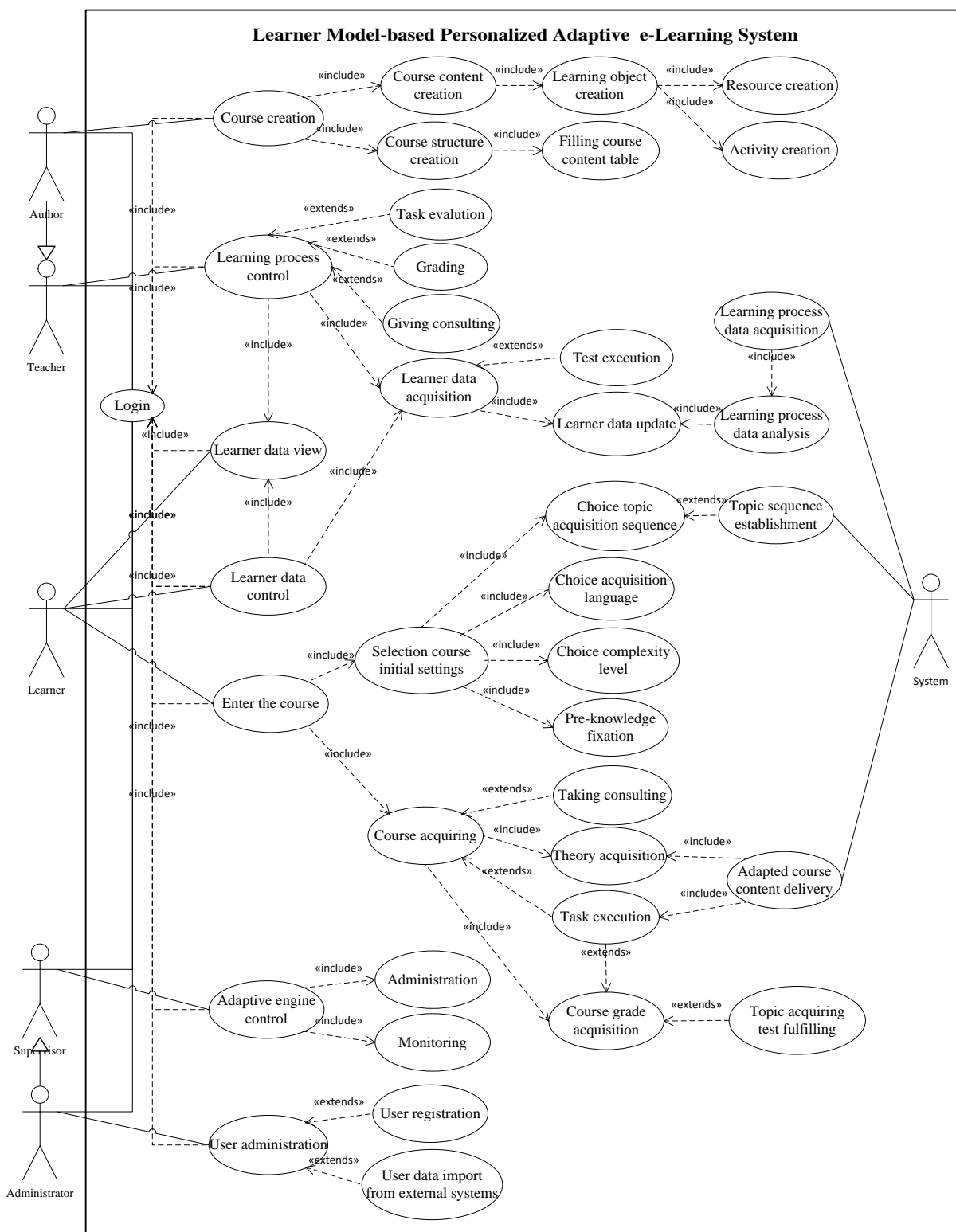
Dzirdes - Jums patīk, ka jums izskaidro. Uzrakstīti vārdi jums nav tik svarīgi kā dzirdētie. Jums patīk piedalīties diskusijās.

Lasīšanas/Rakstīšana - Jūs dodat priekšroku rakstītai informācijai. Jums liekas, ka rakstītai informācijai ir lielāka nozīme un jums šādu informāciju ir vieglāk iegaumēt. Iespējams jums patīk daudz lasīt.

Darbošanās - Lai saprastu, jums ir jāpamēģina. Jūs dodat priekšroku eksperimentiem un teorētiskās informācijas pielietošanai praktiskos uzdevumos.

[Atpakaļ uz Moodle](#)

4. Pielikums. Sistēmā LMPAELS izmantotās lomas un to pamatdarbības



4.1. attēls. Sistēmā LMPAELS izmantotās lomas un to pamatdarbības

5. Pielikums. Studiju kursu "Programmēšanas pamati I" un "Datu bāzes II" apraksti

Studiju kursa "Programmēšanas pamati I" apraksts

Kursa nosaukums	<i>Programmēšanas pamati (C++) I[IT, 1.sem]</i>
Kursa kods	DatZ1049
Zinātnes nozare	Datorzinātne#
Kredītpunkti	2
ECTS kredītpunkti	3
Kopējais auditoriju stundu skaits	32
Semināru un praktisko darbu stundu skaits	32

Kursa izstrādātājs(-i)

Datorzinātņu maģistra grāds, lekt. Vija Vagale

Kursa anotācija

Kurss ir paredzēts profesionālās augstākās izglītības bakalaura studiju programmas "Informācijas tehnoloģijas" (42481) studentiem. Kursa mērķis ir iepazīstināt studentus ar programmēšanā izmantojamajiem pamatjēdzieniem un pamatkonstrukcijām, veicināt studentos programmēšanas iemaņu apgūšanu pielietojot labo programmēšanas stilu. Kurss balstās uz vienkāršo datu tipu un statisko masīvu izmantošanu programmēšanā.

Rezultāti

Apgūstot šo kursu, studenti:

- izprot programmas rakstīšanas, kompilēšanas, labošanas un testēšanas procesus;
- zina un prot orientēties programmas struktūrā;
- saprot datu tipa, mainīgā, konstantes, funkcijas nozīmi programmēšanā;
- spēj nosaukt vienkāršākos datu tipus un zina to pielietojumu;
- māc veidot lineāras, sazarotas un cikliskas programmas;
- spēj uzrakstīt vienkāršas funkcijas;
- saprot masīvu pielietošanas nepieciešamību un māc tos izmantot programmēšanā.

Kursa plāns

Kursa struktūra: praktiskie darbi - 32 st.

Praktisko darbu tēmas:

1. C programmēšanas valodu saimes rašanās un attīstības vēsture. C++ vispārējs raksturojums. C++ programmas struktūra.
2. Mainīgie, konstantes. Standarta datu tipu un operāciju izmantošana C++.
3. Datu ievade-izvade C++.
4. Matemātisko funkciju izmantošana programmā.
5. Kontroldarbs 1. Sazarošanās konstrukcijas.
6. Sazarošanās konstrukcijas.
7. Lietotāja definētas funkcijas. Funkcijas bez parametriem.
8. Funkcijas ar parametriem.
9. Cikli.
10. Kontroldarbs 2.
11. Masīvu izmantošana programmēšanā.
12. Skaitliskie viendimensiju masīvi un darbs ar tiem.
13. Kontroldarbs 3.

14. Simboliskie masīvi un darbs ar tiem.
15. Simboliskie masīvi un darbs ar tiem.
16. Kontroldarbs 4.

Prasības kredītpunktu iegūšanai

Diferencēta ieskaite.

Nodarbību apmeklējums vismaz 75% no visa nodarbību skaita.

Atzīme par kursu tiek veidota ņemot vērā apmeklējumu un kontroldarbu atzīmes:

1. Nodarbību apmeklējums veido 10% no kopējās atzīmes.
2. Kontroldarbi veido 90% no kopējās atzīmes.

Kontroldarbi:

- Lineāras programmas.
- Sazarošanās un cikliskās konstrukcijas. Funkcijas.
- Skaitliskie viendimensiju un divdimensiju masīvi.
- Simboliskie masīvi.

Kursa saturs

C programmēšanas valodu saime. Programmēšanas valodas C++ raksturojums. Vienkāršie datu tipi, mainīgie, konstantes funkcijas. Matemātisko funkciju izmantošana programmā. Lineāras, sazarotās un cikliskas konstrukcijas. Lietotāja definētās funkcijas. Funkcijas bez parametriem un ar parametriem. Masīvu izmantošana programmēšanā. Skaitliskie un simboliskie masīvi.

Mācību pamatliteratūra

1. Bjarne Stroustrup. The C++ Programming Language. - Addison-Wesley Company, 1991.
2. H.M.Deitel, P.J.Deitel. How to program C++. - Prentice-Hall International, 1998.
3. Allen I.Holub. Rules for C and C++. - McGraw-Hill, 1995.
4. Herbert Schildt. Teach Yourself C++. - Osborne McGraw-Hill, 1994.

Papildliteratūra

1. moodleik.sn1.du.lv
2. Teach Yourself C++ in 21 Days., <http://www.cesis.lv/learn/C++/>
3. Марченко А.И. C++. Бархатный путь.- 1999., http://www.citforum.ru/programming/cpp_march
4. <http://www.cppreference.com/wiki/start>
5. <http://www.cplusplus.com/doc/tutorial/>
6. <http://www.engin.umd.umich.edu/CIS/course.des/cis400/>

Piezīmes

Profesionālās augstākās izglītības bakalaura studiju programmas "Informācijas tehnoloģijas" (42481) B daļa – nozares profesionālās specializācijas kursi

Studiju kursa "Datu bāzes II" apraksts

Kursa nosaukums	Datu bāzes II [IT, IIk, 4sem]
Kursa kods	DatZ3040
Zinātnes nozare	Datorzinātne#
Kredītpunkti	2
ECTS kredītpunkti	3
Kopējais auditoriju stundu skaits	32
Semināru un praktisko darbu stundu skaits	32

Kursa izstrādātājs(-i)

Datorzinātņu maģistra grāds, lekt. Vija Vagale

Priekšzināšanas

DatZ3005, Datu bāzes I [IT, IIk, 3.sem]

DatZ1049, Programmēšanas pamati (C++) [IT, Ik, 1.sem]

DatZ1057, Programmēšanas pamati (C++) II [IT, Ik, 2sem]

InfT2010, Projektu vadīšana [IT, IIk, 3.sem]

DatZ1063, Mājas lapu izveide [IT, Ik, 1.sem]

Kursa anotācija

Kurss ir paredzēts profesionālās augstākās izglītības bakalaura studiju programmas "Informācijas tehnoloģijas" (42481) studentiem. Kursā tiek sniegtas padziļinātas zināšanas tīmekļa relāciju datu bāžu veidošanā un administrēšanā. Tiek pievērsta uzmanība datu bāžu projektēšanai un procesu programmēšanai datu bāzes pārvaldībai.

Rezultāti

Kursa apguves laikā studenti apgūs un pratīs demonstrēt: zināšanas un izpratni par:

- datu bāžu projektēšanu un normālformām;
- datu organizēšanu relāciju datu bāzē;
- datu bāzes migrāciju;
- jēdzieniem skati, procedūras, funkcijas, trigeri un transakcijas;
- datu bāzes lietotājiem un viņu tiesībām;
- tīmekļa datu bāžu darbību.

prasmes:

- prot veidot datu bāzes shēmu, rezerves kopiju;
- māk veikt datu atlasīšanu izmantojot sarežģītus kritērijus;
- māk veidot vienkāršas glabājamās procedūras, funkcijas un triggerus.

Kursa plāns

Kursa struktūra: praktiskie darbi – 32 st.

Semināru/praktisko darbu/laboratorijas darbu tēmas:

1. Datu bāzes kopijas veidošana. Datu bāzes migrēšana.
2. Datu bāzes shēmas izveide.
3. Datu bāzes datu modelēšana. ER diagrammas. Datu bāzes funkcionālā modelēšana.
4. Relāciju datu bāzes projektēšana. Funkcionālās atkarības, normālformas, normalizācija.
5. Vaicājumu veidošana iegūstot datus no vairākām tabulām.
6. Vaicājumu veidošana izmantojot kārtošanu, grupēšanu, ierobežojumus, formulas.

7. Skatu veidošana.
8. Procedūru veidošana.
9. Funkciju veidošana.
10. Trigeru izmantošana datu bāzes datu pārvaldē.
11. Uzdevumu plānošana datu bāzē (notikumi).
12. Transakcijas.
13. Datu bāzes lietotāji, to tiesības.
14. Datu bloķēšana.
15. Datu bāžu dziņi InnoDB un MyISAM.
16. Piekļuve datu bāzei izmantojot tīmekļa saskarni.

Prasības kredītpunktu iegūšanai

Eksāmens.

Nodarbību apmeklējums vismaz 75% no visa nodarbību skaita.

Atzīme par kursu tiek veidota ņemot vērā apmeklējumu un kontroldarbu un praktiskā uzdevuma atzīmes:

1. Nodarbību apmeklējums veido 10% no kopējās atzīmes.
2. Kontroldarbi un praktiskais uzdevums veido 90% no kopējās atzīmes.

Kontroldarbi:

- datu bāzes projektēšana;
- datu atlase;
- procedūras un funkcijas.

Praktiskais uzdevums:

- izveidot un nodot tīmekļa relāciju datu bāzi;
- izveidot dokumentāciju par savu izveidoto datu bāzi.

Kursa saturs

Datu bāzes projektēšana. Esošas datu bāzes apkalpošana. Relāciju datu bāzēs izmantojamie jēdzieni: vaicājumi, skati, procedūras, funkcijas, trigeri, transakcijas un datu bloķēšana. Datu bāzes izmantošana tīmekļa lietotnēs. Datu bāzes lietotāji un viņu tiesības.

Mācību pamatliteratūra

1. <http://datubazes.wordpress.com/2007/12/03/datubaze/> Datubāzu resurss latviski
2. Введение в системы баз данных. К.Дж. Дейт, 6-изд., Киев-Москва 1998. 784 с.
3. Дэвидсон Л. Проектирование баз данных на SQL Server 2000. М.: Бином, 2003. – 680.
4. SQL. Энциклопедия пользователя. Ханс Ладани, Киев-1998. 624 с.
5. Хомоненко А.Д., Цыганков В.М., Мальцев М.Г. Базы данных: Учебник для высших учебных заведений. 2004. – 736 с.

Papildliteratūra

1. <http://lv.wikipedia.org/wiki/Kategorija:Datubazes> Wikipedia. Datu bāzes
2. Томас Коннолли, Каролин Бегг, Анна Страчан. Базы данных. Проектирование, нормализация и сопровождение. Теория и практика. 2-изд. Москва, Издательский дом "Вильямс", 2000. 1120 с.
3. Малыгина М. П. Базы данных. Основы, проектирование, использование. Серия: Учебное пособие. БХВ-Петербург, 2004. – 512 lpp.
4. SQL Server 2008: ускоренный курс для профессионалов. Роберт Э. Уолтерс, Майкл Коулс, Роберт Рей, Фабио Феррачати, Дональд Фармер

Periodika un citi informācijas avoti

1. moodleik.sn.lv

6. Pielikums. LMPAELS adaptācijas modulī realizēto metožu detalizācijas

Apmācāmo grupu veidošanas metodes detalizācija

Apmācāmo grupu veidošanas metodē tiek pildīti sekojošie soļi (skat. 2.8. attēls):

1. no AM tiek iegūts visu apmācāmā pazīmju saraksts, pēc kurām sistēma spēj organizēt adaptivitāti;
2. no iegūtā pazīmju saraksta, tiek atlasīta pazīme, kas tiks izmantota grupu veidošanā (pazīmju izvēles secībai nav būtiskas nozīmes);
3. no AM tiek iegūta atlasītas pazīmes visu vērtību kopa;
4. ja grupu veidošanai ir nepieciešama vēl kāda pazīme, tad notiek pāreja uz soli 2. Ja visas pazīmes jau ir izmantotas, vai ir atlasītas visas nepieciešamās pazīmes, tad notiek pāreja uz soli 5.;
5. tiek izveidots pazīmju koka saknes mezgls;
6. no atlasītām pazīmēm tiek brīvi izvēlēta vēl neizmantota pazīme un ierakstīta izveidotajā mezglā/mezglos;
7. tiek noteikts izvēlētās pazīmes iespējamo vērtību skaits;
8. FT apakšējā līmenī tiek izveidoti mezgli, kuru skaits atbilst izvēlētās pazīmes vērtību skaitam;
9. ja vēl ir neapskatītas pazīmes, tad notiek atgriešanās uz soli 6, ja visas pazīmes jau ir apskatītas, tad notiek pāreja uz nākamo soli;
10. pazīmju koka pēdējā līmeņa mezglos (lapās) tiek ierakstīti izveidoto grupu nosaukumi;
11. iegūtās apmācāmo grupas ar to raksturojumiem tiek saglabātas sistēmas datubāzē.

Apmācāmo grupu identifikatora meklēšanas algoritma detalizācija

Apmācāmo grupu identifikatora meklēšanas algoritmā tiek pildīti sekojoši soļi (skat. 2.10. attēls):

1. tiek pārbaudīts vai kursam ir izveidotas apmācāmo grupas;
2. ja kursam ir izveidotas LG, tad notiek pāreja uz nākošo soli, pretējā gadījumā - apstāšanās;
3. tiek izveidots masīvs "aclg" ar tabulas "clg" datiem konkrētam kursam;
4. tiek izveidots masīvs "ald", kurā tiek saglabāti dati par jauno apmācāmo, tādā secībā, kura atbilst masīvā "aclg" esošo pazīmju secībai;
5. tiek paņemta no masīva "aclg" vēl neapskatītā rindiņa;
6. kontrolsummai tiek piešķirta nulle (Csum=0);
7. notiek no masīva "aclg" tekošās rindiņas paņemtās pazīmes vērtības un masīva "ald" atbilstošās pazīmes vērtību salīdzināšana;
8. ja pazīmju vērtības sakrīt, tad notiek pāreja uz nākamo soli, pretējā gadījumā notiek pāreja uz soli 10.;
9. kontrolsummas Csum vērtība tiek palielināta par vienu;
10. ja vēl atlikušas nesalīdzinātas pazīmes, tad tiek paņemtas nākamās vērtības no "aclg" un "ald" un notiek atgriešanās uz soli 7., pretējā gadījumā notiek pāreja uz nākamo soli;
11. iegūtā kontrolsumma tiek saglabāta masīvā "result";
12. ja masīvā "aclg" vēl atlikušas neapskatītas rindiņas, tad notiek atgriešanās uz soli 5. pretējā gadījumā notiek pāreja uz nākamo soli;
13. tiek atrasts masīva "result" vislielākās vērtības indekss. Ja ir vairākas vienādas lielākās vērtības, tad tiek paņemts pirmās lielākās vērtības indekss;
14. pēc atrastā indeksa (kārtas numura) atrod meklējamās grupas identifikatoru;

15. iegūto LG identifikatoru piešķir apmācāmajam, saglabājot iegūto atbilstību tabulā "clg_members".

Ieteicamās tēmu secības izveides metodes detalizācija

Ieteicamās secības izveides metodē tiek pildīti sekojoši soļi (skat. 2.12. attēls):

1. tiek atrastas visas tēmu secības, kuras atbilst konkrētajam kursam, un šīm TS tiek atrastas atbilstošās kursa apguves atzīmes;
2. iegūtie dati tiek sagrupēti grupās, kur katrā grupā ir vienādas tēmu secības;
3. katrai iegūtajai tēmu secību grupai tiek aprēķināta kursa apguves vidējā atzīme;
4. tiek atrasta kursa tēmu secību grupa ar visaugstāko atzīmi;
5. ja tāda tēmu secība ir viena, tad tā tiek uzskatīta par OTS un notiek pāreja uz soli 14. Ja tika iegūtas vairākas tēmu secību grupas, kurām ir vienādas vidējās atzīmes, tad notiek pāreja uz soli 6. OTS veidošanai;
6. ieteicamās tēmu secības pirmajā pozīcijā tiek ierakstīta kursa pirmā tēma;
7. tiek pārbaudīts, vai vēl ir neapskatītas tēmas. Ja visas tēmas ir apskatītas, tad notiek pāreja uz soli 14. Ja ir neapskatītas tēmas, tad notiek pāreja uz nākamo soli;
8. OTS izveidei tiek ņemta nākamā tēmu secības pozīcija;
9. ja apskatāmajā pozīcijā ir vienādas tēmas, tad tiek paņemta visbiežāk sastopamā tēma. Ja visas tēmas ir pa vienai, tad tiek ņemta tēma ar vismazāko kārtas numuru;
10. tiek pārbaudīts, vai izvēlēta tēma ir jau ierakstīta OTS, ja jā, tad notiek pāreja uz soli 12., pretējā gadījumā notiek pāreja uz nākamo soli;
11. tiek pārbaudīts, vai OTS pēdējai ierakstītai tēmai ir saite uz izvēlēto tēmu. Ja saites nav, tad notiek pāreja uz soli 12., ja ir, tad notiek pāreja uz soli 13.;
12. ja ir neapskatīta tēma, tad tiek ņemta nākamā biežāk sastopamā tēma un notiek pāreja uz soli 10. Ja šajā pozīcijā neapskatītu tēmu vairs nav, tad tiek ņemta vēl OTS neierakstīta tēma ar vismazāko kārtas numuru un notiek pāreja uz soli 13.;
13. tēmas kārtas numuru ieraksta OTS, un notiek pāreja uz soli 7.;
14. iegūtā tēmu secība ir OTS, tātad OTS veidošana ir pabeigta.

7. Pielikums. Tēmu secības moduļa darbības piemēri (OTS izveide)

a) Ieteicamās tēmu secības izveide kursam "Programmēšanas pamati I" (1. reizi)

Kursam ir tēmu secības!

Masīvs

```
(
  [0] => 1,2,3,4,5,6,7,10,8,9
  [1] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [2] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [3] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [4] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [5] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [6] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [7] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [8] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [9] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [10] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [11] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [12] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [13] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [14] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [15] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [16] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [17] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [18] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [19] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [20] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [21] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [22] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [23] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [24] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [25] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [26] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [27] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
  [28] => 1,2,3,4,5,7,6,8,9,10
  [29] => 1,2,3,4,7,10,5,6,8,9
  [30] => 1,2,3,4,7,5,6,8,9,10
  [31] => 1,2,3,6,4,5,7,9,8,10
  [32] => 1,2,5,3,4,6,7,8,9,10
  [33] => 1,2,5,3,4,6,7,8,9,10
  [34] => 1,2,5,6,7,8,9,10,3,4
  [35] => 1,3,2,4,5,7,8,10,6,9
  [36] => 1,3,5,7,8,9,10,2,4,6
  [37] => 1,5,6,7,10,2,3,4,9,8
)
```

Masīvs

```
(
  [0] => 6.944444444444444
  [1] => 6.625
  [2] => 7
  [3] => 8.25
  [4] => 7.917
  [5] => 9.5
  [6] => 7.361111111111111
  [7] => 7.5
  [8] => 7.583
  [9] => 6.833
  [10] => 7.833
  [11] => 6.417
  [12] => 7.375
)
```

```
[13] => 7.875
[14] => 6.875
[15] => 7.75
[16] => 8.25
[17] => 7.625
[18] => 7.375
[19] => 6.958
[20] => 7.042
[21] => 6.917
[22] => 6.917
[23] => 8
[24] => 7.875
[25] => 7.833
[26] => 7.208
[27] => 7.458
[28] => 7.917
[29] => 8.167
[30] => 7.9166666666667
[31] => 9.375
[32] => 7.75
[33] => 7.333
[34] => 6.167
[35] => 8.292
[36] => 8.917
[37] => 8.583
```

)

Tēmu secību skaits = 38

Grupu skaits = 11

Masīvs

(

```
[0] => 1,2,3,4,5,6,7,10,8,9
[1] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
[2] => 1,2,3,4,5,7,6,8,9,10
[3] => 1,2,3,4,7,10,5,6,8,9
[4] => 1,2,3,4,7,5,6,8,9,10
[5] => 1,2,3,6,4,5,7,9,8,10
[6] => 1,2,5,3,4,6,7,8,9,10
[7] => 1,2,5,6,7,8,9,10,3,4
[8] => 1,3,2,4,5,7,8,10,6,9
[9] => 1,3,5,7,8,9,10,2,4,6
[10] => 1,5,6,7,10,2,3,4,9,8
```

)

Masīvs

(

```
[0] => 6.944444444444444
[1] => 7.4871152263374
[2] => 7.917
[3] => 8.167
[4] => 7.916666666666667
[5] => 9.375
[6] => 7.5415
[7] => 6.167
[8] => 8.292
[9] => 8.917
[10] => 8.583
```

)

Max atzīme = 9.375

Grupu skaits ar max atzīmi = 1

OTS = 1,2,3,6,4,5,7,9,8,10

b) Ieteicamās tēmu secības izveide kursam "Programmēšanas pamati I" (2. reizi)

Kursam ir tēmu secības!

Masīvs

(

[0] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 8, 9	[30] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
[1] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[31] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
[2] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[32] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
[3] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[33] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
[4] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[34] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
[5] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[35] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
[6] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[36] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
[7] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[37] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
[8] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[38] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
[9] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[39] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
[10] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[40] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
[11] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[41] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
[12] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[42] => 1, 2, 3, 4, 5, 7, 6, 8, 9, 10
[13] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[43] => 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 6
[14] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[44] => 1, 2, 3, 4, 7, 10, 5, 6, 8, 9
[15] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[45] => 1, 2, 3, 4, 7, 5, 6, 8, 9, 10
[16] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[46] => 1, 2, 3, 5, 6, 7, 4, 8, 9, 10
[17] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[47] => 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 4
[18] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[48] => 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 4, 6
[19] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[49] => 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 4, 6
[20] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[50] => 1, 2, 5, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10
[21] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[51] => 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 3, 4
[22] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[52] => 1, 3, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 6, 9
[23] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[53] => 1, 3, 4, 5, 2, 6, 7, 8, 9, 10
[24] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[54] => 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 2, 4, 6
[25] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[55] => 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 2, 4, 6
[26] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[56] => 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 2, 4, 6
[27] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[57] => 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 2, 4, 6
[28] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	[58] => 1, 5, 6, 7, 10, 2, 3, 4, 9, 8
[29] => 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	

)

Masīvs

(

[0] => 6.94	[22] => 7.583
[1] => 5.65	[23] => 6.833
[2] => 7.433	[24] => 7.833
[3] => 9	[25] => 6.417
[4] => 5.45	[26] => 7.375
[5] => 6.333	[27] => 7.875
[6] => 5.7	[28] => 6.875
[7] => 5.5	[29] => 7.75
[8] => 7.792	[30] => 8.25
[9] => 5.567	[31] => 7.625
[10] => 5.967	[32] => 7.375
[11] => 5.15	[33] => 6.958
[12] => 9.1	[34] => 7.042
[13] => 5.45	[35] => 6.917
[14] => 7.75	[36] => 6.917
[15] => 6.625	[37] => 8
[16] => 7	[38] => 7.875
[17] => 8.25	[39] => 7.833
[18] => 7.917	[40] => 7.208
[19] => 9.5	[41] => 7.458
[20] => 7.361	[42] => 7.917
[21] => 7.5	[43] => 7.65

[44] => 8.167	[52] => 8.292
[45] => 7.917	[53] => 8.033
[46] => 6.9	[54] => 8.75
[47] => 8.45	[55] => 6.5
[48] => 6.2	[56] => 7.917
[49] => 5.5	[57] => 8.917
[50] => 7.75	[58] => 8.583
[51] => 6.167	

)

Tēmu secību skaits = 59

Grupu skaits = 15

Masīvs

(

```
[0] => 1,2,3,4,5,6,7,10,8,9
[1] => 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
[2] => 1,2,3,4,5,7,6,8,9,10
[3] => 1,2,3,4,5,7,8,9,10,6
[4] => 1,2,3,4,7,10,5,6,8,9
[5] => 1,2,3,4,7,5,6,8,9,10
[6] => 1,2,3,5,6,7,4,8,9,10
[7] => 1,2,3,5,6,7,8,9,10,4
[8] => 1,2,3,5,7,8,9,10,4,6
[9] => 1,2,5,3,4,6,7,8,9,10
[10] => 1,2,5,6,7,8,9,10,3,4
[11] => 1,3,2,4,5,7,8,10,6,9
[12] => 1,3,4,5,2,6,7,8,9,10
[13] => 1,3,5,7,8,9,10,2,4,6
[14] => 1,5,6,7,10,2,3,4,9,8
```

)

Masīvs

(

```
[0] => 6.94
[1] => 7.1705853658537
[2] => 7.917
[3] => 7.65
[4] => 8.167
[5] => 7.917
[6] => 6.9
[7] => 8.45
[8] => 5.85
[9] => 7.75
[10] => 6.167
[11] => 8.292
[12] => 8.033
[13] => 8.021
[14] => 8.583
```

)

Max atzīme = 8.583

Grupu skaits ar max atzīmi = 1

OTS = 1,5,6,7,10,2,3,4,9,8

c) Ieteicamās tēmu secības izveide kursam "Datu bāzes II" (1. reizi)

Kursam ir tēmu secības!

Masīvs

(

[0] => 1,2,3,4,5,6,7	[11] => 1,2,3,4,5,6,7
[1] => 1,2,3,4,5,6,7	[12] => 1,2,3,4,5,6,7
[2] => 1,2,3,4,5,6,7	[13] => 1,2,3,4,5,6,7
[3] => 1,2,3,4,5,6,7	[14] => 1,2,3,4,5,6,7
[4] => 1,2,3,4,5,6,7	[15] => 1,2,3,4,5,6,7
[5] => 1,2,3,4,5,6,7	[16] => 1,2,3,4,5,6,7
[6] => 1,2,3,4,5,6,7	[17] => 1,2,3,4,5,6,7
[7] => 1,2,3,4,5,6,7	[18] => 1,2,3,4,5,6,7
[8] => 1,2,3,4,5,6,7	[19] => 1,2,3,4,5,6,7
[9] => 1,2,3,4,5,6,7	[20] => 1,2,3,4,5,6,7
[10] => 1,2,3,4,5,6,7	[21] => 1,2,3,4,5,6,7

)

Masīvs

(

[0] => 6.4514285714286	[11] => 7.7857142857143
[1] => 4.7614285714286	[12] => 5.3814285714286
[2] => 4.8571428571429	[13] => 5.7842857142857
[3] => 7.19	[14] => 6.1185714285714
[4] => 8.7614285714286	[15] => 5.8557142857143
[5] => 7.6657142857143	[16] => 6.19
[6] => 5.9042857142857	[17] => 8.5242857142857
[7] => 8.9528571428571	[18] => 7.7614285714286
[8] => 6.6657142857143	[19] => 7.4757142857143
[9] => 6.31	[20] => 6.3557142857143
[10] => 7.7371428571429	[21] => 5.9528571428571

)

Tēmu secību skaits = 22

Grupu skaits = 1

Masīvs

(

[0] => 1,2,3,4,5,6,7

)

Masīvs

(

[0] => 6.7474025974026

)

Max atzīme = 6.7474025974026

Grupu skaits ar max atzīmi = 1

OTS = 1,2,3,4,5,6,7

8. Pielikums. E-studiju kursu novērtēšanas anketa

Anketa sastāv no divām daļām. 1. daļā ir 8 jautājumi, 2. daļā ir 46 jautājumi.

1. daļa. Informācija par respondentu:

1. Jūsu dzimums:
 - vīriešu
 - sieviešu
2. Jūsu vecums (pilni gadi):
3. Jūsu izglītība:
 - vidējā vispārējā izglītība
 - vidējā profesionālā izglītība
4. Apgūstamā izglītības programma:
 - bakalaura
 - maģistrantūras
5. Studiju gads:
 1. kurss
 2. kurss
 3. kurss
 4. kurss
6. Cik ilgi Jūs jau izmantojat e-studiju vadības sistēmu Moodle:
 - mazāk nekā 1 gadu
 - no 1 - 3 gadiem
 - vairāk nekā 4 gadus
7. Vai esat kādreiz lietojis/usi citas e-studiju vadības sistēmas:
 - jā
 - nē
8. Kā Jūs vērtējat savu IT (informāciju tehnoloģiju) līmeni:
 - augsts
 - vidējs
 - zems

E-studiju kursu novērtēšana

Ar punktiem novērtējiet zemāk minētos apgalvojumus gan neadaptīva kursa, gan adaptīva kursa gadījumā, izmantojot sekojošu skalu:

1 - pilnībā nepiekrītu	2 - nepiekrītu	3 -neitrāli	4 -piekrītu	5 - pilnībā piekrītu
------------------------	----------------	-------------	-------------	----------------------

E-kursa nozīme

1. e-kursa izmantošana mācību vielas apguvē bija ērta
2. e-kursa izmantošana sniedza jēgpilnu manu profesionālo iemaņu attīstību un izaugsmi
3. e-kurss veicināja manu personisko izglītības mērķu sasniegšanu
4. e-kurss veicināja motivāciju personiskai izaugsmei
5. e-kurss rosināja personisku atbildību un ieinteresētību par mācību procesu
6. e-kurss veicināja mācīšanās procesu
7. e-kurss atviegloja studiju kursa apguvi
8. e-kurss veicināja kvalitatīvāku studiju kursa apguvi
9. e-kursa izmantošana deva iespēju studiju kursu apgūt patstāvīgi
10. izmantojot e-kursu, studiju kursa apguvei nepieciešamais laiks samazinājās

E-kursa kognitīvais vērtējums

11. e-kursa izmantošana nebija sarežģīta
12. e-kursa funkcionalitāte bija pietiekoša
13. e-kursa lietotāja saskarne bija ērta
14. e-kursa struktūra bija ērta
15. e-kurss bija piemērots manām vajadzībām
16. e-kursā es varēju kontrolēt savu mācīšanās procesu
17. ja tēma nebija apgūta, sistēma brīdināja mani par to
18. bija pieejama e-kursa apguves iespēju dažādošana
19. es ieteiktu izmantot e-kursu citiem studentiem
20. izmantojot e-kursu bija bieži jākomunicē ar kursa pasniedzēju
21. e-kursu var apgūt bez komunikācijas vai ar minimālu komunikāciju ar pasniedzēju

E-kursa struktūra

22. e-kursā mana uzmanība netika sadalīta, kas varētu apgrūtināt manu mācīšanās procesu
23. piedāvātā tēmas struktūra atbilda manām vajadzībām
24. tēmas struktūra nodrošināja tēmā ievietoto resursu un aktivitāšu pārskatāmību
25. kursa vienas tēmas struktūra uzskatāmi parādīja tēmā izmantoto resursu un aktivitāšu vietu un nozīmi konkrētajā tēmā
26. es sapratu e-kursa tēmas struktūru
27. e-kursa tēmas struktūra bija vienkārša
28. e-kursā bija nodrošināts mācīšanās ceļš vienas tēmas ietvaros

E-kursa saturs

29. e-kursā nebija nekā lieka
30. e-kursā informācijas apjoms bija pietiekošs
31. e-kursa saturs bija pielāgots man piemītošajam kognitīvajam izziņas (mācīšanās) stilam
32. izmantojot e-kursu samazinājās nepieciešamība pēc papildus materiāliem no citiem ārējiem informācijas avotiem
33. atbilstoši manam zināšanu līmenim e-kursa teorijas apgūvē man nebija nepieciešami papildus paskaidrojumi
34. e-kursā mani interesēja tikai piedāvātie mācību resursi

E-kursa tēmu secība

35. e-kursā bija nodrošināts mācību vielas apguves ceļš visa kursa ietvaros
36. pēc noklusējuma piedāvātā tēmu secība pilnībā apmierināja manas vajadzības
37. man nebija vēlmes mainīt apgūstamo tēmu secību
38. nevēlējos sevi apgrūtināt ar tēmu secību maiņu
39. es sapratu piedāvāto tēmu secības veidu dažādību
40. es sapratu tēmu secības veidu izmantošanas būtību
41. es izmantoju ne tikai skolotāja, bet arī citus tēmu secību veidus
42. tēmu secību izmantošana man palīdzēja kvalitatīvāk veikt studiju kursa apguvi
43. tēmu secības maiņas izmantošana man palīdzēja apgūt kursu atbilstoši manām vajadzībām
44. e-kursa apgūšanai izmantoju tikai/arī paša veidoto tēmu secību
45. e-kursa apgūvē svarīga ir iepriekšējo apmācāmo gūtās pieredzes izmantošana
46. es izmantoju tikai/arī kursa apguves ieteicamo tēmu secību

Saskarnes piemērs e-studiju kursu novērtēšanas anketas aizpildīšanai

E-studiju kursu novērtēšana

[Atpakal uz Kursu](#)

Lūdzu Jūs izteikt savu viedokli, aizpildot aptaujas anketu, kura sastāv no 1. un 2. daļas.
1. daļā ir 8 jautājumi, 2. daļā ir 46 jautājumi.

Aptaujas rezultāti tiks izmantoti zinātniskajam pētījumam kursa uzlabošanai.
Lūdzu nesteidzieties un apdomājiet atbildes!

1. daļa. Informācija par respondentu:

1. Jūsu dzimums:

- vīriešu
- sievietes

2. Jūsu vecums (pilni gadi):

20 ▼

3. Jūsu izglītība:

- vidējā vispārējā izglītība
- vidējā profesionālā izglītība

4. Apgūstāmā izglītības programma:

- bakalaura
- maģistrantūras

5. Studiju gads:

- 1. kurss
- 2. kurss
- 3. kurss
- 4. kurss

6. Cik ilgi Jūs jau izmantojat e-studiju vadības sistēmu Moodle:

- mazāk nekā 1 gadu
- no 1 - 3 gadiem
- vairāk nekā 4 gadus

7. Vai esat kādreiz lietojis/usi citas e-studiju vadības sistēmas:

- jā
- nē

8. Kā Jūs vērtējat savu IT (informāciju tehnoloģiju) līmeni:

- augsts
- vidējs
- zems

2. daļa. E-studiju kursu novērtēšana:

Ar punktiem novērtējiet zemāk minētos apgalvojumus gan neadaptīva kursa, gan adaptīva kursa gadījumā, izmantojot sekojošu skalu:

1 - pilnībā nepiekrītu, 2 - nepiekrītu, 3 - nezinu, 4 - piekrītu, 5 - pilnībā piekrītu

1. E-kursa izmantošana mācību vielas apgūvē bija ērta:

1 2 3 4 5
Neadaptīvs kurss
Adaptīvs kurss

2. E-kursa izmantošana sniedza jēgpilnu manu profesionālo iemaņu attīstību un izaugsmi

1 2 3 4 5
Neadaptīvs kurss
Adaptīvs kurss

3. E-kurss veicināja manu izglītības mērķu sasniegšanu

1 2 3 4 5
Neadaptīvs kurss
Adaptīvs kurss

4. E-kurss veicināja motivāciju personiskai izaugsmei

1 2 3 4 5
Neadaptīvs kurss
Adaptīvs kurss

5. E-kurss rosināja personisku atbildību un ieinteresētību par mācību procesu

1 2 3 4 5
Neadaptīvs kurss
Adaptīvs kurss

9. Pielikums. Anketas skalu izvērtēšana un analīze

23. tabula. Skalas "E-kursa nozīme" saskaņotība neadaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,905)

Apgalvojumi	Labotās vienības kopējā korelācija	Kronbaha alfa, ja vienība tiek dzēsta
(N) e-kursa izmantošana mācību vielas apguvē bija ērta	,551	,902
(N) e-kursa izmantošana sniedza jēgpilnu manu profesionālo iemaņu attīstību un izaugsmi	,771	,891
(N) e-kurss veicināja manu personisko izglītības mērķu sasniegšanu	,678	,894
(N) e-kurss veicināja motivāciju personiskai izaugsmei	,700	,894
(N) e-kurss rosināja personisku atbildību un ieinteresētību par mācību procesu	,694	,893
(N) e-kurss veicināja mācīšanās procesu	,676	,895
(N) e-kurss atviegloja studiju kursa apguvi	,609	,899
(N) e-kurss veicināja kvalitatīvāku studiju kursa apguvi	,788	,887
(N) e-kursa izmantošana deva iespēju studiju kursu apgūt patstāvīgi	,524	,903
(N) izmantojot e-kursu, studiju kursa apguvei nepieciešamais laiks samazinājās	,665	,895

24. tabula. Skalas "E-kursa nozīme" saskaņotība adaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,916)

Apgalvojumi	Labotās vienības kopējā korelācija	Kronbaha alfa, ja vienība tiek dzēsta
(A) e-kursa izmantošana mācību vielas apguvē bija ērta	,655	,910
(A) e-kursa izmantošana sniedza jēgpilnu manu profesionālo iemaņu attīstību un izaugsmi	,651	,911
(A) e-kurss veicināja manu personisko izglītības mērķu sasniegšanu	,630	,911
(A) e-kurss veicināja motivāciju personiskai izaugsmei	,677	,909
(A) e-kurss rosināja personisku atbildību un ieinteresētību par mācību procesu	,752	,904
(A) e-kurss veicināja mācīšanās procesu	,641	,911
(A) e-kurss atviegloja studiju kursa apguvi	,826	,899
(A) e-kurss veicināja kvalitatīvāku studiju kursa apguvi	,729	,905
(A) e-kursa izmantošana deva iespēju studiju kursu apgūt patstāvīgi	,647	,910
(A) izmantojot e-kursu, studiju kursa apguvei nepieciešamais laiks samazinājās	,725	,906

25. tabula. Skalas "E-kursa kognitīvais vērtējums" saskaņotība neadaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,857)

Apgalvojumi	Labotās vienības kopējā korelācija	Kronbaha alfa, ja vienība tiek dzēsta
(N) e-kursa izmantošana nebija sarežģīta	,600	,841
(N) e-kursa funkcionalitāte bija pietiekoša	,765	,829
(N) e-kursa lietotāja saskarne bija ērta	,714	,831
(N) e-kursa struktūra bija ērta	,670	,835
(N) e-kurss bija piemērots manām vajadzībām	,819	,823
(N) e-kursā es varēju kontrolēt savu mācīšanās procesu	,682	,834
(N) ja tēma nebija apgūta, sistēma brīdināja mani par to	,405	,857
(N) bija pieejama e-kursa apguves iespēju dažādošana	,382	,856
(N) es ieteiktu izmantot e-kursu citiem studentiem	,583	,842
(N) izmantojot e-kursu bija bieži jākomunicē ar kursa pasniedzēju	,363	,863
(N) e-kursu var apgūt bez komunikācijas vai ar minimālu komunikāciju ar pasniedzēju	,134	,872

26. tabula. Skalas "E-kursa kognitīvais vērtējums" saskaņotība adaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,879)

Apgalvojumi	Labotās vienības kopējā korelācija	Kronbaha alfa, ja vienība tiek dzēsta
(A) e-kursa izmantošana nebija sarežģīta	,606	,868
(A) e-kursa funkcionalitāte bija pietiekoša	,493	,875
(A) e-kursa lietotāja saskarne bija ērta	,722	,859
(A) e-kursa struktūra bija ērta	,750	,858
(A) e-kursu bija piemērots manām vajadzībām	,746	,858
(A) e-kursā es varēju kontrolēt savu mācīšanās procesu	,708	,862
(A) ja tēma nebija apgūta, sistēma brīdināja mani par to	,462	,878
(A) bija pieejama e-kursa apguves iespēju dažādošana	,428	,878
(A) es ieteiktu izmantot e-kursu citiem studentiem	,648	,865
(A) izmantojot e-kursu bija bieži jākomunicē ar kursa pasniedzēju	,420	,884
(A) e-kursu var apgūt bez komunikācijas vai ar minimālu komunikāciju ar pasniedzēju	,586	,869

27. tabula. Skalas "E-kursa struktūra" saskaņotība neadaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,817)

Apgalvojumi	Labotās vienības kopējā korelācija	Kronbaha alfa, ja vienība tiek dzēsta
(N) e-kursā mana uzmanība netika sadalīta, kas varētu apgrūtināt manu mācīšanās procesu	,370	,824
(N) piedāvātā tēmas struktūra atbilda manām vajadzībām	,601	,785
(N) tēmas struktūra nodrošināja tēmā ievietoto resursu un aktivitāšu pārskatāmību	,625	,784
(N) kursa vienas tēmas struktūra uzskatāmi parādīja tēmā izmantoto resursu un aktivitāšu vietu un nozīmi konkrētajā tēmā	,621	,781
(N) es sapratu e-kursa tēmas struktūru	,661	,779
(N) e-kursa tēmas struktūra bija vienkārša	,585	,791
(N) e-kursā bija nodrošināts mācīšanās ceļš vienas tēmas ietvaros	,527	,802

28. tabula. Skalas "E-kursa struktūra" saskaņotība adaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,785)

Apgalvojumi	Labotās vienības kopējā korelācija	Kronbaha alfa, ja vienība tiek dzēsta
(A) e-kursā mana uzmanība netika sadalīta, kas varētu apgrūtināt manu mācīšanās procesu	,465	,769
(A) piedāvātā tēmas struktūra atbilda manām vajadzībām	,604	,739
(A) tēmas struktūra nodrošināja tēmā ievietoto resursu un aktivitāšu pārskatāmību	,508	,762
(A) kursa vienas tēmas struktūra uzskatāmi parādīja tēmā izmantoto resursu un aktivitāšu vietu un nozīmi konkrētajā tēmā	,675	,724
(A) es sapratu e-kursa tēmas struktūru	,490	,763
(A) e-kursa tēmas struktūra bija vienkārša	,257	,799
(A) e-kursā bija nodrošināts mācīšanās ceļš vienas tēmas ietvaros	,608	,739

29. tabula. Skalas "E-kursa saturs" saskaņotība neadaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,723)

Apgalvojumi	Labotās vienības kopējā korelācija	Kronbaha alfa, ja vienība tiek dzēsta
(N) e-kursā nebija nekā lieka	,528	,662
(N) e-kursā informācijas apjoms bija pietiekošs	,270	,736
(N) e-kursa saturs bija pielāgots man piemītošajam kognitīvajam izziņas (mācīšanās) stilam	,405	,700
(N) izmantojot e-kursu samazinājās nepieciešamība pēc papildus materiāliem no citiem ārējiem informācijas avotiem	,556	,654
(N) atbilstoši manam zināšanu līmenim e-kursa teorijas apguvē man nebija nepieciešami papildus paskaidrojumi	,598	,645
(N) e-kursā mani interesēja tikai piedāvātie mācību resursi	,405	,702

30. tabula. Skalas "E-kursa saturs" saskaņotība adaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,782)

Apgalvojumi	Labotās vienības kopējā korelācija	Kronbaha alfa, ja vienība tiek dzēsta
(A) e-kursā nebija nekā lieka	,580	,736
(A) e-kursā informācijas apjoms bija pietiekošs	,428	,774
(A) e-kursa saturs bija pielāgots man piemītošajam kognitīvajam izziņas (mācīšanās) stilam	,428	,773
(A) izmantojot e-kursu samazinājās nepieciešamība pēc papildus materiāliem no citiem ārējiem informācijas avotiem	,540	,747
(A) atbilstoši manam zināšanu līmenim e-kursa teorijas apguvē man nebija nepieciešami papildus paskaidrojumi	,605	,730
(A) e-kursā mani interesēja tikai piedāvātie mācību resursi	,615	,728

31. tabula. Skalas "E-kursa tēmu secība" saskaņotība neadaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,793)

Apgalvojumi	Labotās vienības kopējā korelācija	Kronbaha alfa, ja vienība tiek dzēsta
(N) e-kursā bija nodrošināts mācību vielas apguves ceļš visa kursa ietvaros	,620	,761
(N) pēc noklusējuma piedāvātā tēmu secība pilnībā apmierināja manas vajadzības	,553	,768
(N) man nebija vēlmes mainīt apgūstamo tēmu secību	,568	,764
(N) nevēlējos sevi apgrūtināt ar tēmu secību maiņu	,220	,797
(N) es sapratu piedāvāto tēmu secības veidu dažādību	,372	,784
(N) es sapratu tēmu secības veidu izmantošanas būtību	,367	,785
(N) es izmantoju ne tikai skolotāja, bet arī citus tēmu secību veidus	,521	,769
(N) tēmu secību izmantošana man palīdzēja kvalitatīvāk veikt studiju kursa apguvi	,412	,781
(N) tēmu secības maiņas izmantošana man palīdzēja apgūt kursu atbilstoši manām vajadzībām	,545	,766
(N) e-kursa apgūšanai izmantoju tikai/arī paša veidoto tēmu secību	,329	,790
(N) e-kursa apguvē svarīga ir iepriekšējo apmācāmo gūtās pieredzes izmantošana	,221	,795
(N) es izmantoju tikai/arī kursa apguves ieteicamo tēmu secību	,502	,771

32. tabula. Skalas "E-kursa tēmu secība" saskaņotība adaptīva kursa gadījumā (Kronbaha alfa=0,739)

Apgalvojumi	Labotās vienības kopējā korelācija	Kronbaha alfa, ja vienība tiek dzēsta
(A) e-kursā bija nodrošināts mācību vielas apguves ceļš visa kursa ietvaros	,651	,691
(A) pēc noklusējuma piedāvātā tēmu secība pilnībā apmierināja manas vajadzības	,592	,696
(A) man nebija vēlmes mainīt apgūstamo tēmu secību	,442	,713
(A) nevēlējos sevi apgrūtināt ar tēmu secību maiņu	-,104	,781
(A) es sapratu piedāvāto tēmu secības veidu dažādību	,237	,736
(A) es sapratu tēmu secības veidu izmantošanas būtību	,166	,741
(A) es izmantoju ne tikai skolotāja, bet arī citus tēmu secību veidus	,521	,700
(A) tēmu secību izmantošana man palīdzēja kvalitatīvāk veikt studiju kursa apguvi	,455	,711
(A) tēmu secības maiņas izmantošana man palīdzēja apgūt kursu atbilstoši manām vajadzībām	,555	,695
(A) e-kursa apgūšanai izmantoju tikai/arī paša veidoto tēmu secību	,484	,706
(A) e-kursa apgūvē svarīga ir iepriekšējo apmācāmo gūtās pieredzes izmantošana	,294	,731
(A) es izmantoju tikai/arī kursa apguves ieteicamo tēmu secību	,256	,738

33. tabula. Savstarpējās korelācijas starp adaptīvā un neadaptīvā e-kursa skalu vērtējumiem (Pīrsona korelācija)

Skalas		(N) E-kursa nozīme	(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	(N) E-kursa struktūra	(N) E-kursa saturs	(N) E-kursa tēmu secība
(A) E-kursa nozīme	Pīrsona korelācija	,690	,691	,622	,651	,430
	St.nozīmība (2-daļīga)	,000	,000	,000	,000	,003
(A) E-kursa kognitīvais vērtējums	Pīrsona korelācija	,719	,760	,615	,676	,348
	St.nozīmība (2-daļīga)	,000	,000	,000	,000	,018
(A) E-kursa struktūra	Pīrsona korelācija	,561	,646	,719	,603	,395
	St.nozīmība (2-daļīga)	,000	,000	,000	,000	,007
(A) E-kursa saturs	Pīrsona korelācija	,550	,634	,570	,745	,354
	St.nozīmība (2-daļīga)	,000	,000	,000	,000	,016
(A) E-kursa tēmu secība	Pīrsona korelācija	,469	,495	,462	,498	,511
	St.nozīmība (2-daļīga)	,001	,000	,001	,000	,000

34. tabula. Savstarpējās korelācijas starp adaptīvā e-kursa skalu vērtējumiem (Pīrsona korelācija)

Skalas		(A) E-kursa nozīme	(A) E-kursa kognitīvais vērtējums	(A) E-kursa struktūra	(A) E-kursa saturs	(A) E-kursa tēmu secība
(A) E-kursa nozīme	Pīrsona korelācija	1	,879**	,818**	,783**	,728**
	St.nozīmība (2-daļīga)		,000	,000	,000	,000
(A) E-kursa kognitīvais vērtējums	Pīrsona korelācija	,879**	1	,774**	,774**	,599**
	St.nozīmība (2-daļīga)	,000		,000	,000	,000
(A) E-kursa struktūra	Pīrsona korelācija	,818**	,774**	1	,760**	,703**
	St.nozīmība (2-daļīga)	,000	,000		,000	,000
(A) E-kursa saturs	Pīrsona korelācija	,783**	,774**	,760**	1	,732**
	St.nozīmība (2-daļīga)	,000	,000	,000		,000
(A) E-kursa tēmu secība	Pīrsona korelācija	,728**	,599**	,703**	,732**	1
	St.nozīmība (2-daļīga)	,000	,000	,000	,000	

** . Korelācija ir nozīmīga 0,01vērtībai (2-daļīga).

35. tabula. Savstarpējās korelācijas starp neadaptīvā e-kursa skalu vērtējumiem (Pīrsona korelācija)

Skalas		(N) E-kursa nozīme	(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	(N) E-kursa struktūra	(N) E-kursa saturs	(N) E-kursa tēmu secība
(N) E-kursa nozīme	Pīrsona korelācija	1	,860**	,745**	,773**	,624**
	St.nozīmība (2-daļīga)		,000	,000	,000	,000
(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	Pīrsona korelācija	,860**	1	,777**	,798**	,613**
	St.nozīmība (2-daļīga)	,000		,000	,000	,000
(N) E-kursa struktūra	Pīrsona korelācija	,745**	,777**	1	,718**	,594**
	St.nozīmība (2-daļīga)	,000	,000		,000	,000
(N) E-kursa saturs	Pīrsona korelācija	,773**	,798**	,718**	1	,615**
	St.nozīmība (2-daļīga)	,000	,000	,000		,000
(N) E-kursa tēmu secība	Pīrsona korelācija	,624**	,613**	,594**	,615**	1
	St.nozīmība (2-daļīga)	,000	,000	,000	,000	

** . Korelācija ir nozīmīga 0,01vērtībai (2-daļīga).

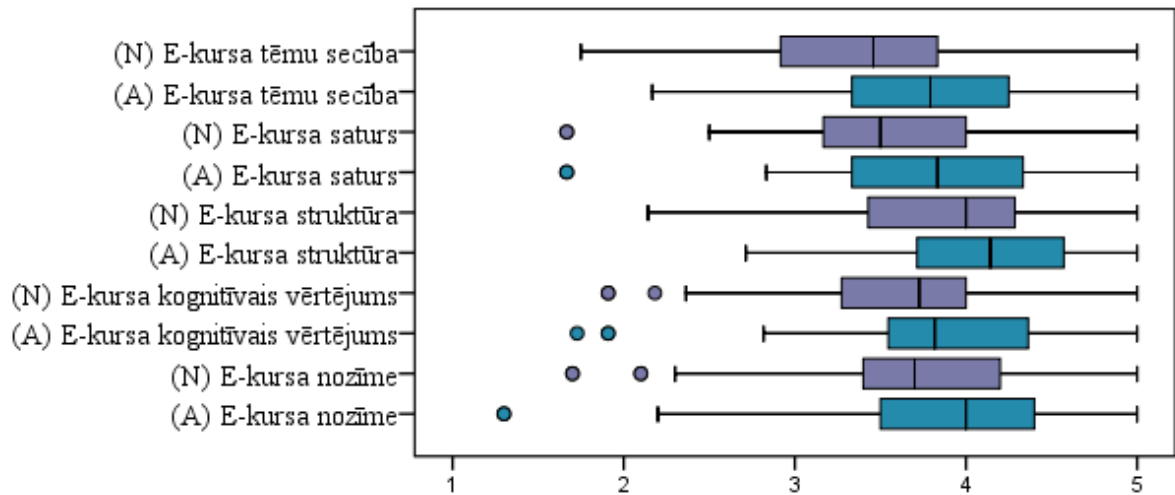
**36. tabula. Anketas skalu pārbaudes uz datu normālo sadalījumu rezultāti
(Kolmogorova-Smirnova un Šapiro-Vilka tests)**

	Kolmogorova-Smirnova tests			Šapiro-Vilka tests		
	Statistika	Brīvības pakāpju skaits (df)	Būtiskuma līmenis (Sig.)	Statistika	Brīvības pakāpju skaits (df)	Būtiskuma līmenis (Sig.)
(A) E-kursa nozīme	,132	46	,064	,890	46	,056
(N) E-kursa nozīme	,146	46	,055	,950	46	,055
(A) E-kursa kognitīvais vērtējums	,147	46	,054	,927	46	,057
(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	,150	46	,052	,955	46	,072
(A) E-kursa struktūra	,112	46	,192	,959	46	,102
(N) E-kursa struktūra	,111	46	,200	,963	46	,154
(A) E-kursa saturs	,086	46	,200	,937	46	,066
(N) E-kursa saturs	,128	46	,055	,956	46	,079
(A) E-kursa tēmu secība	,101	46	,200	,976	46	,461
(N) E-kursa tēmu secība	,067	46	,200	,989	46	,945

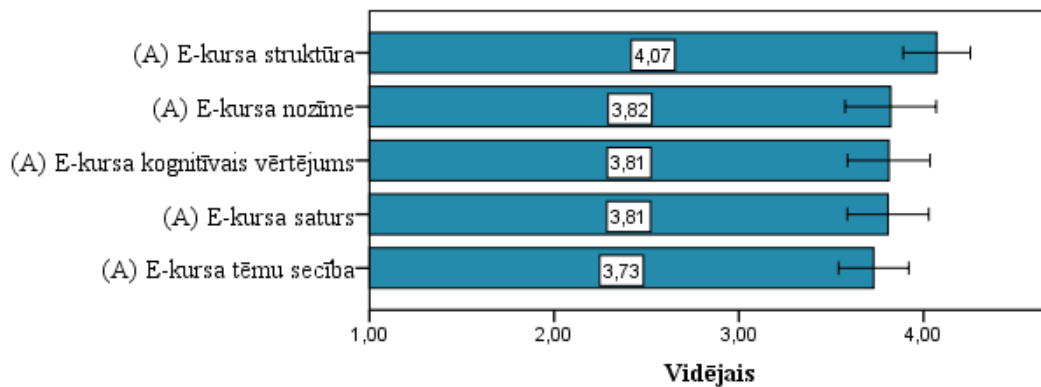
a. Lillifora nozīmīguma korekcija

37. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa skalu mērījumus aprakstošā statistika

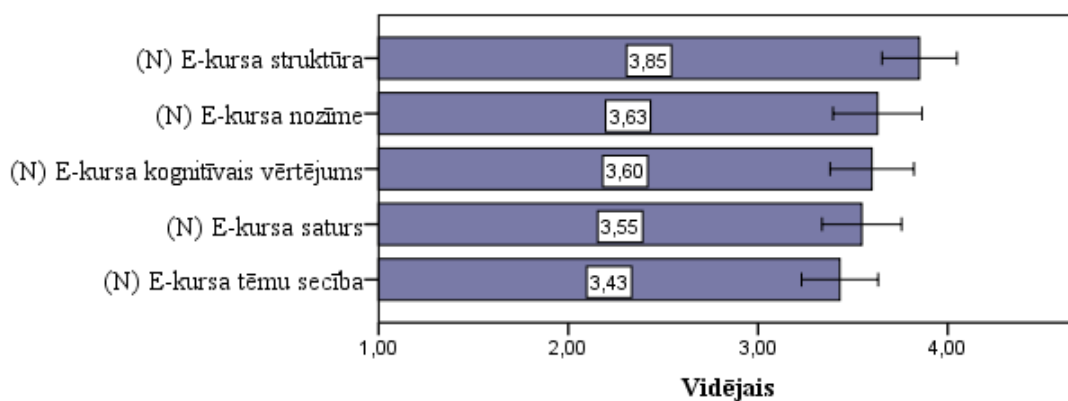
	(A) E-kursa nozīme	(N) E-kursa nozīme	(A) E-kursa kognitīvais vērtējums	(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	(A) E-kursa struktūra	(N) E-kursa struktūra	(A) E-kursa saturs	(N) E-kursa saturs	(A) E-kursa tēmu secība	(N) E-kursa tēmu secība
Vidējais aritmētiskais (Mean)	3,82	3,63	3,81	3,60	4,07	3,85	3,81	3,55	3,73	3,43
Vidējā aritmētiskā standartklūda (Std. Error of Mean)	,12	,12	,11	,11	,09	,10	,11	,10	,09	,10
Mediāna (Median)	4,00	3,70	3,82	3,73	4,14	4,00	3,83	3,50	3,79	3,46
Standartnovirze (Std. Deviation)	,83	,79	,75	,74	,61	,66	,74	,71	,64	,68
Rangs (Range)	3,70	3,30	3,27	3,09	2,29	2,86	3,33	3,33	2,83	3,25
Mazākā paraugkopas variānte (Minimum)	1,30	1,70	1,73	1,91	2,71	2,14	1,67	1,67	2,17	1,75
Lielākā paraugkopas variānte (Maximum)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Percentiles 25	3,50	3,35	3,50	3,23	3,68	3,43	3,33	3,17	3,31	2,92
(Percentiles) 50	4,00	3,70	3,82	3,73	4,14	4,00	3,83	3,50	3,79	3,46
75	4,43	4,20	4,36	4,00	4,57	4,29	4,38	4,00	4,25	3,85



9.1. attēls. Skalu mērījumu salīdzinājums adaptīvā un neadaptīvā e-kursa gadījumā



9.2. attēls. Skalu vidējais aritmētiskais adaptīva kursa gadījumā



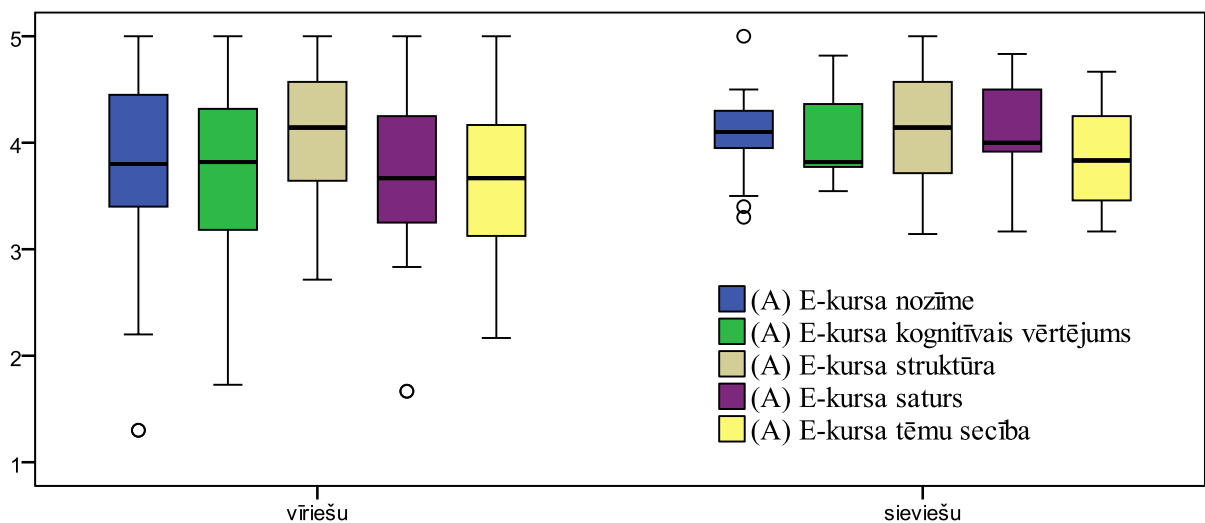
9.3. attēls. Skalu vidējais aritmētiskais neadaptīva kursa gadījumā

38. tabula. Skalu pāru korelāciju rezultāti (saistīto izlašu korelācijas)

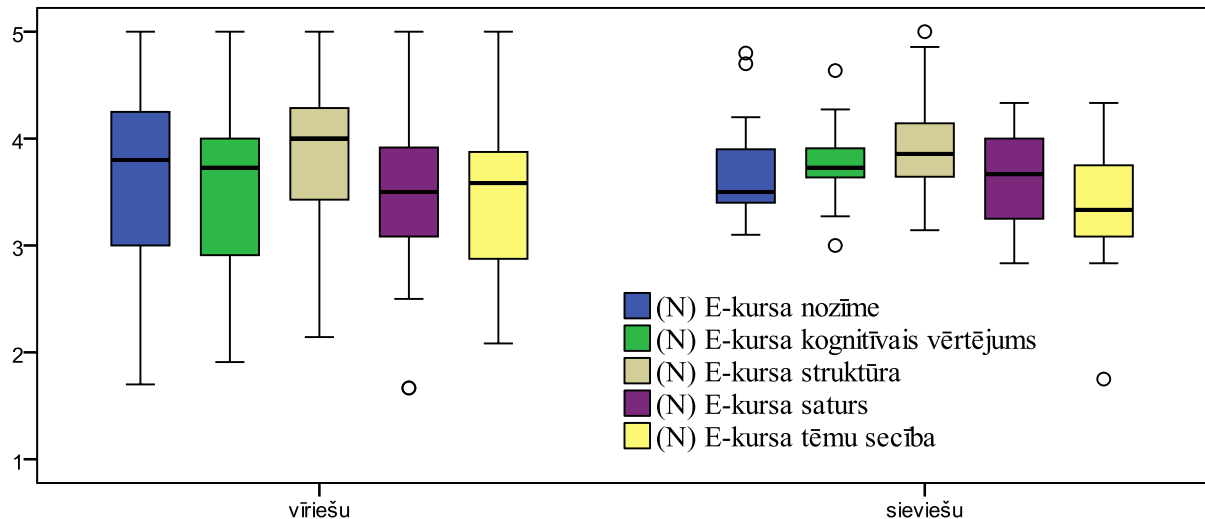
	Korelācija koeficients	Būtiskuma līmenis p (Sig.)
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme & (N) E-kursa nozīme	,690	,000
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums & (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	,760	,000
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra & (N) E-kursa struktūra	,719	,000
Pāris 4 (A) E-kursa saturs & (N) E-kursa saturs	,745	,000
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība & (N) E-kursa tēmu secība	,511	,000

39. tabula. Skalu pāru vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti (saistīto izlašu T-tests)

	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Divpusējā alternatīvas p-vērtība (Sig. (2-tailed))
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme - (N) E-kursa nozīme	2,028	45	,048
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums - (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	2,770	45	,008
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra - (N) E-kursa struktūra	3,111	45	,003
Pāris 4 (A) E-kursa saturs - (N) E-kursa saturs	3,413	45	,001
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība - (N) E-kursa tēmu secība	3,101	45	,003



9.4. attēls. Saistīto izlašu rezultāti kategorijai "dzimums" (adaptīvā kursa skalas)



9.5. attēls. Saistītu izlašu rezultāti kategorijai "dzimums" (neadaptīvā kursa skalas)

40. tabula. Dzimuma ietekme uz skalu vērtējumiem (neatkarīgu izlašu tests)

	T-tests par abu izlašu vidējiem (t-test for Equality of Means)		
	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Divpusējās alternatīvas p-vērtība (Sig. (2-tailed))
(A) E-kursa nozīme	-1,486	44	,144
(N) E-kursa nozīme	-,530	44	,599
(A) E-kursa kognitīvais vērtējums	-1,421	44	,162
(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	-1,074	44	,289
(A) E-kursa struktūra	-,693	44	,492
(N) E-kursa struktūra	-,786	44	,436
(A) E-kursa saturs	-1,750	44	,087
(N) E-kursa saturs	-,572	44	,570
(A) E-kursa tēmu secība	-,923	44	,361
(N) E-kursa tēmu secība	,443	44	,660

41. tabula. Skalu vērtējumus aprakstošā statistika respondentu kategorijai "Dzimums=vīriešu"

	N	Mīnimums (Minimum)	Maksimums (Maximum)	Vidējā vērtība (Mean)	Standartnovirze (Std. Deviation)	Dispersija (Variance)
(A) E-kursa nozīme	31	1,30	5,00	3,6968	,94	,89
(N) E-kursa nozīme	31	1,70	5,00	3,5871	,90	,81
(A) E-kursa kognitīvais vērtējums	31	1,73	5,00	3,7038	,86	,75
(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	31	1,91	5,00	3,5191	,86	,74
(A) E-kursa struktūra	31	2,71	5,00	4,0277	,62	,39
(N) E-kursa struktūra	31	2,14	5,00	3,7972	,73	,53
(A) E-kursa saturs	31	1,67	5,00	3,6774	,81	,65
(N) E-kursa saturs	31	1,67	5,00	3,5054	,81	,66
(A) E-kursa tēmu secība	31	2,17	5,00	3,6694	,71	,50
(N) E-kursa tēmu secība	31	2,08	5,00	3,4624	,70	,49

42. tabula. Skalu pāru korelāciju rezultāti kategorijai "Dzimums=vīriešu" (saistīto izlašu korelācijas)

	Novērojumu skaits (N)	Korelācijas koeficients (Correlation)	p-vērtība (Sig.)
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme & (N) E-kursa nozīme	31	,770	,000
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums & (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	31	,776	,000
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra & (N) E-kursa struktūra	31	,698	,000
Pāris 4 (A) E-kursa saturs & (N) E-kursa saturs	31	,838	,000
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība & (N) E-kursa tēmu secība	31	,731	,000

43. tabula. Skalu pāru vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti respondentu kategorijai "Dzimums=vīriešu" (saistīto izlašu T-tests)

	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Divpusējās alternatīvas p-vērtība (Sig. (2-tailed))
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme - (N) E-kursa nozīme	,973	30	,339
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums - (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	1,784	30	,085
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra - (N) E-kursa struktūra	2,396	30	,023
Pāris 4 (A) E-kursa saturs - (N) E-kursa saturs	2,080	30	,046
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība - (N) E-kursa tēmu secība	2,234	30	,033

44. tabula. Skalu vērtējumus aprakstošā statistika respondentu kategorijai "Dzimums=sieviešu"

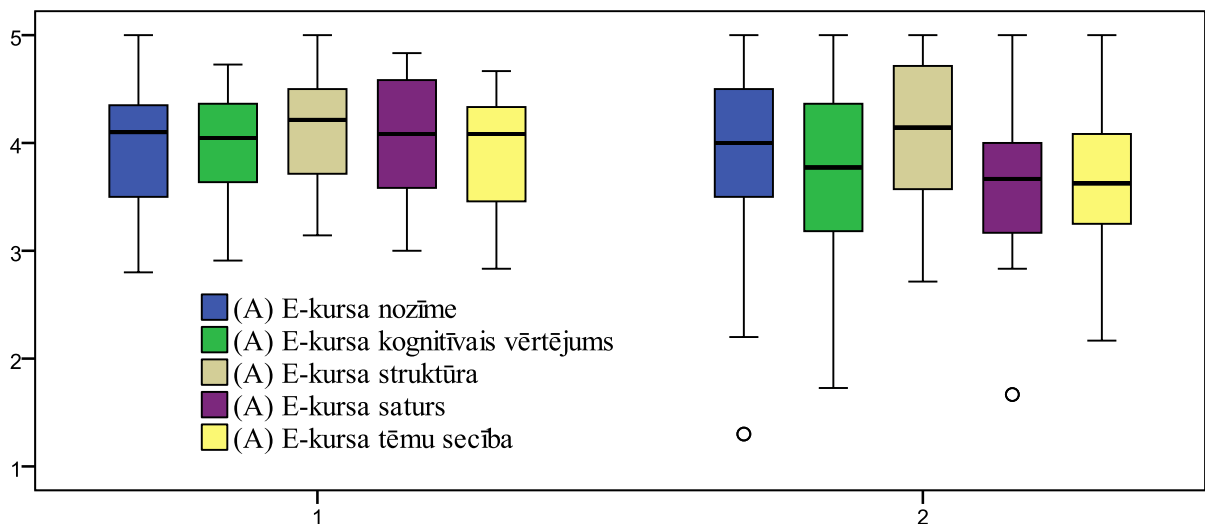
	N	Mīnīmālā vērtība (Minimum)	Maksimālā vērtība (Maximum)	Vidējā vērtība (Mean)	Standartnovirze (Std. Deviation)	Dispersija (Variance)
(A) E-kursa nozīme	15	3,30	5,00	4,0800	,45	,20
(N) E-kursa nozīme	15	3,10	4,80	3,7200	,51	,26
(A) E-kursa kognitīvais vērtējums	15	3,55	4,82	4,0364	,38	,14
(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	15	3,00	4,64	3,7697	,39	,15
(A) E-kursa struktūra	15	3,14	5,00	4,1619	,60	,36
(N) E-kursa struktūra	15	3,14	5,00	3,9619	,50	,25
(A) E-kursa saturs	15	3,17	4,83	4,0778	,52	,27
(N) E-kursa saturs	15	2,83	4,33	3,6333	,42	,18
(A) E-kursa tēmu secība	15	3,17	4,67	3,8556	,47	,22
(N) E-kursa tēmu secība	15	1,75	4,33	3,3667	,66	,43

45. tabula. Skalu pāru korelāciju rezultāti respondentu kategorijai "Dzimums=sieviešu" (saistīto izlašu korelācijas)

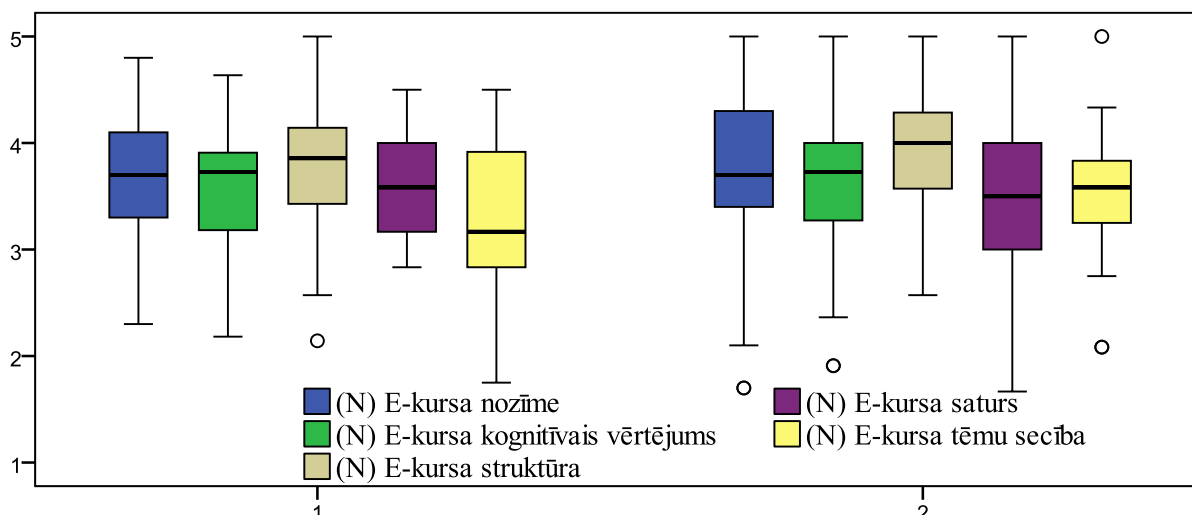
	Nov. skaits (N)	Korelācijas koeficients (Correlation)	Būtiskuma līmenis p (Sig.)
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme & (N) E-kursa nozīme	15	,071	,801
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums & (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	15	,504	,056
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra & (N) E-kursa struktūra	15	,804	,000
Pāris 4 (A) E-kursa saturs & (N) E-kursa saturs	15	,197	,482
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība & (N) E-kursa tēmu secība	15	-,149	,597

46. tabula. Skalu pāru vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti respondentu kategorijai "Dzimums=sieviešu" (saistīto izlašu T-tests)

	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Divpusējās alternatīvas p-vērtība (Sig. (2-tailed))
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme - (N) E-kursa nozīme	2,138	14	,051
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums - (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	2,716	14	,017
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra - (N) E-kursa struktūra	2,168	14	,048
Pāris 4 (A) E-kursa saturs - (N) E-kursa saturs	2,886	14	,012
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība - (N) E-kursa tēmu secība	2,192	14	,046



9.6. attēls. Saistīto izlašu rezultāti kategorijai "studiju gads" (adaptīvā kursa skalas)



9.7. attēls. Saistītu izlašu rezultāti kategorijai "studiju gads" (neadaptīvā kursa skalas)

47. tabula. Studiju gada ietekme uz skalu vērtējumiem (neatkarīgu izlašu tests)

	T-tests par abu izlašu vidējiem (t-test for Equality of Means)		
	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Divpusējās alternatīvas p-vērtība (Sig. (2-tailed))
(A) E-kursa nozīme	,880	44	,383
(N) E-kursa nozīme	,294	44	,770
(A) E-kursa kognitīvais vērtējums	1,315	44	,195
(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	-,366	44	,716
(A) E-kursa struktūra	,275	44	,785
(N) E-kursa struktūra	-,903	44	,371
(A) E-kursa saturs	2,151	44	,037
(N) E-kursa saturs	,582	44	,564
(A) E-kursa tēmu secība	1,649	44	,106
(N) E-kursa tēmu secība	-1,001	44	,322

48. tabula. Skalu vērtējumus aprakstošā statistika respondentu kategorijai "studiju gads=1"

	Vidējās vērtības (Mean)	Nov. sk. (N)	Standartnovirze (Std. Deviation)	Vidējo standartklūdas (Std. Error Mean)
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme	3,9450	20	,59866	,13386
(N) E-kursa nozīme	3,6700	20	,60359	,13497
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums	3,9773	20	,47912	,10713
(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	3,5545	20	,61368	,13722
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra	4,1000	20	,54467	,12179
(N) E-kursa struktūra	3,7500	20	,64035	,14319
Pāris 4 (A) E-kursa saturs	4,0667	20	,60068	,13432
(N) E-kursa saturs	3,6167	20	,49589	,11088
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība	3,9042	20	,58756	,13138
(N) E-kursa tēmu secība	3,3167	20	,71666	,16025

49. tabula. Skalu pāru korelāciju rezultāti respondentu kategorijai "studiju gads=1" (saistīto izlašu korelācijas)

	Novēroju- mu skaits (N)	Korelācijas koeficients (Correlation)	Būtiskuma līmenis p (Sig.)
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme & (N) E-kursa nozīme	20	,265	,259
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums & (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	20	,479	,033
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra & (N) E-kursa struktūra	20	,507	,023
Pāris 4 (A) E-kursa saturs & (N) E-kursa saturs	20	,257	,274
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība & (N) E-kursa tēmu secība	20	,223	,346

50. tabula. Skalu pāru vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti kategorijai "studiju gads = 1" (saistīto izlašu T-tests)

Saistīto izlašu tests (Paired Samples Test^a)

	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Divpusējās alternatīvas p-vērtība (Sig. (2-tailed))
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme - (N) E-kursa nozīme	1,687	19	,108
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums - (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	3,318	19	,004
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra - (N) E-kursa struktūra	2,633	19	,016
Pāris 4 (A) E-kursa saturs - (N) E-kursa saturs	2,988	19	,008
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība - (N) E-kursa tēmu secība	3,207	19	,005

a. Studiju gads = 1

51. tabula. Skalu vērtējumus aprakstošā statistika respondentu kategorijai "studiju gads=2"

	Vidējās vērtības (Mean)	N	Standart- novirze (Std. Deviation)	Vidējo standartklūdas (Std. Error Mean)
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme	3,7269	26	,97388	,19099
(N) E-kursa nozīme	3,6000	26	,92043	,18051
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums	3,6853	26	,89783	,17608
(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	3,6364	26	,83991	,16472
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra	4,0495	26	,66999	,13140
(N) E-kursa struktūra	3,9286	26	,68243	,13384
Pāris 4 (A) E-kursa saturs	3,6090	26	,79154	,15523
(N) E-kursa saturs	3,4936	26	,83862	,16447
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība	3,5962	26	,65731	,12891
(N) E-kursa tēmu secība	3,5192	26	,65163	,12779

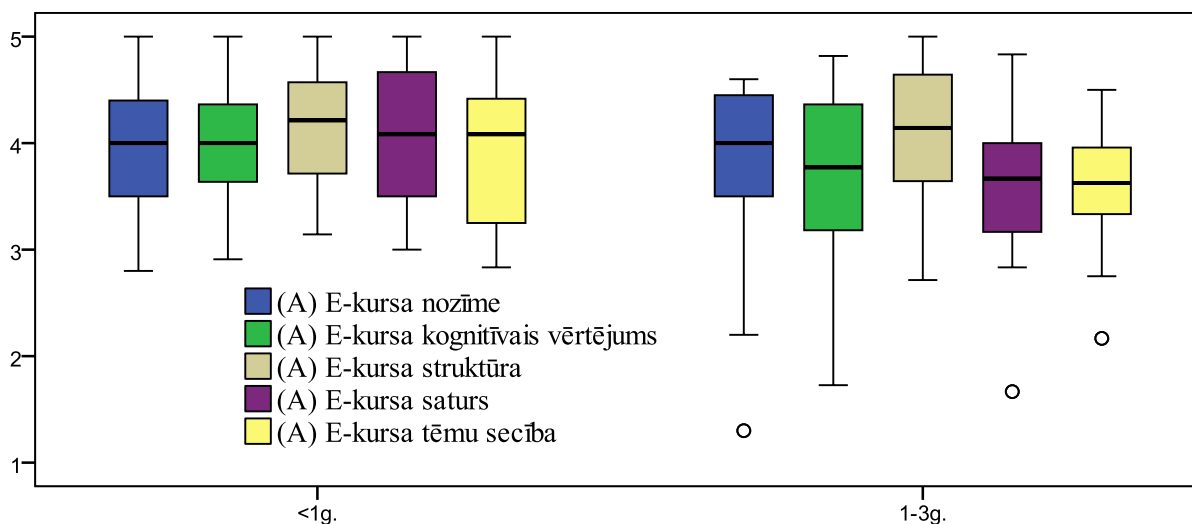
52. tabula. Skalu pāru korelāciju rezultāti respondentu kategorijai "studiju gads=2" (saistīto izlašu korelācijas)

	Nov. skaits (N)	Korelācijas koeficients (Correlation)	Būtiskuma līmenis p (Sig.)
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme & (N) E-kursa nozīme	26	,822	,000
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums & (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	26	,888	,000
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra & (N) E-kursa struktūra	26	,865	,000
Pāris 4 (A) E-kursa saturs & (N) E-kursa saturs	26	,935	,000
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība & (N) E-kursa tēmu secība	26	,835	,000

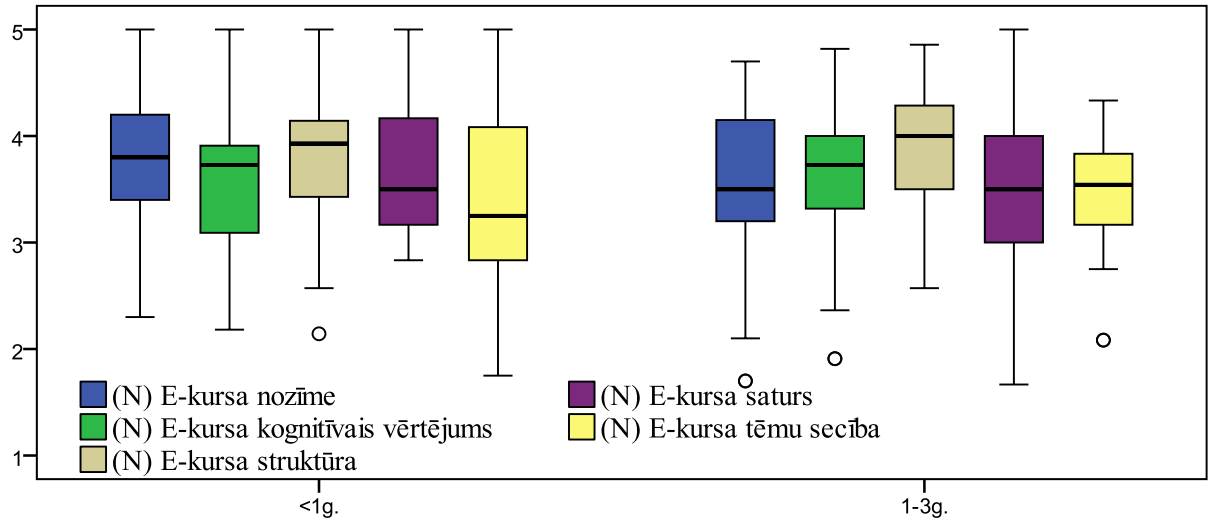
53. tabula. Skalu pāru vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti kategorijai "studiju gads = 2" (saistīto izlašu T-tests)

	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Divpusējās alternatīvas p-vērtība (Sig. (2-tailed))
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme - (N) E-kursa nozīme	1,139	25	,265
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums - (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	,601	25	,554
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra - (N) E-kursa struktūra	1,753	25	,092
Pāris 4 (A) E-kursa saturs - (N) E-kursa saturs	1,979	25	,059
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība - (N) E-kursa tēmu secība	1,044	25	,306

Saistītu izlašu rezultāti kategorijai "Moodle izmantošanas ilgums"



9.8. attēls. Saistītu izlašu rezultāti kategorijai "Moodle izmantošanas ilgums" (adaptīvā kursa skalas)



9.9. attēls. Saistītu izlašu rezultāti kategorijai "Moodle izmantošanas ilgums" (neadaptīvā kursa skalas)

54. tabula. Moodle izmantošanas ilguma ietekme uz skalu vērtējumiem (neatkarīgu izlašu tests)

	T-tests par abu izlašu vidējiem (t-test for Equality of Means)		
	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Divpusējās alternatīvas p-vērtība (Sig. (2-tailed))
(A) E-kursa nozīme	,858	44	,396
(N) E-kursa nozīme	1,173	44	,247
(A) E-kursa kognitīvais vērtējums	1,347	44	,185
(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	-,050	44	,961
(A) E-kursa struktūra	,341	44	,735
(N) E-kursa struktūra	-,444	44	,659
(A) E-kursa saturs	2,233	44	,031
(N) E-kursa saturs	1,102	44	,276
(A) E-kursa tēmu secība	1,823	44	,075
(N) E-kursa tēmu secība	-,065	44	,948

55. tabula. Skalu vērtējumus aprakstošā statistika respondentu kategorijai "Moodle izmantošanas ilgums=<1g."

	Vidējā vērtība (Mean)	N	Standartnovirze (Std. Deviation)	Vidējo standartkļūdas (Std. Error Mean)
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme	3,9318	22	,64171	,13681
(N) E-kursa nozīme	3,7727	22	,64894	,13835
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums	3,9669	22	,52975	,11294
(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	3,5950	22	,68705	,14648
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra	4,1039	22	,56833	,12117
(N) E-kursa struktūra	3,8052	22	,66795	,14241
Pāris 4 (A) E-kursa saturs	4,0530	22	,63908	,13625
(N) E-kursa saturs	3,6667	22	,55872	,11912
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība	3,9053	22	,64360	,13722
(N) E-kursa tēmu secība	3,4242	22	,77533	,16530

56. tabula. Skalu pāru korelāciju rezultāti respondentu kategorijai "Moodle izmantošanas ilgums = <1g." (saistīto izlašu korelācijas)

	N	Korelācijas koeficients (Correlation)	Būtiskuma līmenis p (Sig.)
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme & (N) E-kursa nozīme	22	,314	,154
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums & (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	22	,539	,010
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra & (N) E-kursa struktūra	22	,565	,006
Pāris 4 (A) E-kursa saturs & (N) E-kursa saturs	22	,389	,074
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība & (N) E-kursa tēmu secība	22	,321	,145

57. tabula. Skalu pāru vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti kategorijai "Moodle izmantošanas ilgums = <1g" (saistīto izlašu T-tests)

	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Divpusējās alternatīvas p-vērtība (Sig. (2-tailed))
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme - (N) E-kursa nozīme	,987	21	,335
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums - (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	2,906	21	,008
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra - (N) E-kursa struktūra	2,403	21	,026
Pāris 4 (A) E-kursa saturs - (N) E-kursa saturs	2,723	21	,013
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība - (N) E-kursa tēmu secība	2,706	21	,013

58. tabula. Skalu vērtējumus aprakstošā statistika respondentu kategorijai "Moodle izmantošanas ilgums = 1-3g."

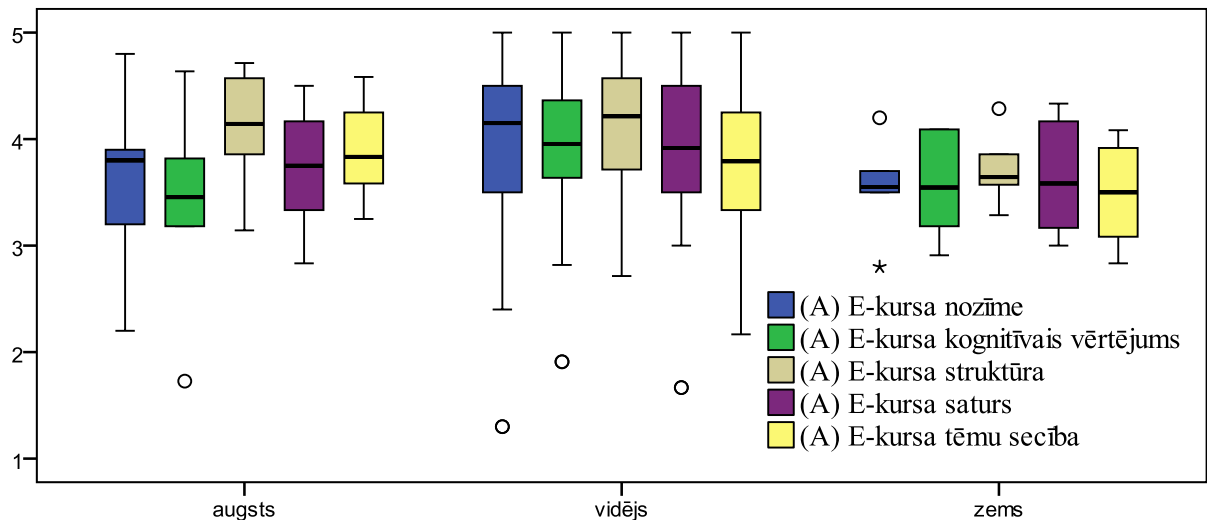
	Vidējā vērtība (Mean)	N	Standartnovirze (Std. Deviation)	Vidējo standartkļūdas (Std. Error Mean)
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme	3,7208	24	,97578	,19918
(N) E-kursa nozīme	3,5000	24	,89588	,18287
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums	3,6705	24	,89868	,18344
(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	3,6061	24	,80631	,16459
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra	4,0417	24	,66137	,13500
(N) E-kursa struktūra	3,8929	24	,67039	,13684
Pāris 4 (A) E-kursa saturs	3,5833	24	,77397	,15799
(N) E-kursa saturs	3,4375	24	,81474	,16631
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība	3,5694	24	,60576	,12365
(N) E-kursa tēmu secība	3,4375	24	,59752	,12197

59. tabula. Skalu pāru korelāciju rezultāti respondentu kategorijai "Moodle izmantošanas ilgums = 1-3g." (saistīto izlašu korelācijas)

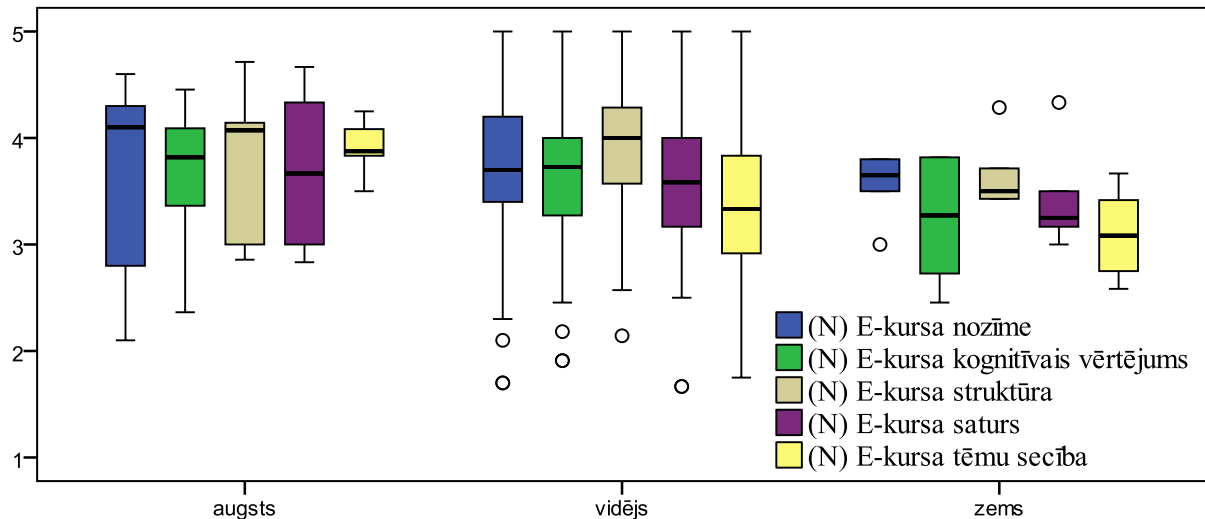
	N	Korelācijas koeficients (Correlation)	Būtiskuma līmenis p (Sig.)
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme & (N) E-kursa nozīme	24	,845	,000
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums & (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	24	,903	,000
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra & (N) E-kursa struktūra	24	,853	,000
Pāris 4 (A) E-kursa saturs & (N) E-kursa saturs	24	,928	,000
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība & (N) E-kursa tēmu secība	24	,806	,000

60. tabula. Skalu pāru vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti kategorijai "studiju gads = 1-3g." (saistīto izlašu T-tests)

	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Divpusējās alternatīvas p-vērtība (Sig. (2-tailed))
Pāris 1 (A) E-kursa nozīme - (N) E-kursa nozīme	2,054	23	,051
Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums - (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	,819	23	,421
Pāris 3 (A) E-kursa struktūra - (N) E-kursa struktūra	2,019	23	,055
Pāris 4 (A) E-kursa saturs - (N) E-kursa saturs	2,349	23	,028
Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība - (N) E-kursa tēmu secība	1,724	23	,098



9.10. attēls. Saistīto izlašu rezultāti kategorijai "IT kompetences līmenis" (adaptīvā kursa skalas)



9.11. attēls. Saistītu izlašu rezultāti kategorijai "IT kompetences līmenis" (neadaptīvā kursa skalas)

61. tabula. IT kompetences līmeņa ieteksmē uz skalu vērtējumiem (ANOVA tests)

ANOVA

	F	Būtiskuma līmenis p (Sig.)
(A) E-kursa nozīme	,668	,518
(N) E-kursa nozīme	,025	,975
(A) E-kursa kognitīvais vērtējums	1,836	,172
(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	,866	,428
(A) E-kursa struktūra	1,191	,314
(N) E-kursa struktūra	,371	,692
(A) E-kursa saturs	,249	,781
(N) E-kursa saturs	,225	,799
(A) E-kursa tēmu secība	,619	,543
(N) E-kursa tēmu secība	2,313	,111

62. tabula IT kompetences līmeņa ietekmes uz skalu vērtējumiem aprakstošā statistika

	Augsts	Vidējs	Zems
	Vidējā vērtība (Mean)	Vidējā vērtība (Mean)	Vidējā vērtība (Mean)
(A) E-kursa nozīme	3,6167	3,9059	3,5500
(N) E-kursa nozīme	3,6667	3,6353	3,5667
(A) E-kursa kognitīvais vērtējums	3,3788	3,9332	3,5606
(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	3,6515	3,6578	3,2273
(A) E-kursa struktūra	4,0952	4,1303	3,7143
(N) E-kursa struktūra	3,8095	3,8950	3,6429
(A) E-kursa saturs	3,7222	3,8529	3,6389
(N) E-kursa saturs	3,6944	3,5441	3,4167
(A) E-kursa tēmu secība	3,8889	3,7451	3,4861
(N) E-kursa tēmu secība	3,9028	3,4069	3,0972

63. tabula. Skalu pāru korelāciju rezultāti respondentu kategorijai "IT kompetences līmenis" (saistīto izlašu korelācijas)

IT kompetences līmenis		N	Korelācijas koeficients (Correlation)	Būtiskuma līmenis p (Sig.)
augsts	Pair 1 (A) E-kursa nozīme & (N) E-kursa nozīme	6	,632	,178
	Pair 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums & (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	6	,882	,020
	Pair 3 (A) E-kursa struktūra & (N) E-kursa struktūra	6	,693	,127
	Pair 4 (A) E-kursa saturs & (N) E-kursa saturs	6	,922	,009
	Pair 5 (A) E-kursa tēmu secība & (N) E-kursa tēmu secība	6	,617	,192
vidējs	Pair 1 (A) E-kursa nozīme & (N) E-kursa nozīme	34	,737	,000
	Pair 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums & (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	34	,811	,000
	Pair 3 (A) E-kursa struktūra & (N) E-kursa struktūra	34	,715	,000
	Pair 4 (A) E-kursa saturs & (N) E-kursa saturs	34	,734	,000
	Pair 5 (A) E-kursa tēmu secība & (N) E-kursa tēmu secība	34	,517	,002
zems	Pair 1 (A) E-kursa nozīme & (N) E-kursa nozīme	6	-,133	,802
	Pair 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums & (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	6	,227	,665
	Pair 3 (A) E-kursa struktūra & (N) E-kursa struktūra	6	,829	,041
	Pair 4 (A) E-kursa saturs & (N) E-kursa saturs	6	,765	,076
	Pair 5 (A) E-kursa tēmu secība & (N) E-kursa tēmu secība	6	,153	,773

64. tabula. Skalu pāru vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti kategorijai "IT kompetences līmenis" (saistīto izlašu T-tests)

IT kompetences līmenis		Izlašu vidējo starpība	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	p (Sig.)
augsts	Pair 1 (A) E-kursa nozīme - (N) E-kursa nozīme	-,05000	-,153	5	,885
	Pair 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums - (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	-,27273	-1,409	5	,218
	Pair 3 (A) E-kursa struktūra - (N) E-kursa struktūra	,28571	1,328	5	,241
	Pair 4 (A) E-kursa saturs - (N) E-kursa saturs	,02778	,237	5	,822
	Pair 5 (A) E-kursa tēmu secība - (N) E-kursa tēmu secība	-,01389	-,091	5	,931
vidējs	Pair 1 (A) E-kursa nozīme - (N) E-kursa nozīme	,27059	2,540	33	,016
	Pair 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums - (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	,27540	3,470	33	,001
	Pair 3 (A) E-kursa struktūra - (N) E-kursa struktūra	,23529	2,680	33	,011
	Pair 4 (A) E-kursa saturs - (N) E-kursa saturs	,30882	3,175	33	,003
	Pair 5 (A) E-kursa tēmu secība - (N) E-kursa tēmu secība	,33824	2,829	33	,008
zems	Pair 1 (A) E-kursa nozīme - (N) E-kursa nozīme	-,01667	-,071	5	,946
	Pair 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums - (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	,33333	1,219	5	,277
	Pair 3 (A) E-kursa struktūra - (N) E-kursa struktūra	,07143	,889	5	,415
	Pair 4 (A) E-kursa saturs - (N) E-kursa saturs	,22222	1,512	5	,191
	Pair 5 (A) E-kursa tēmu secība - (N) E-kursa tēmu secība	,38889	1,587	5	,173

10. Pielikums. Iegūto faktoru izvērtēšana un analīze

65. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma pārbaudes uz datu normālo sadalījumu rezultāti (Kolmogorova-Smirnova un Šapiro-Vilka tests)

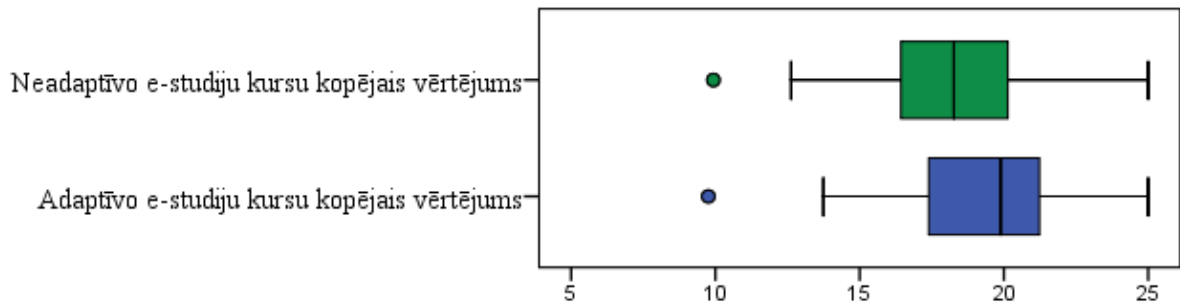
	Kolmogorova-Smirnova tests			Šapiro-Vilka tests		
	Statistika	Brīvības pakāpju skaits (df)	Statistika	Brīvības pakāpju skaits (df)	Statistika	Brīvības pakāpju skaits (df)
Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	,113	46	,183	,935	46	,113
Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	,083	46	,200*	,975	46	,421

*. Šī ir zemākā patiesās nozīmes robeža (This is a lower bound of the true significance).

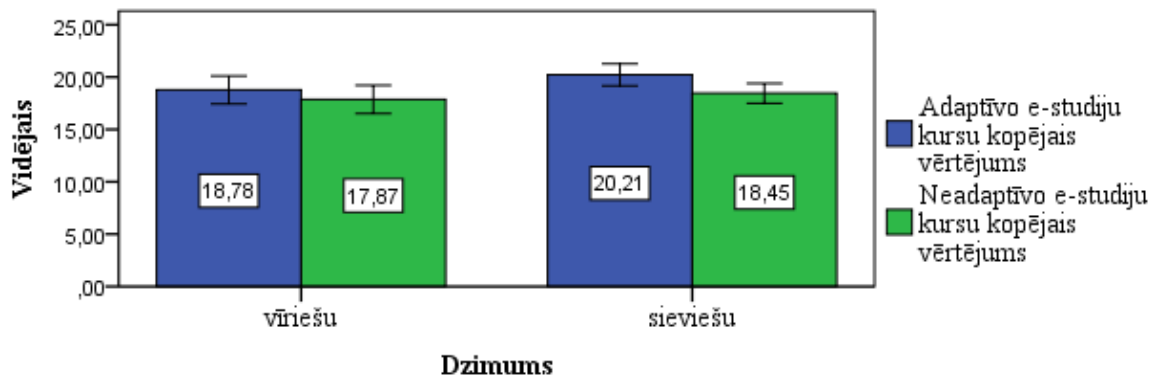
a. a. Lillifora nozīmīguma korekcija (Lilliefors Significance Correction)

66. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu aprakstošā statistika

		Statistika (Statistic)	Standartklūda (Std. Error)	
Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	Vidējā vērtība (Mean)	19,2435	,47471	
	95% ticamības intervāls vidējo starpībai (Confidence Interval for Mean)	Apakšējā robeža (Lower Bound) Augšējā robeža (Upper Bound)	18,2873 20,1996	
	5% apgrieztā vidējā vērtība (5% Trimmed Mean)	19,4693		
	Mediāna (Median)	19,8880		
	Dispersija (Variance)	10,366		
	Standartnovirze (Std. Deviation)	3,21967		
	Minimālā vērtība (Minimum)	9,76		
	Maksimālā vērtība (Maximum)	25,00		
	Amplitūda (Range)	15,24		
	Starpkvartiļu amplitūda (Interquartile Range)	3,95		
	Asimetrijas koeficients (Skewness)	-1,029	,350	
	Ekscesa koeficients (Kurtosis)	1,664	,688	
	Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	Vidējā vērtība (Mean)	18,0604	,46466
Apakšējā robeža (Lower Bound) Augšējā robeža (Upper Bound)		Apakšējā robeža (Lower Bound) Augšējā robeža (Upper Bound)	17,1245 18,9963	
5% apgrieztā vidējā vērtība (5% Trimmed Mean)		18,1683		
Mediāna (Median)		18,2658		
Dispersija (Variance)		9,932		
Standartnovirze (Std. Deviation)		3,15147		
Minimālā vērtība (Minimum)		9,93		
Maksimālā vērtība (Maximum)		25,00		
Amplitūda (Range)		15,07		
Starpkvartiļu amplitūda (Interquartile Range)		3,91		
Asimetrijas koeficients (Skewness)		-,513	,350	
Ekscesa koeficients (Kurtosis)		,627	,688	



10.1. attēls. Neadaptīvo un adaptīvo e-kursu kopējo vērtējumu statistika



10.2. attēls. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma rezultāti grupējot pēc dzimuma

67. tabula. Dzimuma ietekme uz adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu (neatkarīgu izlašu T-tests)

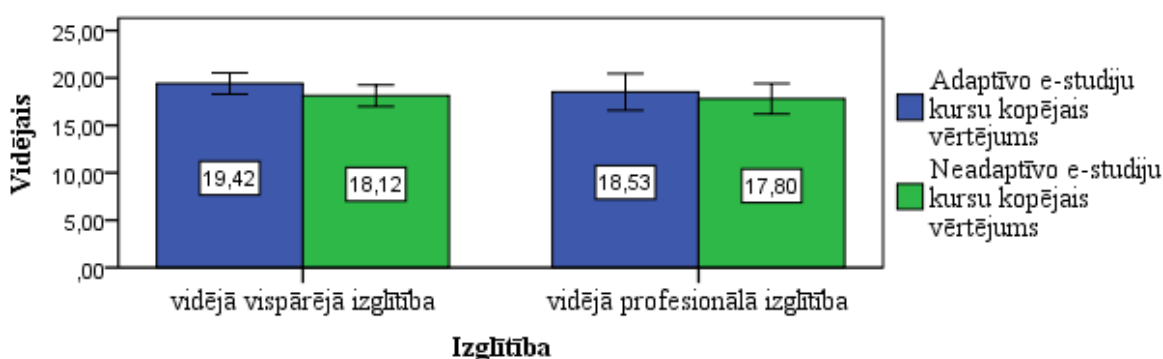
	T-tests par abu izlašu vidējiem (t-test for Equality of Means)		
	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Divpusējās alternatīvas p-vērtība (Sig. (2-tailed))
Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	-1,435	44	,158
Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	-,581	44	,564

68. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma korelācijas pēc respondentu dzimuma (saistīto izlašu korelācijas)

Dzimums	N	Korelācijas koeficients (Correlation)	Būtiskuma līmenis p (Sig.)
vīriešu Pair 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums & Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	31	,801	,000
sieviešu Pair 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums & Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	15	,182	,516

69. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti pēc respondentu dzimuma (saistīto izlašu T-tests)

Dzimums	Izlašu vidējo starpība (Paired Differences)		T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	p (Sig.)
	Vidējā vērtība (Mean)				
vīriešu Pāris 1	Adaptīvo e-kursu kopējais vērtējums - Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	,90388	2,191	30	,036
sieviešu Pāris 1	Adaptīvo e-kursu kopējais vērtējums - Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	1,76000	2,938	14	,011



10.3. attēls. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma rezultāti grupējot pēc izglītības

70. tabula. Izglītības ietekme uz adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu (neatkarīgu izlašu T-tests)

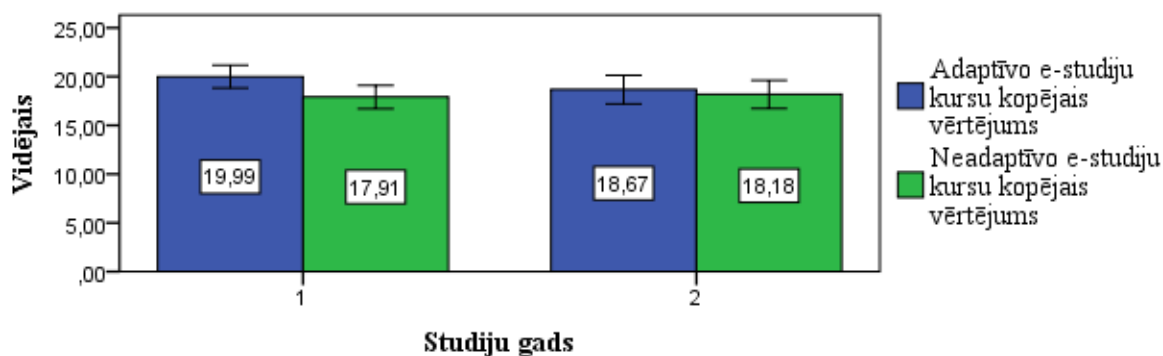
	T-tests par abu izlašu vidējiem (t-test for Equality of Means)		
	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Divpusējās alternatīvas p-vērtība (Sig. (2-tailed))
Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	,742	44	,462
Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	,277	44	,783

71. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma korelācijas pēc respondentu izglītības (saistīto izlašu korelācijas)

Izglītība	N	Korelācijas koeficients (Correlation)	Būtiskuma līmenis p (Sig.)
vidējā vispārējā izglītība Pāris 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums & Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	37	,766	,000
vidējā profesionālā izglītība Pāris 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums & Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	9	,462	,211

72. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti pēc respondentu izglītības (saistīto izlašu T-tests)

Izglītība	Izlašu vidējo starpība (Paired Differences)		T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	p (Sig.)	
	Vidējā vērtība (Mean)					
vidējā vispārējā izglītība	Pāris 1	Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums - Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	1,29357	3,410	36	,002
vidējā profesionālā izglītība	Pāris 1	Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums - Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	,72867	,902	8	,394



10.4. attēls. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma rezultāti grupējot pēc studiju gada

73. tabula. Studiju gada ietekme uz adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu (neatkarīgu izlašu T-tests)

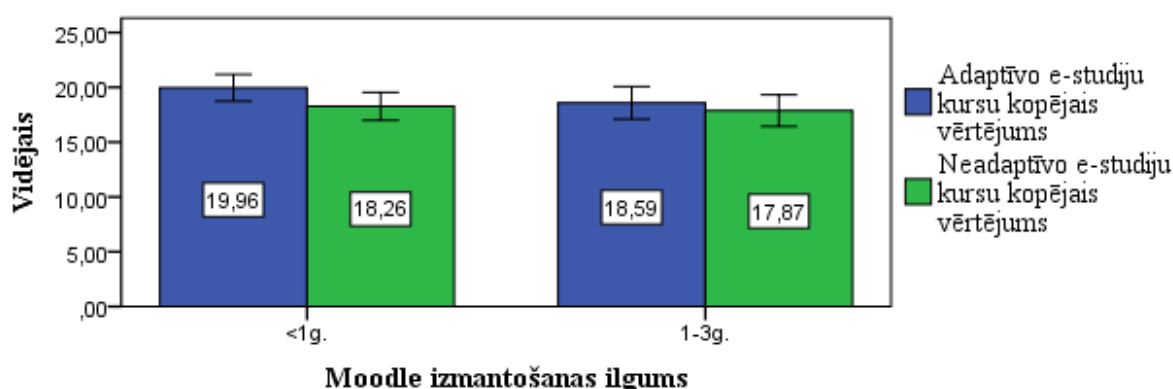
	T-tests par abu izlašu vidējiem (t-test for Equality of Means)		
	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Divpusējās alternatīvas p-vērtība (Sig. (2-tailed))
Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	1,400	44	,169
Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	-,285	44	,777

74. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma korelācijas pēc respondentu studiju gada (saistīto izlašu korelācijas)

Studiju gads	N	Korelācijas koeficients (Correlation)	Būtiskuma līmenis p (Sig.)
1 Pāris 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums & Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	20	,317	,173
2 Pāris 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums & Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	26	,928	,000

75. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti pēc respondentu studiju gada (saistīto izlašu T-tests)

Studiju gads	Izlašu vidējo starpība (Paired Differences)		T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	p (Sig.)
	Vidējā vērtība (Mean)				
1 Pāris 1	Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums - Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	2,08523	3,160	19	,005
2 Pāris 1	Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums - Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	,48906	1,823	25	,080



10.5. attēls. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma rezultāti grupējot pēc Moodle izmantošanas ilguma

76. tabula. Moodle izmantošanas ilguma ietekme uz adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu (neatkarīgu izlašu tests)

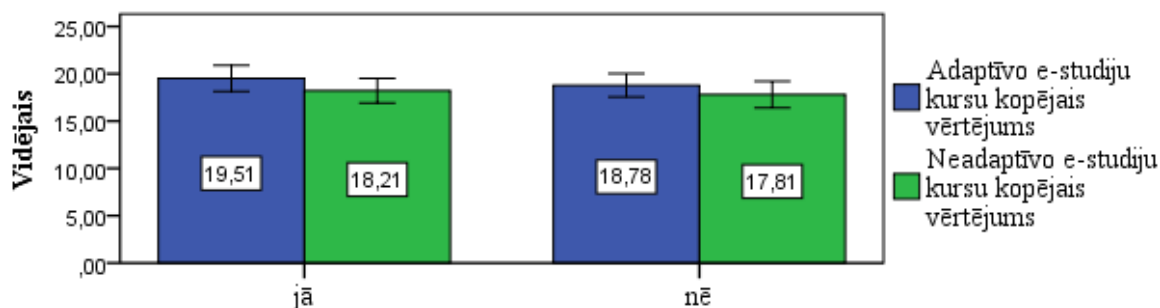
	T-tests par abu izlašu vidējiem (t-test for Equality of Means)		
	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Divpusējās alternatīvas p-vērtība (Sig. (2-tailed))
Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	1,465	44	,150
Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	,415	44	,680

77. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma korelācijas pēc Moodle izmantošanas ilguma (saistīto izlašu korelācijas)

Moodle izmantošanas ilgums	N	Korelācijas koeficients (Correlation)	Būtiskuma līmenis p (Sig.)
<1g. Pāris 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums & Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	22	,438	,041
1-3g. Pāris 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums & Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	24	,925	,000

78. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma atšķirību nozīmīguma rezultāti pēc Moodle izmantošanas ilguma (saistīto izlašu T-tests)

Moodle izmantošanas ilgums	Izlašu vidējo starpība (Paired Differences)	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Būtiskuma līmenis p (Sig.)
	Vidējā vērtība (Mean)			
<1g. Pāris 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums - Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	1,69712	2,660	21	,015
1-3g. Pāris 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums - Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	,71181	2,586	23	,017



E-studiju vadības sistēmu izmantošanas pieredze

10.6. attēls. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu rezultāti grupējot pēc e-studiju vadības sistēmu izmantošanas pieredzes

79. tabula. E-studiju vadības sistēmu izmantošanas pieredzes ietekme uz adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu (neatkarīgu izlašu tests)

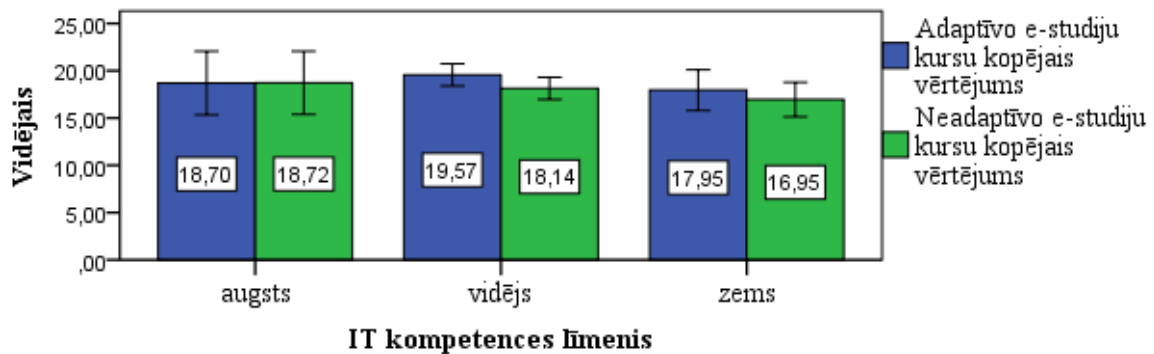
	T-tests par abu izlašu vidējiem (t-test for Equality of Means)		
	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Divpusējās alternatīvas p-vērtība (Sig. (2-tailed))
Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	,739	44	,464
Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	,415	44	,680

80. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma pāru korelācijas pēc e-studiju vadības sistēmu izmantošanas pieredzes (saistīto izlašu korelācijas)

E-studiju vadības sistēmu izmantošanas pieredze	N	Korelācijas koeficients (Correlation)	Būtiskuma līmenis p (Sig.)
jā Pair 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums & Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	29	,750	,000
nē Pair 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums & Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	17	,695	,002

81. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma pāru atšķirību nozīmīguma rezultāti pēc e-studiju vadības sistēmu izmantošanas pieredzes (saistīto izlašu T-tests)

E-studiju vadības sistēmu izmantošanas pieredze	Izlašu vidējo starpība (Paired Differences)	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Būtiskuma līmenis p (Sig.)
	Vidējā vērtība (Mean)			
jā Pāris 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums - Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	1,30369	2,815	28	,009
nē Pāris 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums - Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	,97725	1,989	16	,064



10.7. attēls. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma rezultāti grupējot pēc IT kompetences līmeņa

82. tabula. IT kompetences līmeņa ietekme uz adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu (ANOVA)

		df	F	p (Sig.)
Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	Starpgrupu jeb faktoru lielums (Between Groups)	2	,732	,487
	Iekšgrupu jeb kļūdas lielums (Within Groups)	43		
	Kopējais lielums (Total)	45		
Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	Starpgrupu jeb faktoru lielums (Between Groups)	2	,505	,607
	Iekšgrupu jeb kļūdas lielums (Within Groups)	43		
	Kopējais lielums (Total)	45		

83. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējā vērtējuma pāru korelācijas pēc IT kompetences līmeņa (saistīto izlašu korelācijas)

Saistīto izlašu korelācija (Paired Samples Correlations)

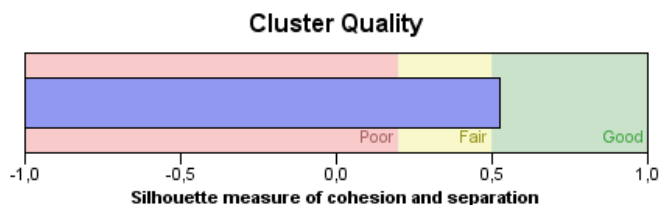
IT kompetences līmenis		N	Korelācijas koeficients (Correlation)	p (Sig.)
augsts	Pāris 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums & Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	6	,789	,062
vidējs	Pāris 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums & Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	34	,754	,000
zems	Pāris 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums & Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	6	,342	,507

84. tabula. Adaptīvā un neadaptīvā e-kursa kopējo vērtējumu pāru atšķirību nozīmīguma rezultāti pēc IT kompetences līmeņa (saistīto izlašu T-tests)

IT kompetences līmenis		Izlašu vidējo starpība (Paired Differences) Vidējā vērtība (Mean)	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	p (Sig.)
augsts	Pāris 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums - Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	-,02312	-,027	5	,979
vidējs	Pāris 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums - Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	1,42834	3,524	33	,001
zems	Pāris 1 Adaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums - Neadaptīvo e-studiju kursu kopējais vērtējums	,99921	1,115	5	,316

11. Pielikums. Iegūto klasteru izvērtēšana un analīze

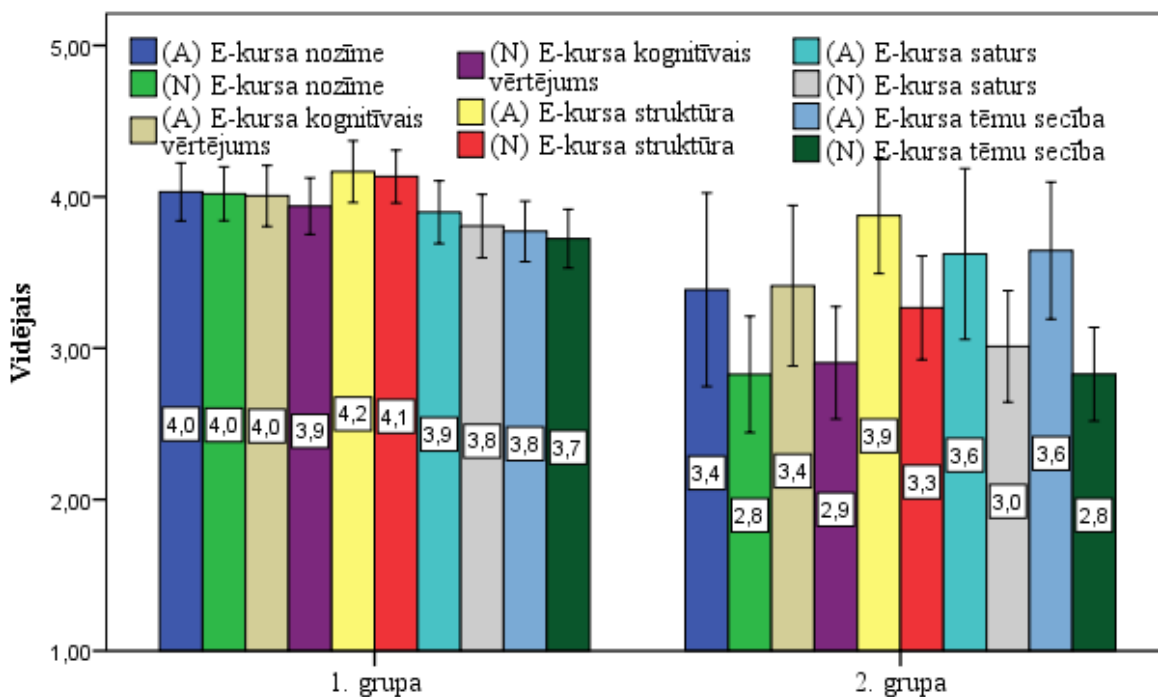
Algorithm	TwoStep
Inputs	2
Clusters	2



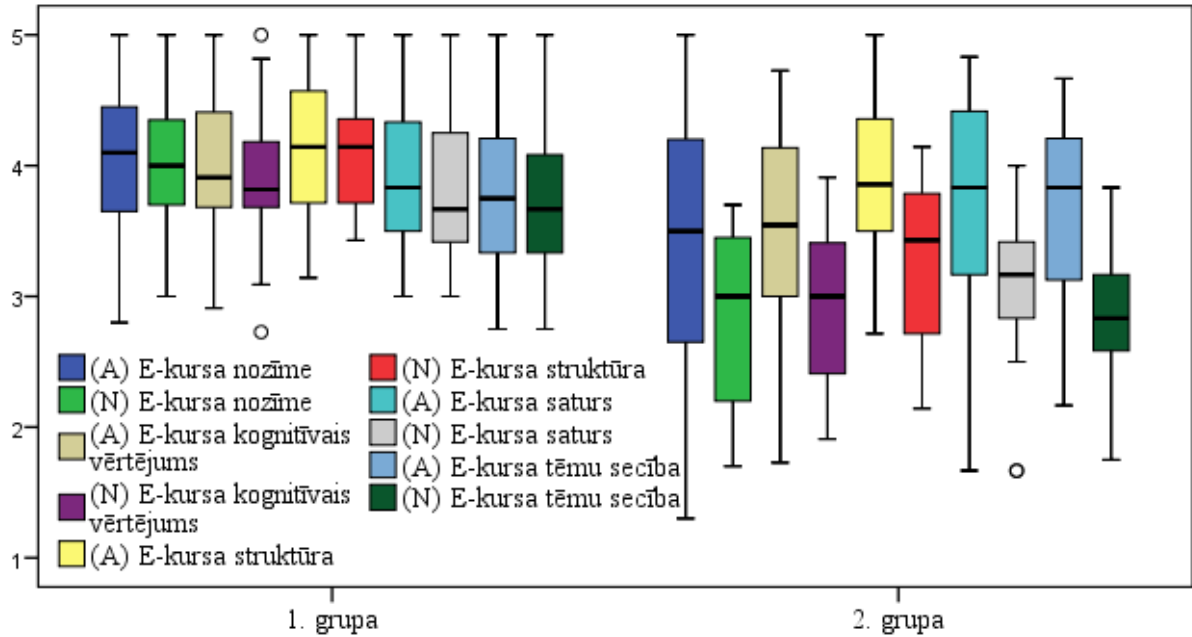
11.1. attēls. Klasterizācijas kvalitātes rādītājs

85. tabula. Kvalitātes dati par iegūto klasterizācijas modeli

	Biežums (Frequency)	Relatīvais biežums (Percent)	Relatīvais biežums derīgajām vērtībām (Valid Percent)	Kumulatīvais relatīvais biežums (Cumulative Percent)
1. grupa	31	67,4	67,4	67,4
2. grupa	15	32,6	32,6	100,0
Kopā	46	100,0	100,0	



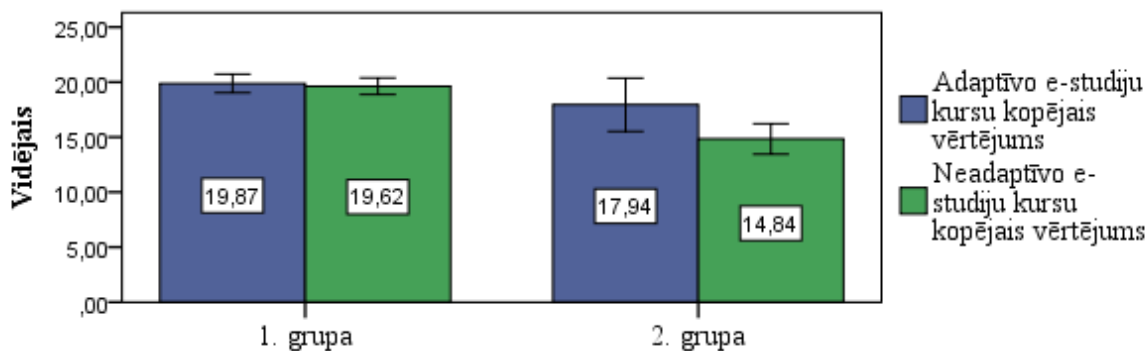
11.2. attēls. Respondentu grupu vidējo aritmētisko vērtības



11.3. attēls. Respondentu grupu e-kursa skalu vērtējumi

86. tabula. Respondentu grupām skalu vērtējumus aprakstošā statistika

CLAN	(A) E-kursa nozīme	(N) E-kursa nozīme	(A) E-kursa kognitīvais vērtējums	(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	(A) E-kursa struktūra	(N) E-kursa struktūra	(A) E-kursa saturs	(N) E-kursa saturs	(A) E-kursa tēmu secība	(N) E-kursa tēmu secība
1. grupa										
Vidējā vērt.	4,0323	4,0194	4,0059	3,9384	4,1659	4,1336	3,8978	3,8065	3,7715	3,7231
Vidējā standartkļ.	,09372	,08706	,09877	,09124	,10005	,08560	,10156	,10286	,09799	,09477
Mediāna	4,1000	4,0000	3,9091	3,8182	4,1429	4,1429	3,8333	3,6667	3,7500	3,6667
Standartnovirze	,52178	,48471	,54995	,50800	,55708	,47657	,56548	,57268	,54559	,52766
Dispersija	,272	,235	,302	,258	,310	,227	,320	,328	,298	,278
Amplitūda	2,20	2,00	2,09	2,27	1,86	1,57	2,00	2,00	2,25	2,25
Minimālā vērtība	2,80	3,00	2,91	2,73	3,14	3,43	3,00	3,00	2,75	2,75
Maksimālā vērtība	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Vidējā vērt.	3,3867	2,8267	3,4121	2,9030	3,8762	3,2667	3,6222	3,0111	3,6444	2,8278
Vidējā standartkļ.	,29823	,17901	,24728	,17305	,17901	,16009	,26300	,17172	,21089	,14444
Mediāna	3,5000	3,0000	3,5455	3,0000	3,8571	3,4286	3,8333	3,1667	3,8333	2,8333
Standartnovirze	1,15503	,69330	,95770	,67022	,69330	,62004	1,01861	,66508	,81678	,55943
Dispersija	1,334	,481	,917	,449	,481	,384	1,038	,442	,667	,313
Amplitūda	3,70	2,00	3,00	2,00	2,29	2,00	3,17	2,33	2,50	2,08
Minimālā vērtība	1,30	1,70	1,73	1,91	2,71	2,14	1,67	1,67	2,17	1,75
Maksimālā vērtība	5,00	3,70	4,73	3,91	5,00	4,14	4,83	4,00	4,67	3,83
2. grupa										



11.4. attēls. Adaptīva un neadaptīva e-kursa kopējo vidējo vērtības katrai respondentu grupai

87. tabula. Respondentu grupu vērtējumu atšķirības (neatkarīgu izlašu T-tests)

Skalu mērījumi	T-tests par abu izlašu vidējiem (t-test for Equality of Means)		
	T-testa faktiskā vērtība (t)	Brīvības pakāpju skaits (df)	Divpusējās alternatīvas p-vērtība (Sig. (2-tailed))
(A) E-kursa nozīme	2,628	44	,012
(N) E-kursa nozīme	6,777	44	,000
(A) E-kursa kognitīvais vērtējums	2,675	44	,010
(N) E-kursa kognitīvais vērtējums	5,830	44	,000
(A) E-kursa struktūra	1,526	44	,134
(N) E-kursa struktūra	5,236	44	,000
(A) E-kursa saturs	1,184	44	,243
(N) E-kursa saturs	4,189	44	,000
(A) E-kursa tēmu secība	,627	44	,534
(N) E-kursa tēmu secība	5,291	44	,000

88. tabula. Anketas skalu pāru vērtējumu korelācijas izdalītajām respondentu grupām (saistīto izlašu korelācijas)

CLAN	N	Korelācijas koeficients (Correlation)	Būtiskuma līmenis (Sig.)
1. grupa	Pāris 1 (A) E-kursa nozīme & (N) E-kursa nozīme	,330	,070
	Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums & (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	,730	,000
	Pāris 3 (A) E-kursa struktūra & (N) E-kursa struktūra	,887	,000
	Pāris 4 (A) E-kursa saturs & (N) E-kursa saturs	,823	,000
	Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība & (N) E-kursa tēmu secība	,866	,000
2. grupa	Pāris 1 (A) E-kursa nozīme & (N) E-kursa nozīme	,902	,000
	Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums & (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	,757	,001
	Pāris 3 (A) E-kursa struktūra & (N) E-kursa struktūra	,588	,021
	Pāris 4 (A) E-kursa saturs & (N) E-kursa saturs	,780	,001
	Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība & (N) E-kursa tēmu secība	,218	,435

89. tabula. Anketas skalu pāru vērtējumu atšķirību nozīmīguma rezultāti pēc respondentu dzimuma (saistīto izlašu T-tests)

CLAN		Izlašu vidējo starpība (Paired Differences)		T-testa faktiskā vērtība (t)	Būtiskuma līmenis (Sig.)
		Vidējā vērtība (Mean)	Standartnovirze (Std. Deviation)		
1. grupa	Pāris 1 (A) E-kursa nozīme - (N) E-kursa nozīme	,01290	,58352	,123	,903
	Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums - (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	,06745	,39064	,961	,344
	Pāris 3 (A) E-kursa struktūra - (N) E-kursa struktūra	,03226	,25743	,698	,491
	Pāris 4 (A) E-kursa saturs - (N) E-kursa saturs	,09140	,33840	1,504	,143
	Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība - (N) E-kursa tēmu secība	,04839	,27870	,967	,341
2. grupa	Pāris 1 (A) E-kursa nozīme - (N) E-kursa nozīme	,56000	,60804	3,567	,003
	Pāris 2 (A) E-kursa kognitīvais vērtējums - (N) E-kursa kognitīvais vērtējums	,50909	,62777	3,141	,007
	Pāris 3 (A) E-kursa struktūra - (N) E-kursa struktūra	,60952	,59997	3,935	,001
	Pair 4 (A) E-kursa saturs - (N) E-kursa saturs	,61111	,65060	3,638	,003
	Pāris 5 (A) E-kursa tēmu secība - (N) E-kursa tēmu secība	,81667	,88372	3,579	,003

90. tabula. Izveidoto respondentu grupu kopējā vērtējuma statistika

CLAN		Statistika	St.kļūda (Std. Error)	
Adaptīvā e-studiju kursa kopējais vērtējums	Vidējā vērtība (Mean)	19,8734	,41536	
	95% ticamības intervāls vidējo starpībai (Confidence Interval for Mean)	Apakšējā robeža (Lower Bound)	19,0251	
		Augšējā robeža (Upper Bound)	20,7216	
	5% apgrieztā vidējā vērtība (5% Trimmed Mean)	19,8812		
	Mediāna (Median)	19,9149		
	Dispersija(Variance)	5,348		
	Standartnovirze (Std. Deviation)	2,31260		
	Minimālā vērtība (Minimum)	14,83		
	Maksimālā vērtība (Maximum)	25,00		
	Amplitūda (Range)	10,17		
	Starpkvartīļu amplitūda (Interquartile Range)	3,35		
	Asimetrijas koeficients (Skewness)	-,055	,421	
	Ekscesa koeficients (Kurtosis)	-,228	,821	
Neadaptīvā e-studiju kursa kopējais vērtējums	Vidējā vērtība (Mean)	19,6210	,36990	
	95% ticamības intervāls vidējo starpībai (Confidence Interval for Mean)	Apakšējā robeža (Lower Bound)	18,8655	
		Augšējā robeža (Upper Bound)	20,3764	
	5% apgrieztā vidējā vērtība (5% Trimmed Mean)	19,5313		
	Mediāna (Median)	19,6262		
	Dispersija(Variance)	4,242		
	Standartnovirze (Std. Deviation)	2,05951		
Minimālā vērtība (Minimum)	16,44			

1. grupa

		Maksimālā vērtība (Maximum)	25,00	
		Amplitūda (Range)	8,56	
		Starpkvartīļu amplitūda (Interquartile Range)	2,70	
		Asimetrijas koeficients (Skewness)	,446	,421
		Ekscesa koeficients (Kurtosis)	,231	,821
Adaptīvā e-studiju kursa kopējais vērtējums		Vidējā vērtība (Mean)	17,9416	1,13035
	95% ticamības intervāls vidējo starpībai (Confidence Interval for Mean)	Apakšējā robeža (Lower Bound)	15,5173	
		Augšējā robeža (Upper Bound)	20,3660	
		5% apgrieztā vidējā vērtība (5% Trimmed Mean)	18,0867	
		Mediāna (Median)	18,0413	
		Dispersija (Variance)	19,165	
		Standartnovirze (Std. Deviation)	4,37784	
		Minimālā vērtība (Minimum)	9,76	
		Maksimālā vērtība (Maximum)	23,52	
		Amplitūda (Range)	13,76	
		Starpkvartīļu amplitūda (Interquartile Range)	4,91	
		Asimetrijas koeficients (Skewness)	-,676	,580
		Ekscesa koeficients (Kurtosis)	-,251	1,121
	Neadaptīvā e-studiju kursa kopējais vērtējums		Vidējā vērtība (Mean)	14,8353
95% ticamības intervāls vidējo starpībai (Confidence Interval for Mean)		Apakšējā robeža (Lower Bound)	13,4456	
		Augšējā robeža (Upper Bound)	16,2249	
		5% apgrieztā vidējā vērtība (5% Trimmed Mean)	14,9160	
		Mediāna (Median)	15,5208	
		Dispersija (Variance)	6,297	
		Standartnovirze (Std. Deviation)	2,50942	
		Minimālā vērtība (Minimum)	9,93	
		Maksimālā vērtība (Maximum)	18,29	
		Amplitūda (Range)	8,36	
		Starpkvartīļu amplitūda (Interquartile Range)	2,67	
		Asimetrijas koeficients (Skewness)	-,826	,580
		Ekscesa koeficients (Kurtosis)	,236	1,121

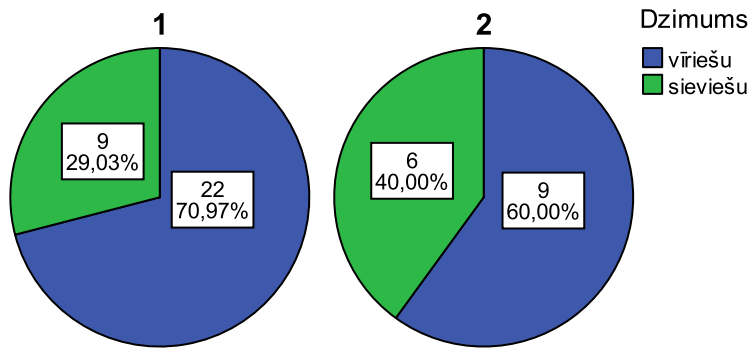
2. grupa

91. tabula. Izveidoto klasteru pārbaudes uz datu normālo sadalījumu rezultāti (Kolmogorova-Smirnova un Šapiro-Vilka tests)

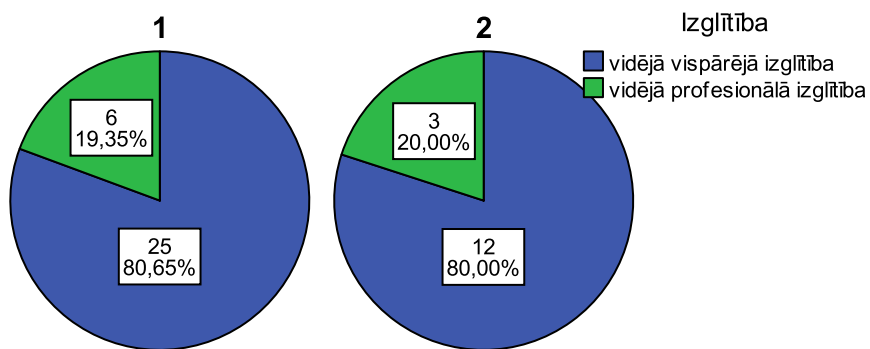
CLAN	Kolmogorova-Smirnova tests			Šapiro-Vilka tests		
	Statistika	Brīvības pakāpju skaits (df)	Statistika	Brīvības pakāpju skaits (df)	Statistika	Brīvības pakāpju skaits (df)
1. grupa						
Adaptīvā e-studiju kursa kopējais vērtējums	,069	31	,200*	,993	31	,999
Neadaptīvā e-studiju kursa kopējais vērtējums	,079	31	,200*	,968	31	,475
2. grupa						
Adaptīva e-studiju kursa kopējais vērtējums	,156	15	,200*	,923	15	,212
Neadaptīvā e-studiju kursa kopējais vērtējums	,161	15	,200*	,921	15	,198

*. Šī ir zemākā patiesās nozīmes robeža (This is a lower bound of the true significance).

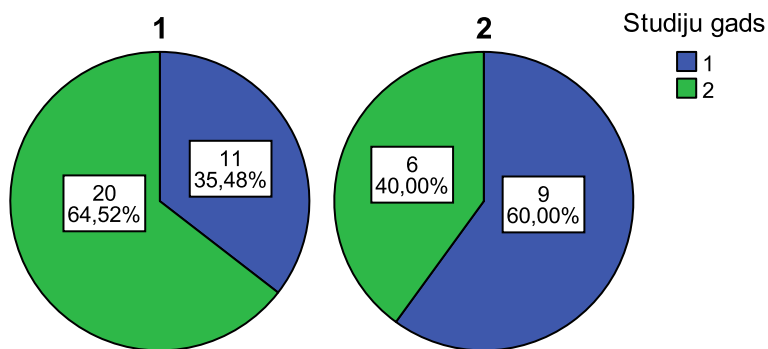
a. a. Lillifora nozīmīguma korekcija (Lilliefors Significance Correction)



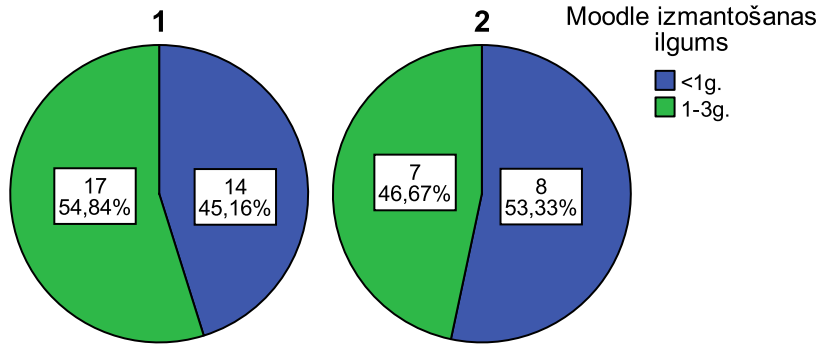
11.5. attēls. Respondentu grupas aprakstošā statistika pēc respondentu dzimuma



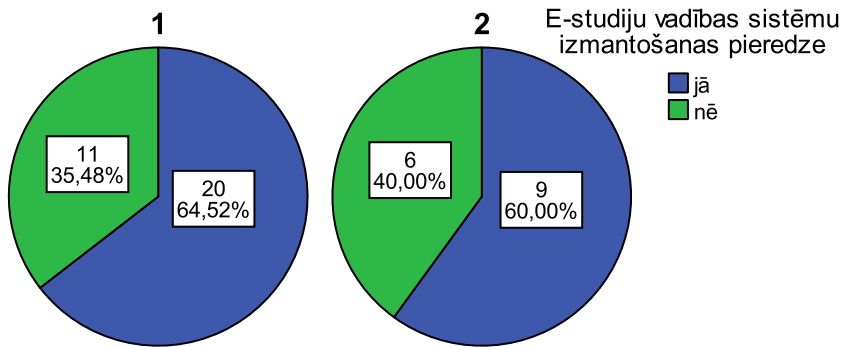
11.6. attēls. Respondentu grupas aprakstošā statistika pēc respondentu izglītības



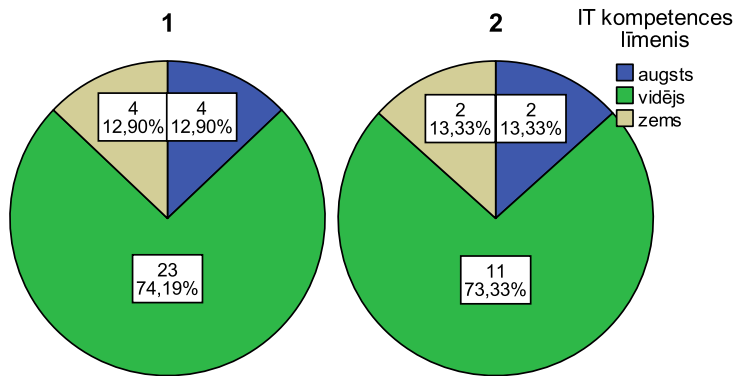
11.7 attēls. Respondentu grupas aprakstošā statistika pēc respondentu studiju gada



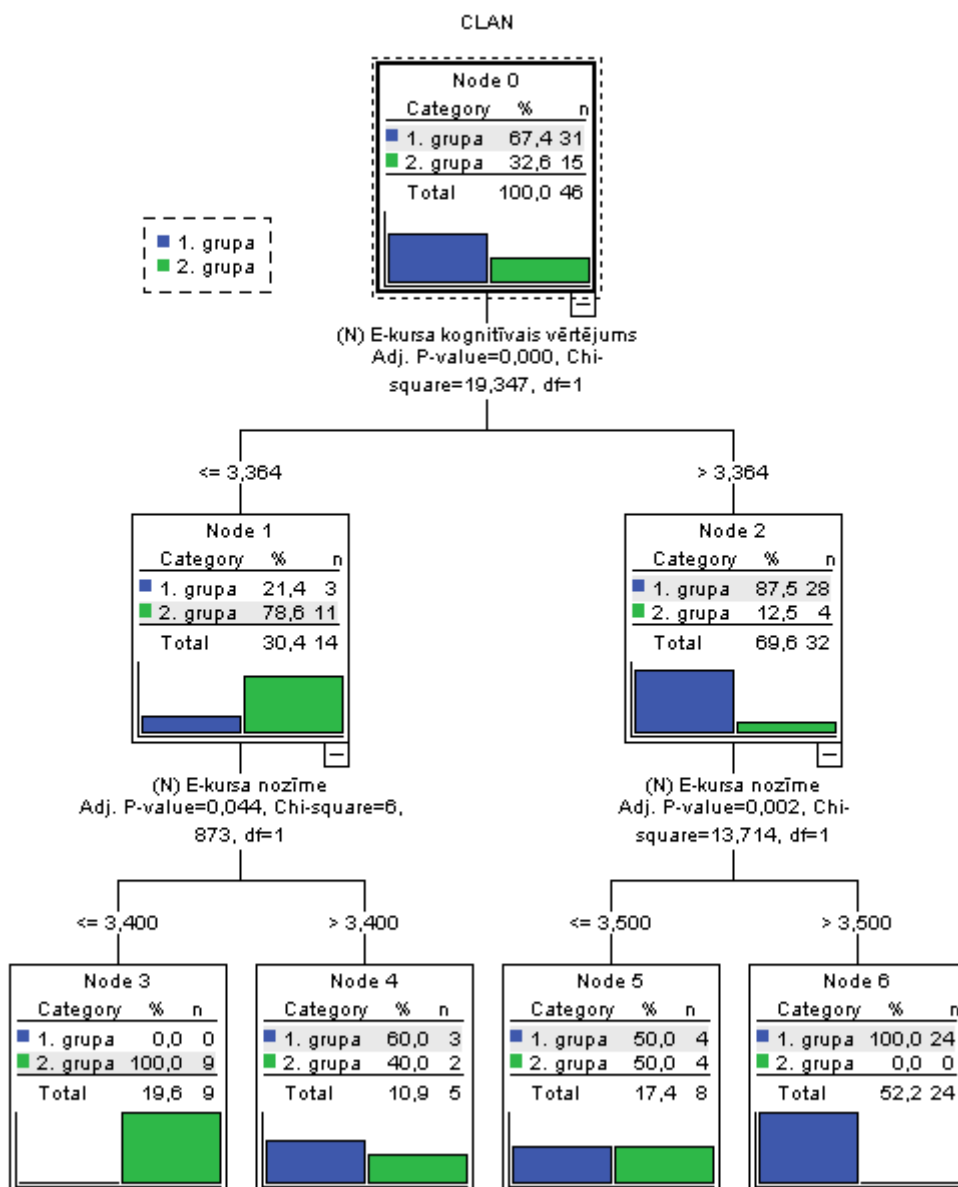
11.8 attēls. Respondentu grupas aprakstošā statistika pēc Moodle izmantošanas ilguma



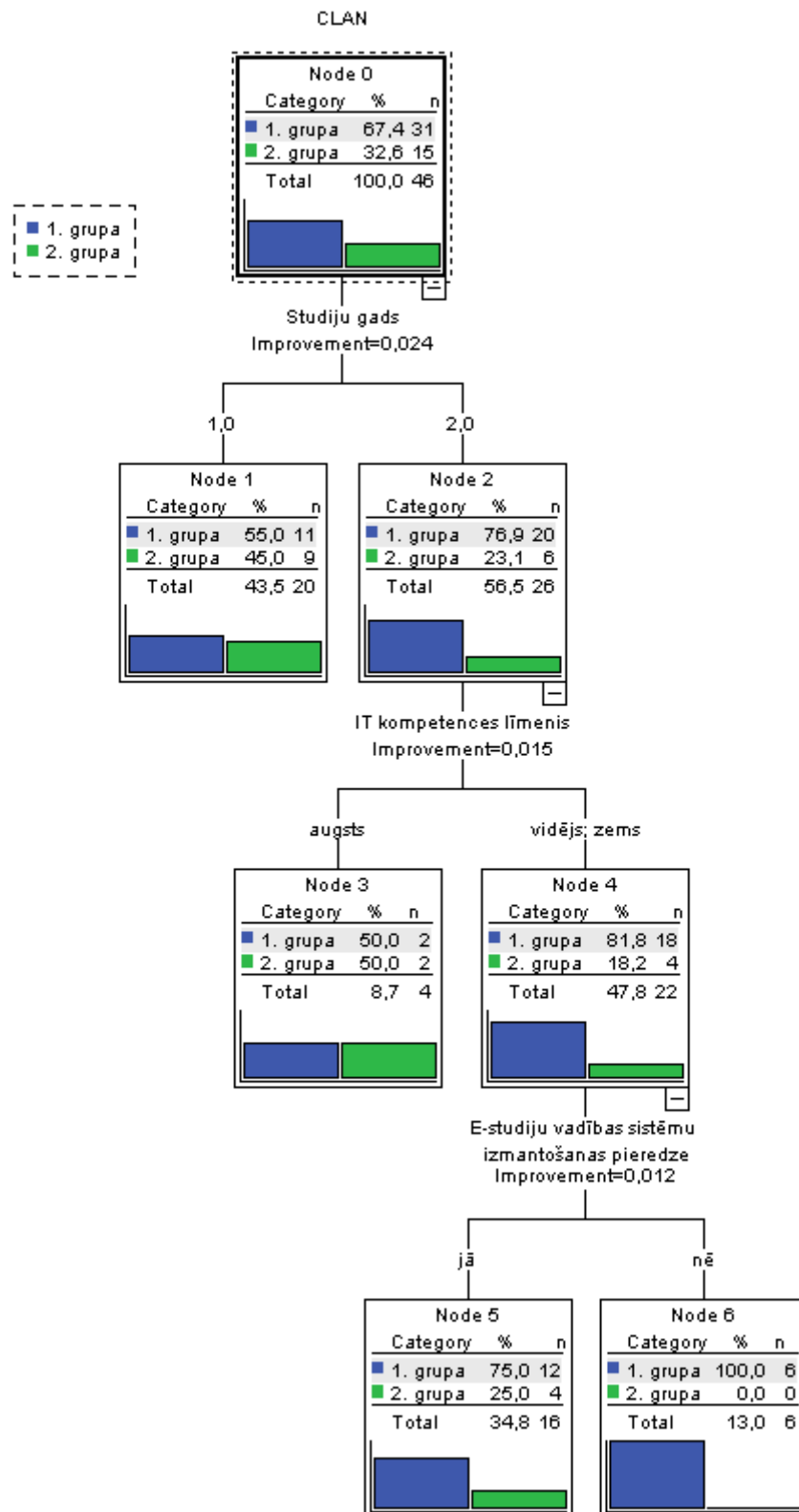
11.9 attēls. Respondentu grupas aprakstošā statistika pēc e-studiju vadības sistēmu izmantošanas pieredzes



11.10 attēls. Respondentu grupas aprakstošā statistika pēc IT kompetences līmeņa



11.11. attēls. Apmācāmo klasifikācija pēc iegūto skalu vērtējumiem (lēmumu pieņemšanas koks)



11.12. attēls. Apmācāmo klasifikācija pēc respondentu pazīmēm (lēmumu pieņemšanas koks)

12.Pielikums. Statistiskie rādītāji par respondentiem

92. tabula. Kategorijas "Dzimums" biežuma tabula

	Biežums (Frequency)	Relatīvais biežums (Percent)	Relatīvais biežums derīgajām vērtībām (Valid Percent)	Kumulatīvais relatīvais biežums (Cumulative Percent)
Derīgi vīriešu	31	67,4	67,4	67,4
novērojumi sievieti	15	32,6	32,6	100,0
(Valid) Kopā	46	100,0	100,0	

93. tabula. Kategorijas "Izglītība" biežuma tabula

	Biežums (Frequency)	Relatīvais biežums (Percent)	Relatīvais biežums derīgajām vērtībām (Valid Percent)	Kumulatīvais relatīvais biežums (Cumulative Percent)
Derīgi vidējā vispārējā izglītība	37	80,4	80,4	80,4
novērojumi vidējā profesionālā izglītība	9	19,6	19,6	100,0
(Valid) Kopā	46	100,0	100,0	

94. tabula. Kategorijas "Moodle izmantošanas ilgums" biežuma tabula

	Biežums (Frequency)	Relatīvais biežums (Percent)	Relatīvais biežums derīgajām vērtībām (Valid Percent)	Kumulatīvais relatīvais biežums (Cumulative Percent)
Derīgi <1g.	22	47,8	47,8	47,8
novērojumi 1-3g.	24	52,2	52,2	100,0
(Valid) Kopā	46	100,0	100,0	

95. tabula. Kategorijas "E-studiju vadības sistēmu izmantošanas pieredze" biežuma tabula

	Biežums (Frequency)	Relatīvais biežums (Percent)	Relatīvais biežums derīgajām vērtībām (Valid Percent)	Kumulatīvais relatīvais biežums (Cumulative Percent)
Derīgi jā	29	63,0	63,0	63,0
novērojumi nē	17	37,0	37,0	100,0
(Valid) Kopā	46	100,0	100,0	

96. tabula. Kategorijas "IT kompetences līmenis" biežuma tabula

	Biežums (Frequency)	Relatīvais biežums (Percent)	Relatīvais biežums derīgajām vērtībām (Valid Percent)	Kumulatīvais relatīvais biežums (Cumulative Percent)
Derīgi augsts	6	13,0	13,0	13,0
novērojumi vidējs	34	73,9	73,9	87,0
(Valid) zems	6	13,0	13,0	100,0
Kopā	46	100,0	100,0	