

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE

E-studiju tehnoloģiju un humanitāro zinātņu fakultāte

Tālmācības studiju centrs

Laura Dzelzkalēja

Doktora studiju programmas “E-studiju tehnoloģijas un pārvaldība” doktorante

**JAUNAS E-STUDIJU VIDES MĀCĪBU
ANALĪTIKAS METODES “KRĀSU KODU
METODE” IZSTRĀDE UN DARBĪBAS
PĒTĪJUMS**

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskais vadītājs

Dr. paed.

JĀNIS KAPENIEKS

RTU Izdevniecība

Rīga 2022

Dzelzkalēja, L. Jaunas e-studiju vides mācību analītikas metodes “Krāsu kodu metode” izstrāde un darbības pētījums. Promocijas darba kopsavilkums. Rīga: RTU Izdevniecība, 2022. 43 lpp.

Iespiests saskaņā ar promocijas padomes “RTU P-21” 2022. gada 14. oktobra lēmumu, protokols Nr. 5.

<https://doi.org/10.7250/9789934228568>
ISBN 978-9934-22-856-8 (pdf)

PROMOCIJAS DARBS IZVIRZĪTS ZINĀTNES DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ

Promocijas darbs zinātnes doktora (*Ph. D.*) grāda iegūšanai tiek publiski aizstāvēts 2022. gada 16. janvārī plkst. 15.30 Rīgas Tehniskās universitātes E-studiju tehnoloģiju un humanitāro zinātņu fakultātē, Rīgā, Kronvalda bulvārī 1, 200. auditorijā.

OFICIĀLIE RECENZENTI

Dr. paed. Sarma Cakula,
Rīgas Tehniskā Universitāte

Profesors Dr. sc. comp. Māris Vītiņš
Latvijas Universitāte, Latvija

Lektore *Ph. D. Päivi Aarreniemi-Jokipelta*,
Hāgas-Hēlijas Lietišķo zinātņu universitāte, Somija

APSTIPRINĀJUMS

Apstiprinu, ka esmu izstrādājusi šo promocijas darbu, kas iesniegts izskatīšanai Rīgas Tehniskajā universitātē zinātnes doktora (*Ph. D.*) grāda iegūšanai. Promocijas darbs zinātniskā grāda iegūšanai nav iesniegts nevienā citā universitātē.

Laura Dzelzkalēja (paraksts)

Datums:

Promocijas darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, tajā ir ievads, piecas nodaļas, secinājumi, bibliogrāfija, 24 attēli, piecas tabulas, kopā 144 lappuses. Literatūras sarakstā ir 290 nosaukumu

SATURS

1. VISPĀRĒJS DARBA RAKSTUROJUMS	5
1.1. Tēmas aktualitāte	5
1.2. Mērķis un uzdevumi	6
1.3. Pētījumu metodes.....	6
1.4. Galvenie pētījumu rezultāti.....	7
1.5. Aizstāvēšanai izvirzītās tēzes.....	11
1.6. Rezultātu praktiskie lietojumi	12
1.7. Rezultātu aprobācija.....	13
1.8. Struktūra.....	14
2. ATSEVIŠĶU NODAĻU IZKLĀSTS	15
2.1. Mācību procesa problemātikas un tendenču apskats saistībā ar jaunu novērtējuma metožu nepieciešamību digitālajā laikmetā	15
2.2. E-studiju sistēmas raksturojums, uzbūve un praktiskais lietojums saistībā ar digitālā un globālā laikmeta prasībām	18
2.3. Analītikas un atgriezeniskās saites metožu apskats mācību procesa un e-studiju kontekstā	20
2.4. Krāsu kodu metode (KKM) digitālā laikmeta izaicinājumu risināšanai.....	23
2.5. Krāsu kodu metodes (KKM) darbības pētījums un aprobācija.....	28
3. SECINĀJUMI	31
3.1. Metodes SVID analīze	31
3.2. Secinājumi no literatūras apskata.....	32
3.3. Secinājumi no praktiskās daļas	36
3.4. Nākotnes ieceres un nobeigums.....	37
BIBLIOGRĀFIJA	40

1. VISPĀRĒJS DARBA RAKSTUROJUMS

1.1. Tēmas aktualitāte

Šajā transdisciplinārajā pētījumā izstrādāti tehnoloģiskie risinājumi jaunas mācību analītikas metodes formā, metode testēta, un analizēta metodes efektivitāte un lietojamība. Piedāvātā metode vērsta uz tūlītējas atgriezeniskās saites iegūšanu un netieši arī par kursa materiālu kvalitāti. Metode ietilpst strauji augošajā, bet vēl attīstības sākuma stadijā esošajā mācību analītikas laukā. Tiek prognozēts, ka turpmākajos gados līdz ar tiešsaistes izglītības strauju uzplaukumu mācību analītikas loma un iespējas arvien pieaugs, jo ar tās palīdzību iespējams novērtēt mācību procesa un kursa efektivitāti. Šajā pētījumā izstrādātā metode dos ieguldījumu šīs svarīgās sfēras attīstībā. Digitalizācijas, pieejamas izglītības un mūžizglītības nozīme un attīstības nepieciešamība uzsvērtā gan Latvijas, gan Eiropas, gan ANO stratēģiskās plānošanas dokumentos. Līdz ar to šī pētījuma mērķi saskan ar kopējo pasaules virzību un kursu, dodot ieguldījumu zināšanu sabiedrības mērķu sasniegšanā. Šis pētījums ir inženiertehniska atbilde uz sociālajiem globālās sabiedrības izaicinājumiem, kas pēc *Horizon 2020* (*Horizon*, 2020) programmas formulēti kā triju pīlāru – izcila zinātne, līderība ražošanas sektorā un sabiedrības izaicinājumi – kopums.

Promocijas darbā izstrādātā jaunā **Krāsu kodu metode (KKM)** ir domāta, lai nepārtraukti atspoguļotu mācību procesu reālajā laikā. Metodes galvenais princips: ir trīs krāsu kodi, ko izglītojamais lieto, lai parādītu mācībspēkam personīgā mācību procesa aktivitātes stāvokli katrā mācību procesa brīdī. Skolēni/studenti lieto trīs krāsu kodus, lai paziņotu par sava darba plūsmas stāvokli jeb *workflow* katrā mācību procesa brīdī. Piedāvāts izmantot trīs krāsu kodus:

- “sarkans” tiek lietots, lai parādītu, ka uzdevums nav skaidrs vai mācību procesa laikā radušās grūtības, pildot uzdevumu, skatoties video vai jebkādā citā veidā mijiedarbojoties ar mācību materiāliem, un nepieciešama palīdzība (mācībspēka konsultācijas vai papildu mācību materiālu veidā);
- “dzeltens” tiek lietots, kad notiek mācību process (piemēram, tiek pildīts uzdevums) un viss ir skaidrs, darbs rit gludi un palīdzība nav vajadzīga;
- “zaļš” tiek lietots, kad uzdevums (vai cits mācību objekts/mācībs) ir pabeigts un nekas ar mācībām saistīts netiek darīts.

Jaunā KKM pēc Atvela klasifikācijas (2006) ietilpst Līnijatzīmju modeļu klasē. Vairākkārtīgi mēģināts radīt kritēriju kopumu e-studiju kvalitātes nodrošināšanai. Tomēr bieži tie vairāk tiecas noteikt e-studiju sistēmu un programmatūras kvalitātes standartus. Tie savukārt bieži neņem vērā atslēgas raksturlielumus plašākā mācību vidē vai arī balstās tradicionālā mācību procesa novērtējuma kritērijos (neņemot vērā tehnoloģiskās iespējas), vai arī kritērijos, kas saistīti ar studentu sasniegumu mērījumiem pēc tradicionālās pedagoģijas metodēm. Turklāt šo līmeņatzīmju modeļu veidotāji bieži ir “ieslodzīti” vienā noteiktā e-studiju modelī, kas ierobežo līnijatzīmju pārnēsī (*Attwell*, 2006). Šie apsvērumi ņemti vērā, radot Krāsu kodu metodi, tās idejas pamatā ieliekot universāla lietojuma nosacījumus, lai būtu iespējams metodi lietot un rezultātus salīdzināt dažādās vidēs un mācībuursos.

Kā galvenais metodes pārbaudes paņēmieni pētījumā tiek izmantota situācijas analīze. Situācijas analīzē, tāpat kā novērojumos, nepieciešams nolikt mērķus, kas tieši tiks analizēti – darbība, fizikālie fenomeni, mācībspēka vai izglītojamo uzvedība (*Šteinberga*, 2011). Gan klātienē, gan virtuālās vides eksperimenti tika veikti divām neatkarīgām izglītojamo grupām,

jo saskaņā ar Morisonu (2015), artefakti sniedz vērtīgus pavedienus par kursa kvalitāti, vēl vairāk, kad tie savākti no diviem vai vairākiem atkārtotiem kursiem un analizēti kopā (Morrison, 2015). Šajā gadījumā tas kalpo metodes efektivitātes novērtējumam.

1.2. Mērķis un uzdevumi

Promocijas darbā aprakstītā pētījuma **mērķis ir** izstrādāt jaunu e-studiju vides mācību analītikas metodes tehnoloģisko risinājumu reāllaika mācību procesa novērtēšanai, kā arī izstrādāt metodes prototipu un veikt tā validāciju un metodes darbības pētījumu.

Mērķa sasniegšanai pētījuma gaitā nepieciešams veikt sekojošus **uzdevumus**:

1. Analizēt datorzinātņu, e-izglītības un pedagoģisko literatūru. Atlasīt, pētīt un analizēt avotus. Padziļināti izpētīt informācijas avotus par e-izglītības tehnoloģiskajiem risinājumiem, izglītības analītiķu un e-kursa novērtējuma stratēģijām, identificējot aktuālos risinājumus un ieteikumus, lai tos ņemtu vērā Krāsu kodu metodes izstrādes un ieviešanas procesā.
2. Analizēt esošo situāciju un likumdošanu izglītības, jo īpaši e-studiju, sektorā Krāsu kodu metodes izstrādes un ieviešanas kontekstā.
3. Formulēt un attīstīt Krāsu kodu metodes (KKM) ideju.
4. Izstrādāt pētījuma teorētisko pamatojumu un metodiku klātienē darbības pētījumam, izstrādāt klātienē KKM rīka prototipu.
5. Īstenot klātienē eksperimentu, testēt klātienē KKM rīku. Novērot KKM eksperimentu dalībniekus, intervēt ekspertus. Apstrādāt un analizēt iegūtos datus.
6. Izstrādāt virtuālā KKM tehnoloģiskā risinājuma ideju, balstoties klātienē eksperimentu rezultātos un literatūras analīzē.
7. Izstrādāt un veikt darbības pētījumu KKM virtuālās vides prototipu studentu grupās mācību vadības sistēmā divos testēšanas ciklos. Pēc katra cikla veikt datu analīzi un uzlabot prototipu vai sniegt ieteikumus uzlabošanai.
8. Salīdzināt abus virtuālos testēšanas ciklus: apstrādāt un analizēt datus un izvērtēt rezultātus, izdarot secinājumus par KKM metodes efektivitāti un nākotnes potenciālu.

Pētījuma objekts: e-studiju tehnoloģijas, kas atbalsta mācību procesu dažādās izglītojamo grupās.

Pētījuma hipotēze: Krāsu kodu lietošana un iegūto reāllaika datu analīze uzlabo mācību procesa novērtēšanas un mācību satura un mācību metožu pilnveidošanas iespējas.

1.3. Pētījumu metodes

Darbā izmantotas vairākas **pedagoģiskā procesa un studentu attieksmes pētīšanas metodes**.

- Novērošanas metode – stundu vērošana un skolēnu reakcija uz KKM un attieksme pret KKM, viņu ieinteresētība un aktivitāte KKM. Metodes ietekme uz skolēnu ieinteresētību un aktivitāti.
- Eksaminācijas rezultātu pētīšana – studentu kursa apguves informācijas izguvei, lai to salīdzinātu ar KKM lietošanas aktivitāti.

- Ekspertatzinumu metode – eksperimentā iesaistīto skolotāju intervijas par KKM realizācijas norisi un ieteikumu iestrādāšana metodē tās uzlabošanai.
- KKM lietotāju anketēšana – metodes dizaina, funkcionalitātes un idejas novērtējums ar tiešsaistes anketas palīdzību

Vispārteorētiskās metodes izmantotas mācību analītiku, e-studijas, virtuālās sistēmas un līdzīgu tematu skarošās literatūras analīzē. Šīs metodes ir pamatā KKM izveidei e-studiju vidē, kā arī iegūto rezultātu novērtēšanai un salīdzināšanai ar konkurētspējas kritērijiem tuvākajā nākotnē nepieciešamākajās profesijās. Rezultātu izvērtēšanai izmantota monogrāfiskā metode.

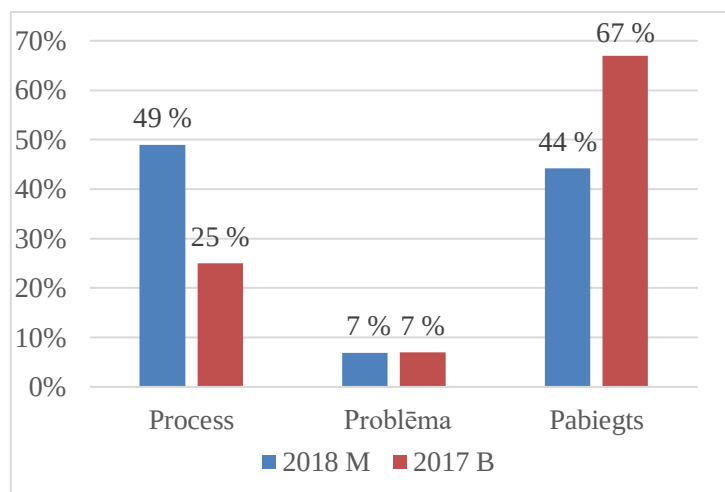
Datu apstrādes statistiskās metodes

Matemātiski – statistiskās datu apstrādes metodes – iegūto jēlo datu apstrādei un analīzei un kvalitatīvo datu kvantificēšanai un analīzei. Matemātiski statistiskās datu apstrādes metodes tieši atklāj pētījumu rezultātus ar *IBM SPSS Modeler* programmatūras, *MS Excel 2007* programmas un *R* valodas statistiskās analīzes paņēmieni palīdzību. Uzskatāmībai dati interpretēti grafiskā formā attēlos, diagrammās un tabulās.

1.4. Galvenie pētījumu rezultāti

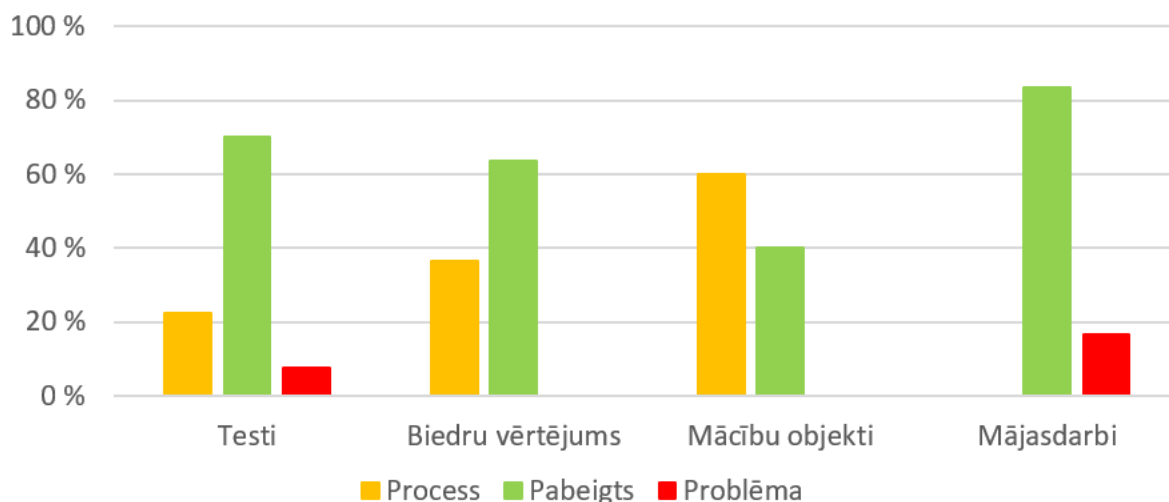
Krāsu kodu metodes pārbaude virtuālajā vidē notika, izveidojot spraudni *edX* mācību pārvaldības sistēmā, ar kura palīdzību tika realizēti kursi “Uzņēmējdarbība” 1. kursa bakalaurantiem (2017./18. st. g.) un “Dabaszinību modelēšana” 1. kursa maģistrantiem (2018./19. st. g.).

2017./18. st. g. grupā krāsu kodu pogu spiešanas aktivitāte bija vidēji zema – 32 % studentu lietoja pogas vismaz vienreiz. Analizējot datus, ņemot vērā studentu dzimumus, tika atklāts, ka abi dzimumi pogas izmanto līdzīgi: 33,5 % vīriešu un 28,5 % sieviešu bija lietojuši pogas vismaz vienreiz. 2018./19. st. g. grupā visas studentes bija sievietes. Šajā grupā 75 % studentu pogas izmantojuši. Tā ir liela atšķirība, salīdzinot ar bakalauru grupu. Pēc kursa realizācijā veiktajiem novērojumiem var teikt, ka kopumā studenti 2018./19. st. g. grupā arī bija motivētāki un augstākā kvalitātē veica uzdevumus kursa ievaros, kā arī proporcionāli bija daudz mazāk “atkrišanas” gadījumu no kursa, kas varētu liecināt par korelāciju starp ieinteresētību kursā, motivāciju mācīties, pabeigt kursu un Krāsu kodu metodes izmantošanu.



1. att. Pogų piespiedienų krāsu salīdzinājums 2017./18. un 2018./19. st. g. grupās.

Ja salīdzina 2017./18. un 2018./19. st. g. grupu pēc spiestajām pogām (1. att.), 2018./19. gada grupa 44 % gadījumu spieda zaļo pogu, savukārt 2017./18. st. g. grupā zaļā poga tika izmantota krietni vairāk – 67 % gadījumu; dzelteno pogu 2018./19. st. g. grupa spieda 49 % gadījumu, kas ir ievērojami vairāk par 25 % dzelteno 2017./18. st. g. grupā. Maģistrantiem sadalījums starp pogām “Process” un “Pabeigts” ir daudz līdzsvarotāks, taču bakalaurantiem poga “Pabeigts” izteikti dominē. Interesanti, ka abas grupas vienādi daudz lietojušas sarkano pogu – 7 % gadījumu. Tas varētu liecināt par tendenci, piemēram, ka 7 % mācību materiālu ir sliktas kvalitātes vai ir jāreķinās ar šādu proporciju studentu, kam kursa materiāli sagādās grūtības, vai tas ir saistīts ar kursa uzbūvi un struktūru. Visticamāk, tas ir visu šo iemeslu apvienojums, un vēl kādu nezināmu iemeslu summa, kas būtu jāpāpēta dziļāk, lai atrastu patiesos iemeslus.



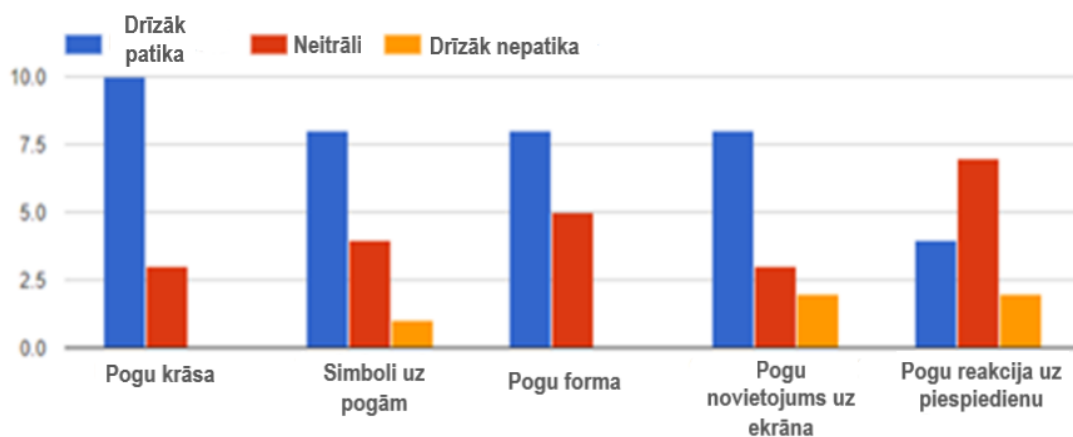
2. att. 2017./18. st. g. grupas pogu piespiedienu sadalījums pa dažādiem mācību tipiem.

2017./18. st. g.: analizējot savāktos datus par pogu piespiedieniem pa mācību veidiem (2. att.), var redzēt, ka pārbaudes darbos, biedru vērtēšanas (*peer review*) uzdevumos un mājasdarbos zaļā poga “Pabeigts” spiesta visvairāk, bet tas atšķiras mācību materiālos (domāti informatīvie mācību materiāli, kas nav pārbaudes darbi, mājasdarbi un biedru vērtēšana), un lielākā daļa piespiedienu šeit ir dzeltenai pogai “Process”, zaļā poga “Pabeigts” esot otrajā vietā un sarkanās pogas piespiedieni vispār nav sastopami. Var redzēt, ka sarkanā poga nav spiesta arī biedru vērtēšanas uzdevumos. Savukārt mājasdarbos nav reģistrēts neviens dzeltenās pogas “Process” piespiediens. Neskatoties uz faktu, ka pogas tika lietotas pārsvarā pārbaudes darbos, krāsas starp dažādiem kursa materiālu veidiem sadalījušās diezgan līdzīgi. Tas varētu nozīmēt, ka studenti zaļās pogas nospiešanu uzskata par atalgojumu – padarīta darba simbolu. Dati pa mācību tipiem netika savākti un analizēti 2018./19. st. g. grupā, jo kursa struktūra, saturs un uzdevumi bija atšķirīgi un daudzējādā ziņā bija savienoti ar klātienē procesus.

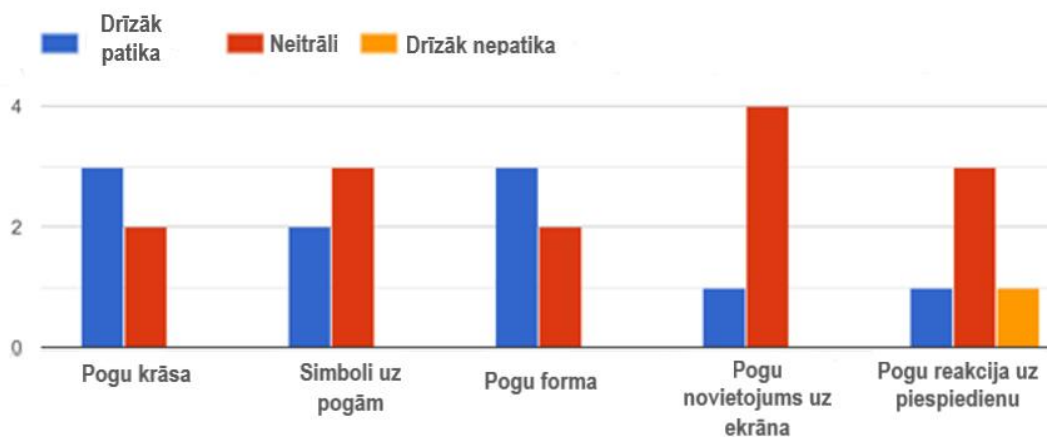
Pēc kursu noslēguma studentiem tika izsūtīta tiešsaistes anketa, ko studenti aizpildīja brīvprātīgi. Aptauja ietvēra deviņus jautājumus un studentus raksturojošas informācijas noskaidrošanu. Aptaujā prasītie studentu raksturlielumi bija studenta vecums, dzimums un 2018. st. g. grupa (jo studenti kursā bija iedalīti četrās grupās), 2019. gadā anketa tika papildināta un tika noskaidrots, vai anketas aizpildītājs arī kursu pabeidzis. Jautājumi bija par krāsu kodu pamanīšanu mācību platformā, par pogu dizainu, par pogu lietošanas biežumu un

ienesliem, kā arī ieteikumiem un informāciju par to, kādā gadījumā studenti pogas lietotu aktīvāk.

Studenti atbildēja pozitīvi uz lielāko daļu pogu dizaina īpašību, izņemot pogu atbildes reakciju pēc piespiediena, kas saņēma vairāk negatīvu balsu nekā pārējie dizaina elementi. 3. attēlā redzams dizaina sekcijas rezultātu kopsavilkums (Dzelzkaleja, 2018). Aptauja liecina arī par to, ka nepieciešams pievienot pogu dizaina un metodes jēgas izskaidrojumu, iekļaujot lietošanas instrukciju. Pēc mutiskās metodes prezentācijas daži no studentiem aptaujā atzina, ka aizmirsuši pogu nozīmi, kā arī aptaujā atklājās, ka eksistē pārpratumi par pogu nozīmi, jo metode atšķiras no tām, kas šobrīd daudz biežāk tiek izmantotas studentu vidū, piemēram, balsošanas sistēmas un emociju izpausmes sistēmas.



3. a att. Pogu dizaina novērtējums 2017./18. st. g. grupā.



3. b att. Pogu dizaina novērtējums 2018./19. st. g. grupā.

Atklājās, ka 2017./18. pirmajā semestrī bijis daudz tādu studentu, kas kursu nebija pabeiguši/nokārtojuši līdz kursa un semestra beigām un divām pagarinājuma nedēļām, tādējādi nesaņemot atzīmes. No visiem studentiem 2017./18. pirmajā semestrī pētījumā vēra ņemtajiem 94 studentiem “NA” studentu bija 47, kas ir 50 % no visiem. No tiem 32 (68 %) bija vīrieši, 15 (32 %) – sievietes. Šī proporcija par 5 % atšķiras no kopējās kursa dzimumu proporcijas, proti, sievietēm bija lielāka tendence nepabeigt kursu. Pētījums rāda, ka lielākā daļa (83 %) no šiem 2017./18. pirmā semestra “NA” studentiem arī ne reizi nebija izmantojuši krāsu pogas. Tas parāda, ka studenti, kuri ir mazāk ieinteresēti kursā, ir arī mazāk ieinteresēti izmantot mācību

rīkus. 2018./19. st. g. kursu pabeidza 14 (64 %) no reģistrētajiem 22 studentiem, proti, bija 8 jeb 36 % “NA” studentu, kas ir par 14 % mazāk nekā 2017./18. st. g. pirmajā semestrī, un tas varētu būt papildu apliecinājums maģistra studentu lielākai ieinteresētībai un mērķtiecībai mācībās.

1. tabulā redzams abu studentu grupu pogu izmantošanas un atzīmju kopsavilkums. Zemākā atzīme, ko studenti saņēma, bija “6” (2017./18.) grupā, to saņēma trīs studenti, kuri krāsu pogas nebija lietojuši. Otra zemākā bija 2017./18. st. g. grupā bija “7”, un tikai viens students saņēma šo atzīmi, bet šis students bija lietojis krāsu pogas, savukārt 2018./19. st. g. grupā viens students saņēma atzīmi “7”, kas bija šīs grupas zemākā atzīme, un šis students pogas bija lietojis. Situācija atšķiras starp studentiem, kas saņēma labākās atzīmes: 2017./18. st. g. rudens semestrī 67 % no 18 studentiem, kas saņēma “10”, 25 % no 12 studentiem, kas saņēma “9” un 46 % no 13 studentiem, kas saņēma “8”, lietoja arī krāsu pogas; 2018./19. st. g. grupā visi trīs studenti, kas saņēma “10”, 50 % no “6” studentiem, kas saņēma “9” un 75 % no “8” studentiem, kas saņēma “8”, arī bija lietojuši krāsu pogas. Pogu lietošanas proporcija ir ievērojami augstāka augstākas atzīmes saņēmušo studentu vidū.

1. tabula

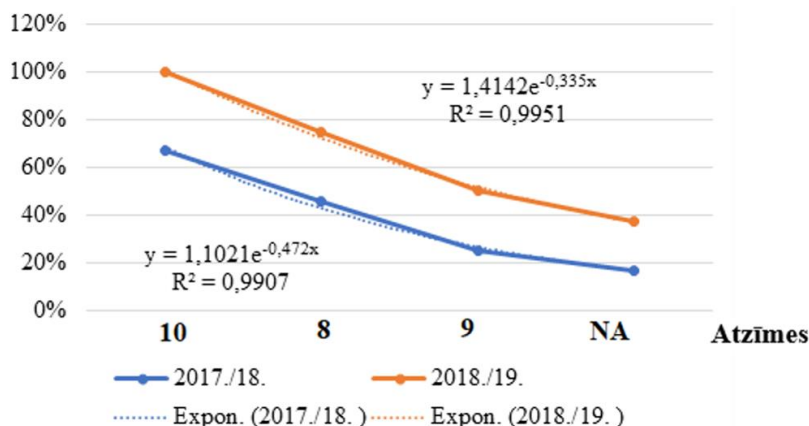
Abu testa grupu salīdzinājums saistībā ar atzīmēm un pogu izmantošanu

Pogas lietojušo studentu proporcija	2017./18. st. g. rudens semestris	2018./19. st. g. rudens semestris
Studenti ar atzīmi 10	18	3
Pogas lietojušo studentu proporcija	67 %	100 %
Studenti ar atzīmi 9	12	6
Pogas lietojušo studentu proporcija	25 %	50 %
Studenti ar atzīmi 8	13	4
Pogas lietojušo studentu proporcija	46 %	75 %
Studenti ar atzīmi 6 vai 7	4	1
Pogas lietojušo studentu proporcija	25 %	100 %
Studenti ar atzīmi NA	47	8
Pogas lietojušo studentu proporcija	17 %	36 %

4. attēlā redzamo līkņu atbilstība vienādojumiem ir ārkārtīgi augsta, kas arī liecina par iespējamu sakarību starp eksāmena atzīmēm un pogu lietojumu, turklāt sakarība nebūt nav sākotnēji intuitīvi uzminama, jo lielākā pogu lietotāju proporcija ir pie atzīmes “7” (ko nevar uzskatīt par sevišķi uzticamiem un reprezentabliem rezultātiem, jo katrā grupā bija tikai viens cilvēks ar atzīmi “7”). Nākamais augstākais lietotāju skaits ir ar atzīmi “10”, kas būtu saprotami, jo korelē ar augstāku mācību motivāciju kopumā. Ļoti saprotams ir arī tas, ka NA ir vismazākā pogu lietotāju proporcija. Grūti izskaidrojams fakts, kas prasa tālākus pētījumus, ir tas, ka “9” saņēmēji abās grupās ir daudz neaktīvāki pogu lietotāji nekā “8” saņēmēji.

Ja no analīzes izslēdz arī atzīmi 7, ņemot vērā, ka pie šīs atzīmes ir tikai pa vienai datu vienībai, tad taisņu vienādojums 2017./18. st. g. grupā ir $y = -0,171x + 0,815$, 2018./19. st. g. grupā $y = -0,2125x + 1,1875$, abu lineāro vienādojumu slīpuma atšķirība ir

neliela – 0,37, kas liecina, ka taisnes ir līdzīgas slīpuma ziņā. Arī eksponenciālo līkņu vienādojumi ir līdzīgi (4. att.): 2017./18. st. g. grupā $y = 1,1021e^{-0,472x}$, 2018./19. studiju_gada grupā $y = 1,4142e^{-0,335x}$. Redzams, ka abu vienādojumu gadījumā vienādojuma atbilstība ir ļoti augsta – R^2 abos gadījumos ir virs 99 %.



4. attēls. Abu testa grupu atzīmju līknes bez atzīmes “7”.

Ņemot vērā, ka datu apjoms ir neliels un ietver tikai divu semestru atšķirīgu grupu datus, vajadzētu veikt papildu eksperimentus ar citām grupām, lai apstiprinātu vai noliegtu pieņēmumu par sakarības esamību starp atzīmēm un pogu lietošanu, kā arī lai atrastu iemeslus.

Virtuālā Krāsu kodu metodes tehnoloģiskā risinājuma ieviešana un darbības pētījuma rezultāti apstiprina arī hipotēzi, ka Krāsu kodu lietošana un iegūto reāllaika datu analīze uzlabo mācību procesa novērtēšanas un mācību satura un mācību metožu pilnveidošanas iespējas. Dati uzskatāmi parāda korelāciju starp eksāmenu rezultātiem un rīka lietošanu, kā arī sniedz ziņas par mācību objektiem, kuros studentiem ir vairāk problēmu vai nepieciešama palīdzība.

1.5. Aizstāvēšanai izvirzītās tēzes

1. Pieejamās mācību analītikas metodes nepiedāvā pietiekami daudz informācijas par lietotāja uzvedības iemesliem reālajā laikā nepārtraukti, un jaunas metodes radīšana, kas ļautu novērtēt reālā laika procesus vienkāršā un viegli saprotamā veidā, ir pamatota un nepieciešama.
2. Krāsu kodu metode atspoguļo mācību procesa plūsmas trīs stāvokļus: process; problēma; pabeigts/atpūta.
3. Ar Krāsu kodu metodes e-studiju vidē integrētā spraudņa palīdzību iespējams noteikt līmeņatzīmes riska mācību objektu un studentu identificēšanai, un iegūt informāciju, ar kuras palīdzību var identificēt izglītojamos un mācību objektus, kas atrodas ārpus vidējām vērtībām (7 % sarkanās pogas lietojums).
4. Promocijas darbā izveidotā Prototipa eksperimentāla pārbaude mācību pārvaldības vidē *edX* parāda, ka Krāsu kodu metodes modulis ir integrējams *MOOC* tipa mācību vadības sistēmā, veiksmīgi nodrošinot saslēgumu starp datubāzi, spraudni un mācību vadības sistēmu (lietotāju), kā arī automātiski uzkrāt datus par spraudņa izmantošanas parametriem.

1.6. Rezultātu praktiskie lietojumi

Promocijas darbs aptver plašu informācijas lauku izglītības tehnoloģiju jomā un, izmantojot izstrādāto Krāsu kodu metodi, dot ieguldījumu tehnoloģiju un tiešsaistes izglītības jēgpilnā un efektīvā izmantošanā.

Jaunā Krāsu kodu metode sniedz iespēju studentiem vērot savu mācību procesu. Ieguvums ir arī instruktoram vai mācībspēkam, jo savāktie dati ļauj spriest par kursa elementu kvalitāti un izdarīt par tiem secinājumus pat tad, ja mācībspēkam nav specifisku datu analīzes un kursa novērtējuma prasmju. Šī procesa rezultātā vēlāk veidojas zināšanas un sapratne par mācību procesa dinamiku.

Šajā transdisciplinārajā promocijas darbā izstrādātā Krāsu kodu metode dos ieguldījumu kursu didaktiskās kvalitātes novērtējumā, pateicoties iespējām instruktoram ātri un ērti ieraudzīt tos mācīteļus (mācību kursu veidojošais mācību elements, piemēram, video, teksta fragments vai uzdevums) vai tēmas, kuros studenti mācību procesa laikā atzīmē visvairāk problēmu; tās kursa daļas, kurās problēmas uzrādās vismazāk; tās kursa daļas, kurās studenti mācīties uzskatīja visilgāk, dodot iespēju pilnveidot un objektīvāk novērtēt mācībām nepieciešamo laiku, reaģējot uz problēmām savlaicīgi, ātrāk un vienkāršāk identificējot kursa mācīteļus, kuros nepieciešamas izmaiņas – novērtēt reālā laika procesus vienkāršā un viegli saprotamā veidā.

Metodi var izmantot jebkādā mācību vidē – gan klātienē, gan virtuālā, gan jauktā, kā arī daudzās mācību platformās. Autore cer, ka šī ideja un pieeja dos ieguldījumu strauji augošās un evolucionējošās zināšanu sabiedrības veidošanās un attīstības kvalitātes paaugstināšanā.

Šī metode netieši arī motivē, pateicoties iespējai studentiem kļūt apzinātākiem par savu mācību procesu, līdz ar ko studenti iegūst prasmes labāk kontrolēt savu mācību procesu, plānot laiku un sasniegt mācību mērķus.

Promocijas darbā izstrādātā Krāsu kodu metode dod ieguldījumu studiju aktivitātes un studiju materiālu barjeras pārvarēšanā, sniedzot studentiem rīku, kas palīdz veidot apzinātāku mācību procesu un vienlaikus sniedz instruktoram atgriezenisko saiti par mācību procesu un ļauj izdarīt secinājumus par mācību materiālu kvalitāti.

Krāsu kodu metode ļaus labāk izprast un novērtēt studentu uzvedību un mijiedarbību ar mācību resursiem un mācību pārvaldības sistēmu, kā arī iegūt kursa datus un jaunus artefaktus no mācību sesijām.

Promocijas darbā izstrādāto Krāsu kodu metodi paredzēts izmantot mācību pārvaldības sistēmās kā spraudni vai sistēmas papildinājumu, proti, kā mācību organizāciju sastāvdaļu. Autore uzskata, ka izkaisītos mācību pasniegšanas tipos metode nevar sevi pilnībā atklāt un nedod lielu pievienoto vērtību, jo paredzēta tieši pilnīgi izveidotam mācību kursam ar savā starpā saistītiem mācīteļiem un citām tradicionālām mācību pārvaldības sistēmas sastāvdaļām.

Ņemot vērā novērojumus un balstoties pieredzē, tika secināts, ka Krāsu kodu metode būtu noderīga neformālajā un īslaicīgajā (kursi, semināri utt.) izglītībā un tālmācībā, kur skolotājs satiek savus klausītājus īsu laika sprīdī vai ļoti reti, un tas apgrūtina grupas dinamikas un individuālo vajadzību novērtēšanu.

Pētījumā atrastas mīļsakarības starp Krāsu kodu metodes izmantošanu virtuālajā vidē un eksāmenu rezultātiem, kā arī ekrānpogu tipu izmantošanas proporciju, kas liecina par saistību starp šiem elementiem un paver jaunus nākotnes pētījumu virzienus.

1.7. Rezultātu aprobācija

Promocijas darba gaita un rezultāti atspoguļoti 11 prezentācijās un publikācijās.

1. Juškaite, L., Dzelzkalēja, L., Ipatovs, A., Kapenieks, A. Mobile Apps for teaching Physics: situation in Latvia. In: Proceedings of the 12th International Conference on Computer Supported Education, Czech Republic, Prāga, 2–4 May, 2020. Prāga: INSTICC, **2020**, pp.438-444. ISBN 978-989758417-6. ISSN 2303-4521. Available from: doi:10.21533/pen.v7i1.361 (**SCOPUS**) (*projekts FuturICT 2.0*).
2. Dzelzkalēja L. “User Behaviour Study in Virtual Learning Environment” Prezentācija projekta Futur ICT dalībnieku tikšanās laikā Brasovā, Rumānijā (**2019.** gada oktobris).
3. Dzelzkalēja, L., Ipatovs, A., Kapenieks, J. Color Codes: Comparative Conclusions. International Journal of Engineering & Technology, **2019**, No. 1, pp. 1–3. ISSN 2227-524X. (**SCOPUS**) (*projekts FuturICT 2.0*).
4. Dzelzkalēja L. Color Code Method Design Evaluation and Data Analysis. International Journal of Engineering and Technology, **2018**, 7, No 2 Special Issue 28, Pages 106–109, <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.28.12889> (**SCOPUS**) (*projekts FuturICT 2.0*).
5. Dzelzkalēja L., Timšāns Ž. Colour Codes Method Digitalization in edX E-learning Platform. Proceedings of the 10th International Conference on Computer Supported Education, Portugal, Funchal, Madeira, March 15–17, **2018**, Pages 165–172. ISBN 978-989-758-291-2. (**SCOPUS**) (*TELECI un FuturICT 2.0 projekti*) (**Nominēts labākajam doktoranta raksta apbalvojumam**).
6. Dzelzkalēja L. “Colour code method digitalization” Prezentācija projekta Futur ICT dalībnieku tikšanās laikā Tallinā, Igaunijā (**2018.** augusts).
7. Dzelzkalēja L. Contradictions in Higher Education. Journal of Teacher Education for Sustainability, **2018**, 20, No 1, Pages 124–144. <https://doi.org/10.2478/jtes-2018-0008> (**SCOPUS**) (*TELECI projekts*).
8. Aleksandrs Gorbunovs, Iveta Daugule, Sabine Grīnberga, Raj B. Adamaram Seshadri, Viktors Zagorskis, Laura Dzelzkaleja, Zanis Timsans Atskaite Tehnoloģiska mācību ekosistēma ar gadījuma rakstura mijiedarbībām (TELECI) Aktivitāte Nr. 4 (WP4) “E-pakalpojumu informācijas sistēmas konceptuālais dizains” (Conceptual Design of Advanced e-Services Information Systems). Atskaites periods: **08.03.2017.–28.02.2018.**
9. Dzelzkalēja L. Real Time Color Codes in a Classroom. Proceedings of 9th International Conference on Computer Supported Education, Portugal, Porto, April 21–23, **2017.**, Pages 111–117 (**SCOPUS**) (**Saņemts apbalvojums par labāko pozīcijas rakstu**).
10. Dzelzkalēja L., Kapenieks J. Real time colour codes in assessing e-learning process. Procedia – Social and Behavioral Sciences International conference Meaning in Translation: Illusion or Precision MTIP2016 Proceedings, May **2016**, Riga, Latvia, Pages 263–269, 10.1016/j.sbspro.2016.09.101 (**SCOPUS**).
11. Dzelzkalēja L. Nākotnes augstskola: jautājumi Rīgas Tehniskā Universitātē 57. starptautiskā zinātniskā konference **2016.** 17. oktobris.

Šajā promocijas darbā izstrādātā Krāsu kodu metode un iegūtie rezultāti bija arī daļa no *EU ERANET FLAG ERA* projekta “*FuturICT 2.0 – Large scale experiments and simulations for the second generation of FuturICT*” (liela mēroga eksperimenti un simulācijas *FuturICT* otrajai paaudzei). Šis ir starptautisks projekts (*futurict2.eu*, 2020), kas sākās 2017. gada februārī un beidzās 2020. gadā. Šī projekta ietvaros rezultāti par promocijas darba gaitā izstrādāto Krāsu kodu metodi prezentēti divās projekta tikšanās reizēs.

Projekta izaicinājums bija ierobežotu resursu pārvaldība un riska grupās esošu cilvēku un kopienu atbalstīšana, veidojot spēcīgas informācijas sistēmas, kas balstītas lielajos datos un mākslīgajā inteliģencē. Digitalizācija nākotnē nozīmē milzīgas strukturālas izmaiņas globālajā ekonomikā, kas var izraisīt ievērojamu bezdarba pakāpi, ja vien ekonomiskās sistēmas netiks reformētas. Projekta mērķis bija apvienot labākos akadēmiskos prātus no dažādiem sektoriem, tādiem kā sociālās un datorzinātnes. Ar kopīgi pārraudzītiem pētījumu projektiem, darbnīcām, apmaiņām un tikšanās reizēm projekts ienes jaunākās jomas zināšanas (lielie dati, mākslīgais intelekts, aģentu bāzētas simulācijas, lietiskais internets, *blockchain* tehnoloģija). Starpdisciplinārā pieeja liks teorētiskos un organizacionālos pamatus nākotnes digitālajai ekonomikai, izmantojot pieeju:

Gudras tehnoloģijas + gudri cilvēki = nākotnes ekonomika (*smart technology + smart citizens = the economy of the future*).

Šajā promocijas darbā ietvertā metode un tās idejas iestrādātas arī projektā “Tehnoloģiska mācību e-ekosistēma ar gadījuma rakstura mijiedarbībām” (*TELECI*). Rīgas Tehniskās universitātes Tālmācību studiju centrs ir sācis projekta īstenošanu 01.03.2017. Projekta mērķis ir izstrādāt uzlabotu e-studējošā profila modeli un izveidot atbalsta sistēmu daudzskrānu e-studiju scenārijiem. Projekts noslēdzās 29.02.2020.

1.8. Struktūra

Promocijas darbs *Jaunas e-studiju vides mācību analītiskās metodes “Krāsu kodu metode” izstrāde un darbības pētījums* izstrādāts Rīgas Tehniskās universitātes E-studiju tehnoloģiju un humanitāro zinātņu fakultātes Tālmācības studiju centrā doktorantūras studiju programmā “E-studiju tehnoloģijas un pārvaldība” kā transdisciplinārs pētījums inženierzinātņu apakšnozarē zinātniskā grāda iegūšanai.

Promocijas darbs ietver ievadu, piecas nodaļas, secinājumus, tēzes un bibliogrāfiju.

Pirmajā nodaļā sniegts mācību procesa problemātikas un tendenču apskats saistībā ar jaunu novērtējuma metožu nepieciešamību digitālajā laikmetā un saistītais izglītības likumdošanas un plānošanas dokumentu ietvars, jo īpaši saistībā ar augstskolu izglītību un e-studijām Latvijā un pasaulē. Šis ietvars un esošās situācijas analīze ļauj konstatēt vājās vietas un nākotnes attīstības tendences, tādējādi palīdzot formulēt jaunas metodoloģijas nepieciešamību un tās vietu izglītības sektorā.

Otrajā nodaļā sniegts e-studiju sistēmas raksturojums, aprakstīta tās uzbūve un praktiskais lietojums saistībā ar digitālā un globālā laikmeta prasībām. Veikta mūsdienu izglītības sistēmu ietekmējošo un ietekmējošo mācību teoriju, tajā skaitā, e-pedagoģijas, analīze, kā arī raksturota e-studiju sistēmas uzbūve, tās sastāvdaļas un ietekmējošie faktori. Šī nodaļa palīdz izveidot

zināšanās balstītus Krāsu kodu metodes uzbūves pamatprincipus, kā arī ļaut tai piešķirt vispārēju vietu izglītības teoriju klāstā.

Trešajā nodaļā dots analītikas un atgriezeniskās saites metožu apskats mācību procesa un e-studiju kontekstā. Pievērsta uzmanība kursu novērtējuma nepieciešamībai un metodoloģijai, izmantojot mācību analītiku, pieminot arī datizraces un lielo datu nozīmi. Šī nodaļa sniedz iespēju aptvert plašo mācību analītikas problemātiku, identificēt problemātiskos jautājumus un veidot atbildes reakciju uz tiem Krāsu kodu metodes (KKM) veidā.

Ceturtajā nodaļā dots KKM koncepcijas un būtības apraksts, analizēta validācijai izmantotā metodoloģija un secinājumi par to. Nodaļas beigās sniegts vispārējs metodes koncepcijas novērtējums. Definēti datu tipi, kas iegūstami, izmantojot šo metodi, un pamatots, kāpēc šie datu tipi ir nozīmīgi, un kā KKM pieeja atšķiras no jau esošajiem risinājumiem un iegūstamajiem datu tipiem.

Piektajā nodaļā aprakstīts KKM darbības pētījums un aprobācija klātienēs un virtuālajā vidē, aprakstīti novērojumi un rezultāti.

Secinājumos sniegta metodes SVID analīze, galvenie pētījuma secinājumi un ieskicēti turpmāko pētījumu virzieni.

Literatūras sarakstā ir 290 literatūras avoti. Darba apjoms ir 144 lappuses, tajā ietvertas piecas tabulas un 24 attēli.

2. ATSEVIŠĶU NODAĻU IZKLĀSTS

2.1. Mācību procesa problemātikas un tendenču apskats saistībā ar jaunu novērtējuma metožu nepieciešamību digitālajā laikmetā

Šajā nodaļā aprakstīta esošā un aktuālā situācija izglītības likumdošanās un izglītības jomā kopumā. Uzsvars ir uz aktualitātēm augstskolu izglītībā, jo e-studijas un to risinājumi plašāk tiek izmantotas pieaugušo izglītībā.

E-studiju tehnoloģiju un pārvaldības ir galvenā šī darba zinātņu apakšnozare (saskaņā ar Ministru kabineta 2018. gada 23. janvāra noteikumiem Nr. 49 “Noteikumi par Latvijas zinātnes nozarēm un apakšnozarēm”). E-studiju tehnoloģijas un pārvaldība ir zinātnes apakšnozare, kurā pēta e-studiju risinājumu arhitektūru, inženieriju un tehnoloģijas, zināšanu radīšanas un pārneses procesus tajās, lietojot informācijas un komunikācijas tehnoloģiju, lai radītu reālā laikā, katrā vietā vienmēr pieejamus augstas kvalitātes e-studiju risinājumus individuālā, organizācijas un sabiedrības līmenī. Ņemot vērā šo skaidrojumu, kļūst saprotams, kāpēc tik daudz laika un uzmanības veltīts priekšizpētei šajā darba nodaļā – lai notiktu veiksmīga zināšanu pārnese, izmantojot tehnoloģiskos risinājumus, ir ļoti svarīgi iepazīties ar esošo situāciju, lietotāju problēmām un vajadzībām, izdarīt secinājumus par esošo risinājumu trūkumiem un priekšrocībām, lai pēc iespējas precīzāk identificētu jaunās metodes (Krāsu kodu metodes) nepieciešamos raksturlielumus, lai tā būtu funkcionāla, sniegtu labumu lietotājam un veicinātu augstas kvalitātes zināšanu radīšanu un pārnesi.

Šajā nodaļā apskatīti tādi jēdzieni kā zināšanu sabiedrība, izglītības būtība un definīcijas un ilgtspējīgas attīstības, tajā skaitā, izglītības loma un nozīme ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanā saistībā ar ANO ilgtspējīgas attīstības mērķiem. Šajā nodaļā iepazīstināts arī ar galvenajiem reģionālajiem, Eiropas un pasaules līmeņa plānošanas dokumentiem, to mērķiem un

definētajiem izaicinājumiem lai sniegtu ieskatu likumdošanā iestrādātajās tendencēs, kas dod iespēju redzēt, kas ir aktuāli arī formālajā vidē un kādā virzienā dodamies.

Balstoties dažādu pētījumu rezultātos un personīgajos novērtējumos un pieredzē, identificētas arī septiņas izaicinājumu grupas augstskolu izglītībā, kas būtu jārisina, lai sasniegtu digitālās sabiedrības mērķus un risinātu izaicinājumus. Šī nodaļa ir visai apjomīga un vispusīgi analizē mūsdienu augstākās izglītības problēmas un realitātes. Dažādo pretrunu, problēmu un vajadzību identificēšana izglītības sektorā, it īpaši augstākajā izglītībā, kas ir galvenā apskatītā Krāsu kodu metodes virtuālā risinājuma mērķauditorija, sniedz iespēju metodi radīt ilgtspējīgāku un piemērotāku esošajai situācijai. Identificētajās izaicinājumu grupās izkristalizējas saistība starp augstskolu misiju un izglītības jēdziena izpratni augstskolās. Krāsu kodu metode sniedz ieguldījumu vairāku izaicinājumu risināšanā, jo palīdz veicināt kvalitatīvas izglītības pieejamību, pateicoties iespējai uzlabot tiešsaistes mācību procesu un kursa kvalitāti.

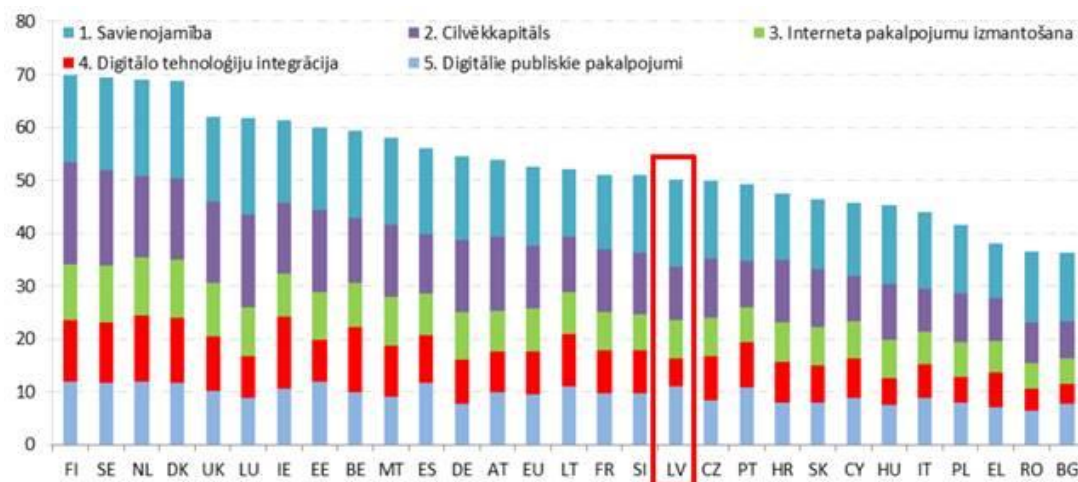
Šajā nodaļā apskatītās tēmas un likumdošanas ietvars dod iespēju gūt priekšstatu par aktuālajām problēmām un pētniecības virzieniem, kas palīdzējuši veidot arī Krāsu kodu metodes ideju, ietvaru un nozīmi.

Jaunā Krāsu kodu metode un tās darbības pētījums izstrādāts saskaņā ar *UNESCO* vērtībām (*UNESCO*, 2005), lielu uzmanību pievēršot tieši situācijas priekšizpētei, palīdzot kartēt jomas attīstību un piedāvāt jaunu tehnoloģisko risinājumu, kas ir inovatīvs, mērogojams un viegli nododams tālāk. Politikas un plānošanas dokumentu izpēte un analīze, kā arī esošās situācijas kartēšana ar ieteikumiem un prognozēm nākotnei padara šo promocijas darbu arī politiski nozīmīgu ilgtspējīgākas izglītības un sabiedrības attīstībai. Tādējādi šis transdisciplinārais pētījums ir arī ieguldījums bagātīgākai kopējās informācijas, metožu un zināšanu bāzes veidošanā, izmantojot IKT sniegtās iespējas, lai veicinātu izpratnē balstītu lēmumu pieņemšanai izglītības sektorā.

Jaunākajā Latvijas Nacionālā attīstības plānā 2021.–2027. gadam (Latvijas Republika, 2020) jau pilnībā ieviests zināšanu sabiedrības jēdziens kā nozīmīga ilgtspējīgas nākotnes neatņemama un reāla sastāvdaļa. Teikts, ka, lai veidotos zināšanu sabiedrība, izglītības procesā faktu iegaumēšana ir aizstāta ar kompetenču apguvi. Paredzēts likt uzsvāru uz integrētu mācību pieeju tehniskajos mācību priekšmetiem, uzlabojot skolēnu zināšanas dabaszinātnēs, tehnoloģijās, inženierzinātnēs un matemātikā. Šajā dokumentā arī identificēts, ka IKT nozares sasniegumi un to plaša pieejamība ir katalizators pārmaiņām tautsaimniecībā, valsts pārvaldē un sabiedrībā kopumā. Zināšanu sabiedrība, pateicoties mērķtiecīgai IKT risinājumu lietošanai, pārveido pastāvošos un rada jaunus procesus, biznesa modeļus, paradumus un kultūru jebkurā tautsaimniecības un dzīves sfērā. Zināšanu sabiedrība ne tikai izprot, adaptējas un pilnvērtīgi izmanto digitalizācijas ceļā pārveidoto jauno realitāti, bet ir arī motivēta, prasmīga un vieda visaptverošas Latvijas digitālās transformācijas virzītāja. Zināšanu sabiedrība rada arvien jaunas zināšanas un virzās no zemo izmaksu darbaspēka ekonomikas uz zināšanu komercializācijā balstītu produktivitāti. Produktivitāti paaugstina jaunas zināšanas un tehnoloģijas, plašas izglītības iespējas un inovāciju atbalsts, ieguldījumi cilvēkkapitālā un atbalstoša institucionālā vide, kas ļauj zināšanas pārvērst starptautiski konkurētspējīgos produktos un pakalpojumos ar augstāku pievienoto vērtību.

Šo transdisciplināro pētījumu īpaši iespaidojušas tādas attīstības tendences kā globalizācija, tehnoloģiju attīstība, pieaugošs lēmumu pieņemšanas caurspīdīgums un efektivitāte, kā arī strauji mainīgais darba tirgus pieprasījums. Šīs tendences reizē gan radījušas vajadzību pēc

jaunas novērtējuma metodes, gan arī ļāvušas izstrādāt Krāsu kodu metodes idejisko ietvaru un tehnoloģisko risinājumu.



5. att. Digitālās ekonomikas un sabiedrības indekss (DESI) (Latvijas Republika, 2019), 2019. gada sarindojums.

Latvijas uzņēmējdarbības nozare joprojām atpaliek no ES vidējiem rādītājiem (5. att.) ne tikai digitālo tehnoloģiju integrācijas aspektā, bet arī cilvēkkapitāla jomā. Gandrīz pusei iedzīvotāju joprojām trūkst digitālo pamatprasmju, turklāt arī sagatavoto IKT speciālistu skaits atpaliek no augošā pieprasījuma darba tirgū. Arī digitālo tehnoloģiju izmantošana uzņēmumu vidū ļoti atpaliek, jo Latvijas uzņēmumi neizmanto iespējas, ko piedāvā e-komercija. Arī sociālo plašsaziņas līdzekļu izmantošanā Latvijas uzņēmumu rādītāji ir ievērojami zemāki par ES vidējiem rādītājiem (5. att.).

Neskatoties uz daudzskaitlīgajiem pētniecības darbiem, strauji pieaugošajām tehniskajām iespējām un straujajai zināšanu attīstībai, šķiet, ka augstākā izglītība nemainās saskaņā ar to. Tāpēc ir svarīgi saprast iemeslus, lai varētu virzīties ilgtspējīgas augstākās izglītības virzienā. Autores pētījumā izceltas un aprakstītas septiņas galvenās pretrunu grupas augstākās izglītības sektorā šobrīd (Dzelzkalēja, 2018). Analīze vairāk koncentrējas uz situāciju Latvijā, kur izstrādāts šis promocijas darbs. Par galveno pētījuma priekšmetu izvērtās universitātes misija, jo, analizējot dažādu augstskolu misijas, tika atklāts, ka reitingos zemu novērtētām universitātēm misijas formulējumā trūkst skaidrības par atšķirību starp apmācību un izglītību, lielāku uzsvāri liekot uz apmācību, kas kļūst par nākotnes problēmu, un šī situācija iespaido ilgtspējīgas izglītības mērķu sasniegšanu. Pretrunu pētījums ir visai apjomīgs un sniedz tik ļoti nepieciešamo ieskatu mūsdienu augstākās izglītības problēmas un reālijās. Dažādo pretrunu, problēmu un vajadzību identificēšana izglītības sektorā, it īpaši augstākajā izglītībā, kas ir primārā Krāsu kodu metodes mērķauditorija, sniedz iespēju metodi radīt ilgtspējīgāku un piemērotāku esošajai situācijai.

Ir svarīgi apskatīt izglītības lauku plaši un holiski, lai ieraudzītu sakarības, kas atšķir labu izglītību no izcila. Un ir svarīgi šīs atziņas ņemt vērā un iestrādāt arī konkrētos metodoloģiskos un tehnoloģiskos risinājumos, kas palīdz uzlabot izglītības kvalitāti, paturot prātā izcilības komponenti. Šajā transdisciplinārajā pētījumā izveidotās Krāsu kodu metodes koncepcijas un tehnoloģiskā risinājuma izstrādes gaitā autore centusies ņemt vērā izglītības (šī jēdziena vistīrākajā izpratnē) un holisma idejas.

2.2. E-studiju sistēmas raksturojums, uzbūve un praktiskais lietojums saistībā ar digitālā un globālā laikmeta prasībām

Šajā nodaļā aprakstītas pieejas mācību procesam, sākot ar mācīšanās teoriju ietvaru, kas dod iespēju saprast izglītības sistēmas pamatu un tendences šajā jomā. Minēta arī jauna izglītības zinātnes nozare – e-pedagoģija. Uz mācīšanās teoriju un e-pedagoģijas pamata aprakstīta e-studiju sistēma.

Šajā nodaļā diskutēts arī par e-studiju sistēmas uzbūvi, dizainu un tās elementiem, kā arī ieskicēts vēlamā kursa dizaina ietvars. Šajā nodaļā stāstīts par sistēmas jēdzienu un tā izpratni e-studijās, sniedzot tā skaidrojumu līdzībās ar ekoloģisko sistēmu. E-studiju sistēma ir visai jauns un vēl attīstībā esošs jēdziens, visaptveroša un viennozīmīgi definēta skaidrojuma šobrīd literatūrā vēl nav, tādēļ jo īpaši nozīmīgs ir autores sniegtais skaidrojums ar ekoloģisko teoriju palīdzību.

No vispārīgas sistēmas tālāk pāriets pie konkrēta risinājumu e-studiju realizācijā, proti, mācību pārvaldības sistēmas (*Learning management system*) jeb *LMS*, skaidrojot *LMS* būtību un elementus, tipus un veidus, kā arī sniedzot piemērus par *LMS* izmantošanu.

Lai izprastu jaunās Krāsu kodu metodes mērķauditoriju un to, ar kādām izglītības sistēmām un paņēmieniem šī auditorija šobrīd ir pazīstama un strādā, radīta šī promocijas darba nodaļa. Šajā nodaļā veikta kartēšana, arī vēsturiskā kontekstā, ļaujot veidot un pamatot pēcāk izvēlētos inženiertehniskos un pedagoģiskos risinājumus Krāsu kodu metodes izstrādē.

Visatpazīstamākās no pedagoģijas teorijām ir četras: objektīvisms; kognitīvisms; biheiviorisms; konstruktīvisms. Vairāk informācijas par šīm teorijām var iegūt Šunka un Harasima (*Schunk, 1997; Harasim, 2017*) darbos. Šajā transdisciplinārajā pētījumā izstrādātā Krāsu kodu metode balstās tieši konstruktīvisma pieejā, uzskatot to par pētījumos un metodoloģijā vislabāk pamatoto un attīstītāko mūsdienu attālinātajā mācību procesā izmantojamo mācīšanās teoriju. Nav izslēgts, ka tuvā nākotnē arī kāda cita mācīšanās teorija vai pieeja gūs pietiekamu metodoloģisko atbalstu un aizstās konstruktīvismu, taču pagaidām tās ir vēl tikai izstrādes stadijā.

Pateicoties tiešsaistes mācīšanās attīstībai, ir sākusi attīstīties arī jauna pētījumu un darbības disciplīna – e-pedagoģija. Tradicionāli pedagoģija tiek definēta kā mācīšanās un izglītības teorija un prakse; kā zinātnisks atzars tā pēta teorijas un prakses vienotību. E-pedagoģija kā pedagoģijas atzars ir savā attīstības sākuma stadijā (Balduņš, 2016), un nav vienotas izpratnes par to, kas tas īsti ir, ar ko atšķiras un kā nošķirams no parastās pedagoģijas, tomēr ir bijuši mēģinājumi to definēt un izveidot struktūru un ietvaru. E-pedagoģiju vispārīgi var definēt kā “mācīšanās dizains, kas ietver izglītības kvalitāti, vērtības un mācīšanas efektivitāti, mācīšanās un vērtējuma aktivitātes, ko nodrošina tehnoloģijas”.

E-studijas ir salīdzinoša jauna zinātņu un pētniecības nozare, tāpēc arī definīcijas un jēdzieni tajā ir attīstības stadijā, un tā rezultātā bieži nav vienotas izpratnes par dažādu termiņu un jēdzienu nozīmi, jo dažādos avotos tie lietoti ar neredzamu atšķirīgu nozīmi. Šajā darbā ar jēdzienu “E-studiju vide” saprot virtuālu vidi, kurā mērķtiecīgi sakopotu mācību materiāli, lai sasniegtu noteiktu mācību mērķi (atšķirībā no informācijas meklēšanas internetā, kur tā ir

izkaisīta pa dažādiem avotiem), ar kuru mijiedarbojas izglītojamaais virtuālā mācību procesa laikā (lietotāja saskarne); jēdziens “Mācību vadības sistēma” (*LMS*) ietver mācību vidi, kā arī tehnisko mācību satura nodrošinājuma pusi (“*backend*”) un lietotāja uzvedības datu uzkrāšanas un analītikas daļu un citas tehnoloģiskās sistēmas, kas nodrošina ērtu lietotāja pieredzi, piemēram, kļūdu komunikācija un testēšanas sadaļa, proti, visu tehnisko infrastruktūru; jēdziens “E-studiju sistēma” ietver abus iepriekšminētos jēdzienus, kā arī lietotājus – izglītojamos, mācībspēkus, kursu instruktorus, viņu savstarpējo mijiedarbību, mācību kursa evolūciju utt. – sistēmas robežas tiek noteiktas katrā gadījumā individuāli atkarībā no vajadzības.

Runājot par e-studiju ekosistēmu, var identificēt un nodalīt atsevišķas globālās sistēmas apakšsistēmas, balstoties vides un dalībnieku atšķirībās. Taču atšķirībā no bioloģiskām ekosistēmām e-studiju ekosistēma ir visai homogēna viscaur globālajā sistēmā, jo “nedzīvā vide” šajā gadījumā ir ļoti līdzīga, un tehnoloģiskie risinājumi, kas nodrošina šo vidi, visā pasaulē ir līdzīgi un līdzīgā pieejamībā. Un tomēr pastāv iespēja nodalīt atšķirīgas globālās e-studiju ekosistēmas apakšsistēmas, ņemot vērā gan ģeogrāfiskos reģionus, gan institūciju tipus, gan zināšanu plūsmas tipus, gan satura veidošanas un nodošanas paņēmieni tipus, gan dalībnieku uzvedības un personisko raksturlielumu tipus.

E-studiju sistēmas gadījumā par populāciju varētu uzskatīt noteiktu infrastruktūras tipu izmantojošu vai noteiktā institūcijā esošu sistēmas dalībnieku kopumu, kas, pateicoties vienojošajam vides elementam, var savstarpēji mijiedarboties, apmainoties ar zināšanām un ietekmējot viens otra viedokļus. Arī ekoloģiskās sukcesijas jēdzienu, kas stāsta par ekosistēmas pārveidošanos laika gaitā, mainoties gan dzīvajiem, gan nedzīvajiem faktoriem, galvenokārt to mijiedarbības rezultātā, var piemērot e-studiju sistēmai. E-studiju ekosistēmā var nodalīt prognozējamās sukcesijas, sākot no dalībniekiem, kas mēdz neapzināti un bez skaidri definētiem izvēles kritērijiem izvēlēties vai piecieš (jo varbūt nav izvēles) ne pārāk augstas kvalitātes kursus, kuros ir e-studiju elementi, un beidzot ar kļūšanu par aktīvu zināšanu veidotāju – dalībnieks jaunajā sistēmā jūtas tik pārliecināti un komfortabli, ka ir spējīgs atbildēt uz jautājumiem un sniegt informāciju citiem dalībniekiem, varbūt pat piedaloties izglītojoša satura mācību veidošanā. E-studiju sistēmu var pielīdzināt organismam, kurā atsevišķas daļas nespēj funkcionēt efektīvi bez kopuma un visa organisma.

Laika gaitā e-studiju sistēmu sarežģītība ir pieaugusi. Galvenais virziens pārveidojies uz izglītojamā interesēm un mērķiem, mēģinot atrast rīkus, kas varētu sadarboties ar izglītojamo. E-studiju sistēmas kļūst arvien elastīgākas un dažādākas. Šīs sistēmas, lai pielāgotos izglītojamajam, tiek tieši atvasinātas no izglītojamā darbībām un pievadītajiem datiem. Adaptīvās informāciju sistēmas ņem vērā izglītojamā esošās prasmes, iepriekšējās zināšanas un intereses. Tās pielāgojas izglītojamā vajadzībām un profilam, radot personalizētu mācību ceļu (*Brusilovsky, 1998*).

Līdz ar to mācību kursi un saturs arī tiek pielāgots – sistēma “lasa” izglītojamos, domā un izlemj viņu vietā par to mācību satura sniegšanu, kas atbilst izglītojamo vajadzībām un mazina zināšanu robus. Galvenie izaicinājumi e-studiju sistēmas dizainā ir vizuālo tēmu demonstrācija, statistiskā analīze pirms noteikta temata lietošanas un temata veidošana uz tēmas bāzes, kā arī iespēja sadarboties, lai veidotu jaunu informāciju par tematu (*Gorbunovs, 2018*).

Atvērtā avota *LMS* izmantošanas pieaugums ir viena no jomas tendencēm. Tas paver iespējas izstrādāt dažādus spraudņus un viegli tos pievienot *LMS*. Šis princips ievērots un izmantots, izstrādājot jaunās Krāsu kodu metodes tehnoloģisko risinājumu.

Kaut arī *LMS* izmantošana mācīšanā ir diezgan plaši sastopama daudzās augstākās izglītības iestādēs, skolotājiem, kas izmanto *LMS* savosursos, bieži nav iespēju sekot līdzi tam, kas tieši notiek viņu tiešsaistesursos, kā studenti tajos uzvedas un kāda ir studentu pieeja, mācoties no tiešsaistes materiāliem vai kā viņi turpina procesu, kad iesākuši mācību aktivitātes. *LMS* pamatā neietver padziļinātus datizraces rīkus, savukārt ārējie datizraces rīki ir pārāk sarežģīti skolotājiem, un to iespējas sniedzas ārpus tā, kas skolotājam būtu vajadzīgs (Romero, 2008; Romero, 2010; Romero, 2016). Tāpēc ir nepieciešams veidot jaunus vienkāršus un pietiekami detalizētus analītikas un datizraces rīkus skolotājiem, lai viņi varētu novērot studentu uzvedību un mijiedarbību tiešsaistes aktivitāšu laikā (Juhaňák, 2019). Šis promocijas darbs ir mēģinājums virzīties pretī šīs vajadzības apmierināšanai, piedāvājot jaunu reālā laika atgriezeniskās saites analītikas metodi, kas vienkāršā veidā sniegtu vērtīgu informāciju mācībspēkam un lieki neapgrūtinātu arī studentu. Jaunā metode ir domāta, lai nepārtraukti atspoguļotu mācību procesu reālajā laikā.

2.3. Analītikas un atgriezeniskās saites metožu apskats mācību procesa un e-studiju kontekstā

Šajā nodaļā runāts par kursa novērtējuma nozīmīgumu, kāpēc tas nepieciešams, kā arī sniegtas vispārējas vadlīnijas, kā novērtējumu veikt. Tālāk uzmanība vērsta jau uz konkrētākiem kursa novērtējuma paņēmieniem, izmantojot analītikas paņēmienus, sniegta informācija par mācību analītiķi, tās būtību un ietvaru. Svarīga mācību analītikas sastāvdaļa, kas palīdz iegūt vērtīgos datus analīzes veikšanai mūsdienu digitālajā laikmetā, ir lielo datu apstrāde un datizraces metodes, stāstot par datizraces nozīmi, iespējām, tehnoloģiskajiem risinājumiem un piemēriem mācību analītikas kontekstā. Pieminēti arī novērtējuma metožu un modeļu piemēri, kā arī mācību analītikas metožu un rīku piemēri.

Šīs nodaļas ietvaros novērtēta arī promocijas darbā izstrādātā Krāsu kodu metode, apskatot to caur dažādiem analītikas rīku un novērtējuma tipu veidiem un norādot, uz kuriem veidiem un pieejām Krāsu kodu metode attiecas un sniedz pienesumu. Krāsu kodu metode ietilpst kursa novērtējuma metožu klāstā, tāpēc bija svarīgi iepazīties ar esošo situāciju un esošo metožu trūkumiem un priekšrocībām, lai to ņemtu vērā jaunās Krāsu kodu metodes izstrādes un testēšanas gaitā. Šīs nodaļas vērtība slēpjas arī tajā, ka tā dod iespēju izveidot strukturālu ietvaru jaunās Krāsu kodu metodes klasificēšanai, grupēšanai un iedalīšanai citu metožu klāstā.

Kaut arī termini vērtējums un novērtējums reizēm tiek lietoti kā sinonīmi, tos vajadzētu nodalīt. Piemēram, Garisona (Garrison, 2011) pētījumā jēdziens “Vērtējums” tiek lietots, lai apzīmētu tā lomu, novērtējot audzēkņu mācību procesu un rezultātus, un jēdziens “Novērtējums” tiek lietots, lai apzīmētu darbību, kurā tiek salīdzināti mācību objekti (mācībi), kursi un programmas pret snieguma vai rezultātu kritēriju kopumu. Novērtējums, nevis vērtējums, līdz ar to ir jēdziens, kas tiek lietots šī promocijas darba vajadzībām, runājot par kursu un mācību objektu kvalitāti.

Ir vēl viens jēdziens, kas ļoti nozīmīgs šī darba kontekstā. Un tas ir monitorings. Galvenā monitoringa būtība ir savākt precīzu informāciju par faktiem, viedokļiem, ziņojumiem, produktivitāti, uzvedību, kļūdu apjomu un sūdzībām (dlsweb, 2022). Monitorings ir sistemātiska un nepārtraukta informācijas vākšana un analīze par progresu attīstībai nepieciešamas intervences gadījumā (Gosling, 2003; Simister, 2017).

Tradicionāli monitorings atšķiras no novērtējuma, jo to veic drīzāk iekšējais, nevis ārējais, personāls, tas ir drīzāk nepārtraukts nekā periodisks, un tas koncentrējas vairāk uz aktivitātēm un produktivitāti, nevis uz iznākumu un ietekmi. Turklāt monitorings parasti balstās uz sistēmu, nevis ir vienreizēja aktivitāte noteiktā laika posmā (*Simister, 2017*). Mūsdienās abas šīs pieejas sāk saplūst. Monitoringa un novērtējuma pasaulē identificējamās trīs pieejas: rezultātu orientēta; konstruktīvisma; refleksīvā (*Mierlo, 2011*). Krāsu kodu metodei atbilst konstruktīvisma pieeja.

Jauna pētījumu līnija atvērusies saistībā ar studentu uzvedības analīzi *LMS* ar mērķi atrast studentiem raksturīgos uzvedības modeļus, lai palīdzētu uzlabot mācību procesu. Šā brīža e-studiju platformas ļauj reģistrēt studentu aktivitāti, tādējādi dodot iespēju izpētīt notikumus, kas tiek ģenerēti *LMS* rīku izmantošanas procesā (*Cantabell, 2019*). Šajā promocijas darbā izstrādātā Krāsu kodu metode pēc klasifikācijas ievietojama lietotāju uzvedības analītikā *UBA* (*user behaviour analytic*), uz kuru likts uzsvars, izstrādājot un pārbaudot Krāsu kodu metodi. *UBA* lieto lielos datus un mašīnmācīšanās algoritmus, lai noteiktu šīs novirzes no normas tuvu reāllaikam. *UBA* tehnoloģijas analizē vēsturisko datu ierakstus, tajā skaitā tīkla un autentifikācijas ierakstus, kas savākti un noglabāti ierakstu pārvaldības un drošības informācijas un notikumu pārvaldības sistēmās, lai identificētu plūsmas raksturīgo uzvedību, ko nosaka lietotāja uzvedība, gan normāla, gan ļaunprātīga.

UBA vāc dažādus datu tipus (*Bacon, 2017*):

- lietotāju lomu un nosaukumu: pieeju, kontus, atļaujas;
- lietotāja aktivitāti;
- ģeogrāfisko atrašanās vietu;
- drošības trauksmes.

Privātums studentiem ir aktuāls, un tas jāņem vērā mācību kursu un tam pieguļošo rīku izmantošanā, tajā skaitā arī datu analizē (*Hölbl, 2011*). Ņemot to vērā, šajā darbā mēģināts pievērsties arī šīm bažām par datu izmantošanu. Tāpēc dati par Krāsu kodu lietošanu datubāzē tika uzglabāti tikai noteiktu laika periodu, pēc tam automātiski tiek dzēsti, kā arī datu apstrādes vajadzībām tie pārsvarā ir šifrēti, izmantojot studentu *ID*, nevis vārdus un uzvārdus. Nekur pētījuma publikācijās nav izmantota studentu personīgā informācija, tikai kā statistiski grupas dati.

Datu analīze izglītības jomā ir svarīgs un daudzsološs veids, kā iegūt zināšanas par studentu mācību procesu, izveidotu veiksmīgus kursa mācību materiālus, studentu apmierinātību un zināšanu veidošanu. Mūsdienās ar pieaugošu uzmanību par *ICT* rīkiem un risinājumiem un to izmantošanu izglītībā milzīgi pieaug pieejamo izglītības datu apjoms, un parādās iespēja izmantot datus, lai uzlabotu pārvaldības lēmumu kvalitāti. Īpaši tas attiecas uz e-studijām un jaukto apmācību. Kvalitātes prasības augstākās izglītības iestādēs liek piedāvāt pakalpojumus, kas iespējami atbilst studentu, akadēmiskā personāla un citu izglītības sistēmas dalībnieku vajadzībām. Datizrace studentiem un augstākās izglītības iestādēm var palīdzēt pieņemt efektīvākus lēmumus par to, kā uzlabot instrukciju un pakalpojumu kvalitāti (*Al-Twijri, 2015*).

Pasreizējām *LMS* datu analīzes pieejām jāattīstās un jāpielāgojas jaunajiem izaicinājumiem, ar ko saskaras augstākās izglītības institūcijas. Ieteicamais risinājums ir lielo datu izmantošana e-studijās kā jauna disciplīna. Lielie dati piedāvā iespēju sasniegt augstāku *LMS* izmantošanas līmeni, iegūstot pieaugošas priekšrocības no studentu pieredzes un pieņemot lēmumus, kas balstās stratēģiskās atbildēs, kas iegūtas, izmantojot lielo datu rezultātus. Tādējādi ir iespējams

pārveidot kompleksus, nestrukturētus datus izmantojamā informācijā, ar to veicinot noderīgo datu identifikāciju un transformāciju vērtīgā informācijā augstākās izglītības iestādēm (Ducange P., 2016; Cantabell, 2019; Daniel, 2015).

Izglītības datizrace (EDM) ir datizraces tehniku lietošana izglītības datiem. EDM mērķis ir šo datu analīze un izglītības pētījumu problēmu risināšana. EDM izmanto attīstībā esošas jaunas metodes, lai pētītu izglītības datus un labāk saprast studentu mācību vidi, izmantojot datizraces metodes. EDM procesā izejas (jēlie) dati no izglītības sistēmas tiek pārveidoti derīgā informācijā, kam potenciāli varētu būt liela ietekme uz izglītības pētījumiem un praksi. Studentu snieguma prognozēšana un analīze ir svarīgas izglītības vides stūrakmeņi (Kaur, 2015). Galvenais EDM prognožu lietojuma lauks ir studentu izglītības rezultātu prognozēšana (Asif, 2017). Analizēt studentu uzvedību tiešsaistes mācībās un atrast mijiedarbības raksturojošās iezīmes LMS ir izglītības datizraces (EDM) un studiju analītikas pētnieku grupām svarīgi temati (Juhaňák, 2019).

Procesa izraces (process mining), kas ir vēl viens datizraces paveids, metode agrīni pieminēta pirmajā Izglītības datizraces rokasgrāmatā *Handbook of Educational Data Mining* (Romero C. V., 2010) kā viena no EDM tehnikām. Procesa izrace izglītībā tomēr piesaista pieaugošu pētnieku uzmanību. Procesa izrace un tās potenciālais lietojums izglītībā apspriests arī (Reimann P. Y., 2013; Reimann P. M., 2014) darbos, kas savus rakstus veltījuši procesa izraces metodoloģisko izaicinājumu perspektīvai datu intensīvās pētniecības metodēs (Juhaňák, 2019). Krāsu kodu metode ir procesa izraces pieejas piemērs, kurā tiek iegūti un analizēti reālā laika mācību procesa dati.

Ņemot vērā kvalitātes aspektus un kritērijus saistībā ar Krāsu kodu metodi, secināms, ka šī metode attiecas uz personīgo aspektu, ļaujot studentam ielūkoties un labāk saprast savu individuālo mācību procesu; kursa aspektu, ļaujot labāk novērtēt mācību kursa plusus un mīnus un savlaicīgi reaģēt un veikt izmaiņas kursā, saskaņā ar studentu atgriezenisko saiti, kas iegūta ar Krāsu kodu metodes palīdzību; sistēmas aspektu, ņemot vērā to, ka Krāsu kodu metode tiek integrēta jau esošā sistēmā, esošā mācību pārvaldības sistēmā (LMS) un tās tehniskais izpildījums, vizuālais izskats, pogu atbildes reakcija un lietotāja saskarne jāintegrē esošajā sistēmā, kas, protams, tādējādi nozīmē, ka Krāsu kodu metodes efektivitāte varētu tikt ietekmēta arī atkarībā no izvēlētas LMS. To būtu svarīgi ņemt vērā, izvēloties LMS, kurā metodi testēt, kā arī sistēmu veidotājiem nozīmē, ka Krāsu kodu metode jāpielāgo konkrētajai LMS arī tehniski. Papildinot šo saistībā ar Čena, Barkera un Rabai (Chen, 2009; Barker, 2007; Rabai, 2011) pieminētajiem kvalitātes kritērijiem, uz Krāsu kodu metodi attiecas infrastruktūras kvalitātes aspekts (jau minētās LMS izvēles un sistēmas integrācijas nepieciešamības dēļ), mācīšanas metodes (jāizvērtē, vai mācību kursa metodes un mērķi saskan ar Krāsu koda metodes (KKM) sniegtajām iespējām un vai no tās būs jēga), vērtējums un atgriezeniskā saite (veidi, kādos kursa veidotāji jau saņem datus par kursu, kā arī datu veidi – varbūt, ieviešot Krāsu kodu metodi, kādas no jau esošajām metodēm var atmetēt vai modificēt) un cilvēkresursi, skolotāji (agrīnā ieviešanas stadijā, instruktoram jāiepazīstas ar metodes būtību un jēgu, jāiemācās to lietot; kursu tehniskajam personālam jābūt spējīgam metodi pievienot kursa sistēmai, saslēgt ar datubāzi un nodrošināt tehnisko atbalstu datu apstrādē un analīzē. Līdz ar profesionālas lietotāja saskarnes izveidi KKM nepieciešamība pēc tehniskā personāla mazināsies).

Ir pieejami vairāki tiešsaistes rīki atgriezeniskās saites iegūšanai e-studiju gadījumā. Šeit uzskaitīti daži no tiem: *Litmos Author's review* (Litmosauthor, 2016), kas piedāvā iespēju

veidot apskatus sadarbojoties; *Review my learning* (Reviewmylearning, 2016), kas radīts, lai iegūtu atgriezenisko saiti komentāru veidā, kas redzami pārējiem lietotājiem; *Trivantis* (Trivantis, 2016), kas sniedz iespēju pierakstīt komentārus, kas tiek nosūtīti kursa veidotājiem, kuri pēc tam var attiecīgi reaģēt un veikt kursā izmaiņas, savukārt lietotājs pēc tam var novērtēt skolotāja reakciju uz komentāru ar “labi” vai “nav labi”. Tomēr šie rīki nenodrošina iespēju nepārtraukti novērot mācību procesa un paļaujas uz studentu vēlmi iesaistīties konstatēto problēmu definēšanā un ziņošanā par tām. Šāda tipa rīki, visticamāk, pievieno kognitīvo slodzi, jo prasa pārlēkt no mācīšanas uz citu logu/vidi un tad nākt atpakaļ, radot pārrāvumu mācību procesā.

Starp plaši izmantotā metodēm atgriezeniskās saites iegūšanai labs piemērs ir balsošanas sistēmas, kas pauž sajūtu “patīk” un “nepatīk” ar ekrānpogu palīdzību, kas ir izplatīts veids, kā vērtēt fotogrāfijas, video, tekstus u. c. sociālo mediju platformās. Piemēram, *Coursera* mācību platforma piedāvā iespēju novērtēt katru mācību ar “patīk” (piktogramma – īkšķis gaisā) un “nepatīk” (piktogramma – īkšķis lejā), ka arī ziņot par problēmu (piktogramma – karogs), kas vizuāli pasniegti kā tumša kontūra bez pildījuma. Šādu balsošanas sistēmu gadījumā studentiem jāpieņem lēmums par to, vai viņiem patīk vai nepatīk mācīšanās, un šo lēmuma pieņemšanas procesu var saistīt ar papildu kognitīvo slodzi, jo iespējamās tikai divas galējās izvēles. Tādā ziņā KKM ir lielas priekšrocības, jo tā neprasa vērtēt, bet tikai ziņot par faktisko mācību procesa stāvokli. *Moodle* mācību platformās ir pieejams koda bloks, kas dod iespēju mācībspēkam un studentam sekot līdzi progresam ar krāsaina *Progress Bar* rīka palīdzību, kas parāda, cik daudz kursa materiālu jau apskatīts vai izpildīts un identificē studentus, kam ir risks kursu nepabeigt (Attwell, 2006).

Dažādu studentu uzvedības tipu noteikšana un modelēšana mācību vidēs ir viens no pamata pētniecības laucieniem izglītības datizraces (*educational data mining*) EDM pētījumos. Peñja-Aijala (*Peña-Ayala*, 2014) savā apskatā apgalvo, ka studentu uzvedības modelēšana ietverta 21 % EDM pētījumu un vispārēja studentu modelēšana apskatīta 82 % pētījumu. Šā brīža pētījumos tiek modelēti dažādi uzvedības tipi, piemēram, minēšanas uzvedība, gulēšanas uzvedība, sistēmas apspēlēšanas, palīdzības meklēšanas uzvedība, neadekvāta vai pārāk maza palīdzības izmantošana, vēlme sadarboties u. c. (*Baker R. S.*, 2014.; *Peña-Ayala*, 2014). Metodoloģijas sakarā klasterēšana un klasifikācija ir metodes, kas visbiežāk izmantotas, lai pētītu studentu uzvedību (*Juhaňák*, 2019; *Bousbia*, 2014; *Dutt*, 2017; *Jovanović*, 2017).

2.4. Krāsu kodu metode (KKM) digitālā laikmeta izaicinājumu risināšanai

Šajā nodaļā sīkāk apskatīta Krāsu kodu metodes koncepcija un būtība, kā arī analizēta validācijai izmantotā metodoloģija, šajā procesā izdarītie secinājumi un sniegts vispārējs metodes novērtējums. Sīkāk aprakstīti datu tipi, kas iegūstami, izmantojot šo metodi, pamatots, kāpēc šie datu tipi ir nozīmīgi un kā atšķiras jau no esošajiem risinājumiem un iegūstamajiem datu tiem.

Lai validētu metodes darbību un iegūtu informāciju un datus par to, vai un kā metode strādā, tika pieņemts lēmums veikt sistēmas validāciju vairākās iterācijās, sākot ar vienkāršāko un resursu vismazāk ietilpīgāko prototipu, lai iespējami ātri iegūtu atgriezenisko saiti no lietotājiem. Šāda pieeja tika izvēlēta, balstoties uz *Lean Startup* produktu izstrādes

metodoloģiju straujai un efektīvai prototipa validācijai un zināšanu ieguvei no lietotāja, tādējādi iegūstot iespēju nepārtraukti veikt uzlabojumus un novērtēt to svarīgumu lietotāja acīs. Kā pirmā validācijas metode Krāsu kodu sistēmai tika izvēlēta sistēmas pārbaude klātienē skolā. Pēc datu iegūšanas no klātienes eksperimentiem tika izdarīti secinājumi, un, balstoties uz tiem, tika izveidots idejiskais ietvars Krāsu kodu rīka digitālai versijai.

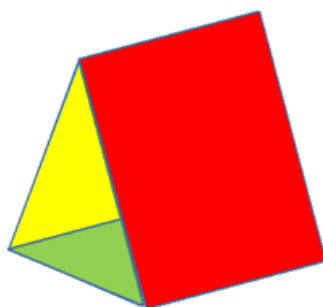
Ir pieejami daudzi tiešsaistes datu analīzes rīki kursa novērtējumam, parasti ar lietotāja saskarnes iezīmēm (piemēram, studentu pieņēmumu un uztveres aptaujas), un pastāv iekārtas, lai reģistrētu un analizētu lietotāju uzvedību, nosakot ielogošanās ilgumu un biežumu, apmeklētas adreses, lietotāja profilu utt. Bet pieejamās vērtēšanas un novērtējuma metodoloģijas nepiegādā pietiekami daudz informācijas par lietotāja uzvedības iemesliem, daudziem no šiem rīkiem ir pietiekami izsmalcināts dizains, tie ir atjautīgi izveidoti, bet tiem trūkst interpretācijas un analīzes vadlīniju (Attwell, 2006).

Tiek piedāvāta jauna metode Krāsu kodu metode (*Color code method*) KKM nepārtrauktai datu vākšanai, lai uzlabotu mācību procesu un mācīšanu gan klases vidē, gan e-vidē. Metodi varēs izmantot plaša spektra audzēkņi – sākot ar pirmsskolas izglītības iestāžu apmeklētājiem un beidzot ar pieaugušajiem, jo metode ir viegli saprotama un lietojama un tās lietošana neprasa īpašas prasmes vai zināšanas. Metodes panākumi un efektivitāte galvenokārt ir atkarīgi no skolotāja (un/vai personas, kas analizē datus, kas iegūti no metodes).

Jaunā metode ir domāta, lai nepārtraukti atspoguļotu mācību procesu reālajā laikā. Metodes galvenais princips: ir trīs krāsu kodi, kurus izglītojamais lieto, lai parādītu mācībspēkam personīgā mācību procesa aktivitātes stāvokli katrā mācību procesa brīdī. Skolēni/studenti lieto trīs krāsu kodus, lai paziņotu par sava darba plūsmas stāvokli jeb *workflow* katrā mācību procesa brīdī. Piedāvāts izmantot trīs krāsu kodus:

- “sarkans” tiek lietots, lai parādītu, ka uzdevums nav skaidrs vai mācību procesa laikā radušās grūtības, pildot uzdevumu, skatoties video vai jebkādā citā veidā mijiedarbojoties ar mācību materiāliem, un nepieciešama palīdzība (mācībspēka konsultācijas vai papildu mācību materiālu veidā);
- “dzeltens” tiek lietots, kad notiek mācību process (piemēram, tiek pildīts uzdevums) un viss ir skaidrs, darbs rit gludi un nav vajadzīga palīdzība;
- “zaļš” tiek lietots, kad uzdevums (vai cits mācību objekts/mācībais) ir pabeigts un nekas ar mācībām saistīts netiek darīts.

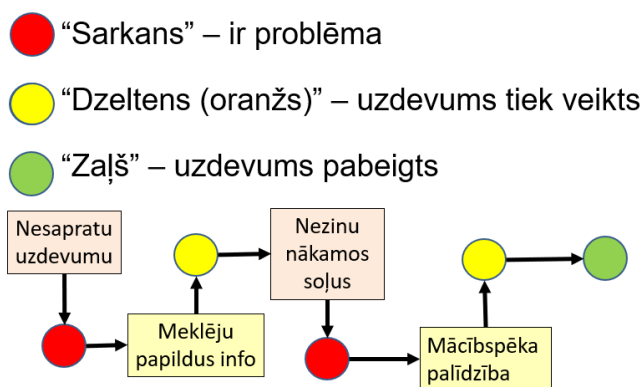
Krāsas izvēlētas, par pamatu ņemot luksofora gaismas, jo šīs krāsas atpazīst gandrīz jebkurš cilvēks, kā arī dod iespēju intuitīvi uzminēt krāsas nozīmi – sarkans kā kaut kas, kas palēnina vai apstādina, zaļš kā kaut kas, kas ļauj doties uz nākamo vietu un ir saistīts ar patīkamām asociācijām, dzeltens kā kaut kas, kas atrodas starp abiem iepriekš minētajiem.



6. att. Kartona krāsu kodu rīka vizualizācija.

Lietošanai reālā klasē tiek piedāvāts krāsu kodu rīks (6. att.), šajā gadījumā no kartona. Šis rīks ir trijstūra prizmas formā bez pildījuma, trijstūra formas skaldnes ir tukšas, savukārt pārējās trīs četrstūra formas skaldnes – katra atšķirīgā krāsā, pārstāvēd vienu no krāsu kodiem: virtuālas mācību vides gadījumā kodiem jābūt redzamiem uz ekrāna, lai students varētu nospiegt uz atbilstošās krāsas ērti un jebkurā mācību procesa brīdī.

Balstoties uz šiem apsvērumiem, kas izklāstīti arī autore publikācijās (Dzelzkalēja, 2016; 2017; 2018), var izveidot modeli, kas atbalsta izglītojamo katrā kursa posmā (7. att.). Kad nav problēmu, izglītojamais pabeidz mācību un var turpināt mācīšanos. Katrā kursa posmā, kad izglītojamajam ir kādas grūtības (sarkanā ekrānpoga), viņš/-a saņem mācību atbalstu un var turpināt mācīties.



7. att. Krāsu kodu metodes būtība.

Tīmeklis un saistītās tīkla tehnoloģijas piedāvā lieliskus risinājumus, lai pasniegtu, publicētu un koplietotu mācību saturu un informāciju. Parasti šim nolūkam tiek izmantota speciāla programmatūra, jau iepriekšējās nodaļās pieminētā Mācību pārvaldības sistēma *LMS*. Mūsdienās tiek izmantotas dažādas *LMS* kā atbalsta rīks e-studijās. Liels skaits *LMS* – gan komerciālu, gan atvērto – tiek plaši izmantoti izglītības un apmācību vajadzībām. Lielākā daļa augstskolu kombinē mācību formas, izmantojot kādu no komerciālajām vai atvērtajām *LMS* (Balogh, 2013).

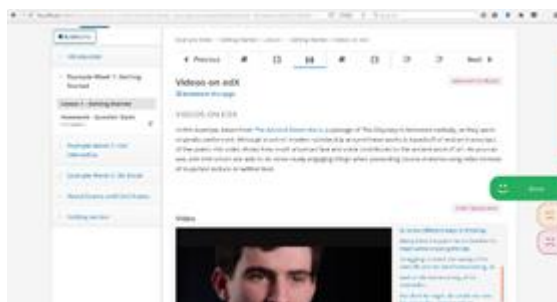
Lielie atvērtie tiešsaistes kursi *MOOC* ir bijis viens iezīmīgākajiem tehnoloģiskajiem jauninājumiem augstākajā izglītībā pēdējās dekādes laikā. Šī transdisciplinārā pētījuma gaitā tika sperts nākamais solis, ieviešot metodi digitālajā vidē – mācīšanās pārvaldības sistēmā (*Learning Management System; LMS*). KKM ieviešanai mācību pārvaldības sistēmā jeb *LMS* tika izvēlēta *edX* mācību platforma, kas ir *MOOC* platforma. Kā atvērtā tipa tiešsaistes platforma tā ir piemērota jaunā krāsu rīka un koda bloka izstrādei, kā arī lai koplietotu šo kodu ar citiem interesentiem. Vairāk par *edX* platformas izvēles iemesliem un *edX* analīzi, salīdzinot ar *Moodle*, var atrast V. Zagorska un A. Kapenieka (Zagorskis, 2018) pētījumā, kurā teikts, ka *edX* platforma jauniešus piesaista vairāk nekā *Moodle*.

Tālāk sniegta *edX* mācīšanās platformas un e-studiju kursa novērtējuma metožu un stratēģiju pārskats, kā arī jaunās metodes apraksts un ieviešanas gaita. Krāsu kodu metode darbojas līdzīgi kā balsošanas sistēmas, sniedzot lietotājam iespēju ziņot par viņa stāvokli mācību procesā, nospiežot atbilstošu pogu, turklāt ar katru spiedienu datubāzē tiek vākti vērtīgi dati.

edX platformu 2012. gada pavasarī laida klajā Masačūsetsas Tehnoloģiju institūts (*MIT*) un Hārvardas Universitāte ar *Google* atbalstu. 2020. gada beigās tai bija jau 35 miljoni lietotāju

(edX, 2021). Salīdzinājumam: Moodle, kas ir lielākā LMS, ir apmēram 253 miljoni lietotāju (Moodle, 2021); Coursera mācību platformai, kas ir lielākā pēc mācību kursu skaita starp MOOC piedāvātājiem, ir 70 miljoni reģistrētu lietotāju (Coursera, 2020). Tātad edX ienāk tirgū kā spēcīgs spēlētājs. edX piedāvā augstskolas līmeņa kursu par tēmām, kas pārsvarā saistītas ar zinātni. edX 2015. gadā arī Rīgas Tehniskā universitātes Tālmācības studiju centrs izveidoja savu pirmo kursu edX mācību platformā.

edX stiprās puses, saskaņā ar (Fenton, 2015), ir lielais augstākās izglītības tiešsaistes kursu katalogs; iespēja pievienoties vai nu pašvadītiem / laikā neierobežotiem (*self-paced*) vai arī laikā ierobežotiem (*timed*) kursiem, kas ir ilgumā no četrām līdz 12 nedēļām; kā arī studenti var kursiem pievienoties kā brīvklasētāji vai arī saņemt Goda sertifikātus (*Honor Certificates*) gan par brīvu, gan par maksu; pieejami video teksta pieraksti jeb transkripti. Atvērtā tipa platforma (*Open edX*) ļauj kursa attīstītājiem un programmētājiem būvēt un koplietot novērtējuma moduļus un veikt izmaiņas mācību platformas izskatā, pievienojot papildu funkcionalitāti ar “xBlocks” palīdzību, kas ir edX arhitektūras sastāvdaļa un savieno dažādus avotus (*Open edX*, 2017). edX iedrošina attīstītājus dot ieguldījumu atvērtā edX iniciatīvā, un, pateicoties kopējām pūlēm, edX platformai ir pieaudzis jaunu iespēju un funkciju skaits.



8. att. edX mācību platformas ekrānšāviņš ar KKM pogām.

Krāsu kodu pogu komplekts tika novietots nemainīgā vietā uz ekrāna (8. att.) un bija nepārtraukti redzams apakšējā labajā stūrī, neskatoties uz to, kurš mācols ir atvērts. Kad atbilstošā poga tika nospiesta, informācija par to tika reģistrēta un nosūtīta datubāzei, kur tika apkopoti visi dati.

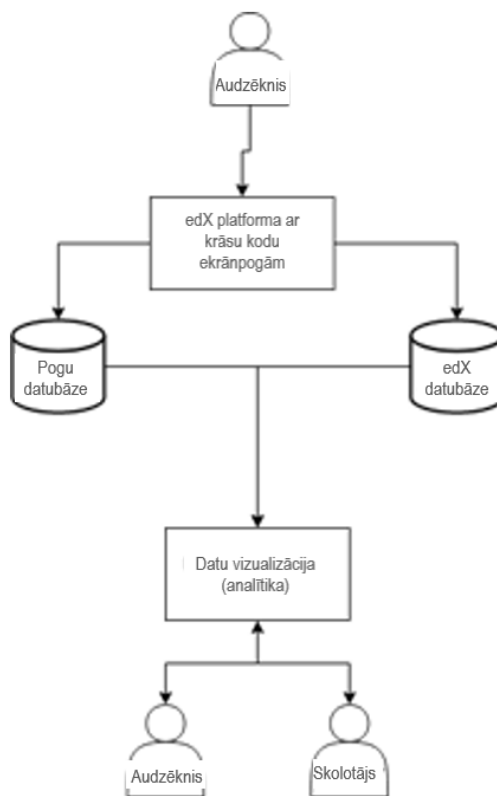


9. att. Virtuālo pogu izskats.

Vizuālā interaktīvā pogu dizaina pamatā ir galvenās lietotāja mijiedarbības un pieredzes dizaina vadlīnijas, tāpēc ir ieviestas attiecīgās krāsas un rotaļīgas animācijas, lai iedrošinātu biežāku mijiedarbību ar pogu rīku (9. att.). Ekrānpogas ir aprīkotas ar aizsardzību pret mēstulēm, kā arī sākotnēji ar ziņojumu, lai lietotājs uzzinātu, ka ekrānpogas piespiediens ir veiksmīgi reģistrēts. Pēc tam tika secināts, ka ziņojuma uzniirstošais logs diezgan ātri kļūst apgrūtināošs un traucējošs, tāpēc no šīs atbildes reakcijas autore nolēma atteikties.

Kā iepriekš minēts, datu vākšana ar šīs metodes palīdzību notiek papildus *edX* iebūvētajai datu vākšanas sistēmai. Nospiešot ekrānpogu liecina par procesu attiecīgajā laikā (pabeigts, process vai problēma (9. att.)). Ar katru ekrānpogas piespiedienu tiek reģistrēti vairāki parametri: 1) kuras krāsas ekrānpoga nospiesta; 2) precīzs laiks līdz sekunde, kad tā nospiesta; 3) lietotāja vārds; 4) kursa nosaukums; 5) kursa identifikācijas numurs; 6) kursa sekcijas nosaukums, kas tajā brīdī ticis skatīts; 7) lapas *URL*.

Lai izveidotu krāsu ekrānpogu spraudni, izmantotas skriptēšanas valodas, tādas kā *Javascript*, *HTML* un *CSS*, un programmēšanas valodas, tādas kā *Python*. Šobrīd ir izveidots prototips. Industriālu gala produktu iespējams izveidot kā *edX xBlock*, kas būtu pieejams jebkuram kā atvērtā tipa koda bloks. Šā brīža uzstādīšana pieprasa *jQuery* koda injekciju *edX* dokumenta objekta modelī (*DOM*), kas tad renderē ekrānpogas un sazinās ar datubāzi. Datubāzes servera uzstādīšanai tika izmantota *Python* programmēšanas valoda.



10. att. Sistēmas diagramma (Dzelzkalēja, 2018.)

edX ir iebūvēts datu analīze rīks, taču tas nav pilnīgs, tāpēc tas tika papildināts ar Krāsu kodu metodi jau iepriekš tekstā minēto iemeslu dēļ. Šūmaheras un Ifenthālera (*Schumacher*, 2018) pētījums rāda, ka viena no visvēlamākajām lietām, ko students sagaida no mācību analītikas, ir personalizētas mācību aktivitāšu analīzes ģenerēšana. Un viens no Krāsu kodu metodes mērķiem ir tieši šāds.

Kā redzams 10. attēlā, izveidotas divas atsevišķas datubāzes studentu uzvedības datu vākšanai no mācību platformas. Datubāzes ir atsevišķi, lai neiejauktos *edX* bāzes iestatījumos. Gan *edX*, gan krāsu pogas adaptētas *MySQL* datubāzē, lai visus datus varētu eksportēt dažādos formātos un analizēt ar izvēlēto datu analīzes rīku.

Jēlie dati tika sākumā pārveidoti *MS Excel* un *IBM SPSS Modeler* padodamā formā, izmantojot *Notepad++*, kurā ar aizvietošanas funkciju tika aizvietoti nekorekti pārveidotie simboli ar vieglāk saprotamiem, kā arī katrs ieraksts tika novietots savā rindā, izmantojot

“jaunas rindas” funkciju *Notepad++*, jo ieraksti jēlajos datos tika reģistrēti vienā garā rindā. No RTU iekšējās sistēmas tika iegūts kursā reģistrēto studentu datu fails, kā arī dati par eksāmenu rezultātiem, kas veidoja vēl divas datu kopas.

Kad dati tika sagatavoti padevei datu apstrādes sistēmā, sākotnējai apstrādei tika izmantota *IBM SPSS Modeler* programmatūra. Tajā apstrādāti datu faili – gan studentu reģistra, gan atzīmju, gan KKM moduļa ierakstu – tika pakļauti dažādām datu manipulācijām, lai atrastu iespējamās sakarības starp locekļiem, kā arī iegūtu kvantitatīvu informāciju par noteiktu datu kopu izmēriem pēc iepriekš noteiktiem parametriem. Piemēram, tika noskaidrots, kāds ir dzimumu sadalījums datu kopā, kāds ir eksāmena atzīmju sadalījums, kā arī “izķerti” nederīgie datu punkti, piemēram, studenti, kuri parādās kā reģistrēti kursā, bet vairs neuzrādās pie eksāmenu atzīmju reģistrā. *MS Excel* tika izmantots datu apstrādei un salīdzināšanai kā rezultātu validācijas un arī datu vizualizācijas rīks. Divu dažādu rīku izmantošana nodrošina ticamākus rezultātus un mazāku kļūdas iespēju. Daļa datu, piemēram, krāsu pogu izmantojums pa mācību tiptiem, tika apstrādāti *MS Excel*, jo darba sākumā autore nebija pazīstama ar *IBM SPSS Modeler*, kā arī daļai datu šķita ērtāk izmantot *MS Excel* rīku, jo tajā ir vieglāk pārskatīt un manipulēt ievadīto datu kopu. Savukārt *SPSS Modeler* šķita noderīgāks tieši dažādu datu kopu salīdzināšanai un korelāciju iegūšanai.

2.5. Krāsu kodu metodes (KKM) darbības pētījums un aprobācija

Šajā noslēdzošajā nodaļā aprakstīti rezultāti un secinājumi krāsu kodu metodes aprobācijas klātienē un digitālajā vidē. Tas ir turpinājums 4. nodaļai, kurā tika aprakstīta metodoloģiskā pieeja metodes validācijai. Šajā nodaļā aprakstīts praktiskais darbības pētījuma process eksperimentu izlases kopās, eksperimentu norise, rezultāti un secinājumi.

Metodes galvenā aprobācija klātienē notika sākumskolā divās klasēs, savukārt virtuālie Krāsu kodi tika pārbaudīti secīgi divos dažādos augstskolasursos pēc kārtas. Vispirms tika apkopoti rezultāti un izdarīti secinājumi par pirmo virtuālo kodu darbības gaitu, veikti uzlabojumi un pēc tam veikta pārbaude otrā grupā. Eksperiments tika veikts, izmantojot *edX* mācību vadības sistēmu.

Klātienē eksperimenta rezultāti stāsta par novērojumiem klases vidē – kodu izmantošanu, lietotāju reakciju un skolotāja komentāriem. Rezultāti, kas iegūti kodu aprobācijā virtuālajā vidē, iedalīti trīs grupās – rezultāti par ekrānpogu izmantošanu, rezultāti no studentu aptaujas un ekrānpogu izmantošanas salīdzinājuma ar studentu eksāmena rezultātiem.

Rezultātu analīze apstiprina hipotēzi, ka Krāsu kodu lietošana un iegūto reāllaika datu analīze uzlabo mācību procesa novērtēšanas un mācību satura un mācību metožu pilnveidošanas iespējas.

Klātienē pirmā un galvenā eksperimenta grupa bija sākumskolas skolēni: 1. klase (7–8 gadus veci bērni) un 4. klase (10–11 gadus veci bērni). Iespējamā metodes izmantošanas mērķa grupa ir ļoti plaša – no bērniem līdz pieaugušajiem un no klases līdz e-studiju videi –, tāpēc tika nolemts vispirms sašaurināt mērķa grupu, metodi izmēģinot un pārbaudot sākumskolā. Šī mērķa grupa tika izvēlēta, lai noskaidrotu, vai KKM ir pietiekami vienkārša un saprotama veidā formulēta, lai to varētu izmantot pat mazi bērni. Tika veikts pieņēmums, ka, ja metodes būtību saprot pat mazi bērni un var to sākt lietot paredzētajā veidā jau īsi pēc iepazīšanās ar metodes būtību, tad metode ir piemērota lietošanai arī citās vecuma grupās (pusaudži, pieaugušie). Eksperiments tika veikts 2016. gada novembrī un decembrī Cēsīs.

Galvenie klātienes eksperimenta raksturlielumi un novērojumi

Raksturlielumi	1. klase	4. klase
Skolēnu skaits stundā	23	24
Stundas tips	Individuāls rakstisks pārbaudes darbs	Individuāls rakstisks pārbaudes darbs
Lielākais “sarkano” skaits vienlaicīgi	8	6
Minūtes pēc stundas sākuma, kad novērots visvairāk “sarkano” (1.–40. min)	15.–20. min un 30.–32. min	25.–28. min
Lielākais “zaļo” skaits vienlaikus	6	7
Minūtes pēc stundas sākuma, kad novērots visvairāk “zaļo” (1.–40. min)	35.–37. min	30.–36. min
Skolēnu skaits, kas vismaz vienreiz pacēla roku	6	2
Paceltas rokas gadījumu skaits	12	2
Koda paņemšanas aizmīšanas gadījumu skaits stundas sākumā	2	0

Ja salīdzina 1. un 4. klases skolēnus, var novērot atšķirības (2. tab.). 1. klases skolēni krāsu kodu mainīja biežāk, jo viņiem skolotāja palīdzība bija nepieciešama biežāk. Ceturtklasnieki izmantoja krāsu kodu skolotājas uzmanības pievēršanai un gandrīz necēla rokas, savukārt daži pirmklasnieki aizmīsa lietot kodu rīku un cēla roku, kam par iemeslu bija viens no diviem: vai nu bērnam beidzās pacietība, jo skolotājs un krāsu kodā nereaģēja tik ātri, kā viņš gribētu, un raizējās, ka skolotājs vispār nav pamanījis krāsu, vai arī skolēns vispār aizmīsa par kodu rīku un, kad atcerējās, ātri nolaida roku un pagriezta vajadzīgo krāsu pret skolotāju. Lielākajai daļai 4. klases skolēnu skolotājas palīdzība nebija nepieciešama, tādējādi sarkanais kods tika izmantots salīdzinoši maz, un lielākā kodu rīka izmantošanas aktivitāte tika novērota trešajā stundas daļā, kad skolēni viens pēc otra pabeidza uzdevumus un pagriezta zaļo krāsu. 1. klasē turpretī sarkanā krāsa aktīvi tika lietota visas stundas laikā. Dažiem skolēniem 1. klasē nebija vajadzīga palīdzība visas stundas laikā, taču tādu bija maz, un tie arī bija tie, kas darbu pabeidza visātrāk (un pagriezta zaļo krāsu). Kopumā tika novērots, ka jaunākiem bērniem ir vairāk jautājumu un lielāks apjukums par uzdevumiem un skolotājas palīdzība nepieciešama vairāk, kā arī jaunākajiem bērniem bija grūtāk atcerēties lietot krāsu kodus.

Krāsu kodi tika iedoti izmēģināšanai arī pamatskolā datorikas stundā, novietojot krāsu kodus blakus datoriem, lai pārbaudītu, vai un cik lielā mērā datoru ekrāni traucē skolotājam ieraudzīt krāsu kodus un bērniem tos lietot. Tika secināts, ka gadījumā, kad skolēni klasē izmanto datorus, krāsu kodus skolotājam uz galdiem grūtāk ieraudzīt, jo ekrāni aizsedz skatu. Šādā gadījumā labāk lietot virtuālos kodus uz ekrāna. Tā nav problēma mazas klases gadījumā. Taustāmais krāsu kods tika izmēģināts arī vidusskolas klasēs: tika novērots, ka skolēniem stundu laikā ir zema mācīšanās motivācija un viņi nelabprāt seko līdzībai mācību darbam. Ar to arī, visticamāk, skaidrojams tas, kāpēc krāsu kodi tika izmantoti vairāk kā rotaļlieta, nevis to paredzētajam mērķim. Pēdējais klātienes novērojumu posms bija skolotāju apmācībās. Tika novērots, ka skolotāji izmanto krāsu kodus tikai tad, ja lektors to atgādina vai pamudina. Novērojumi liek domāt, ka, cilvēkam pieaugot, palielinās nepieciešamība būt pieņemtam starp vienaudžiem un kolēģiem, tāpēc jauninājumu un to izmantošanai mēdz būt baiļu barjera izskatīties muļķīgi vai pievērst sev negatīvu uzmanību.

Visi nodarbību un stundu skolotāji tika iekļauti ekspertatzinuma intervijās. Kopumā tika intervēti trīs klātienes stundu/nodarbību skolotāji – eksperti, kas vairākus gadus strādājuši gan

par mācībspēkiem skolā, gan arī pētniecībā augstskolā. Ekspertintervijas notika mutiski, uzklusot ekspertu viedokļus par metodes ieviešanas un izmantošanas vienkāršumu, novērojumiem par izglītojamo ieinteresētību un attieksmi pret metodes izmantošanu, viedokli par metodes noderīgumu un izmantošanas iespējām, komentārus par metodes vajadzīgajām pusēm un trūkumiem, kā arī ieteikumus uzlabojumiem un nākotnes izmantošanas iespējām.

Klātienē novērojumi un rezultātu analīze apstiprina hipotēzi, ka Krāsu kodu lietošana un iegūto reāllaika datu analīze uzlabo mācību procesa novērtēšanas un mācību satura un mācību metožu pilnveidošanas iespējas, jo dod iespēju skolotājam uzreiz objektīvi redzēt, kas notiek klasē un reaģēt bez nepieciešamības minēt vai izmantot profesionālo intuīciju.

Nākamajā pētījuma etapā tika izveidots KKM spraudnis digitālajai videi – mācīšanās pārvaldības sistēmā (*LMS*). Šim nolūkam tika izvēlēta *edX* mācīšanās platforma (vairāk par to aprakstīts 4. nodaļā). Pogu modulis *edX* platformai tika izveidots 2017. gada vasarā. *edX* platforma tika izvēlēta atvērtā koda, moduļu pievienošanas iespēju un pieaugošās popularitātes un prestiža dēļ.

Virtuālās vides eksperimentam kā izlases kopa tika izvēlēti Rīgas Tehniskās universitātes studenti 2017./18. st. g. un 2018./19. st. g. Pirmā grupa (2017./18.) bija 1. kursa bakalauranti. Izvēlētais mācību priekšmets – “Uzņēmējdarbība”. Reģistrēto studentu skaits bija 104, pētījumā vērā ņemto (derīgo) studentu skaits – 94. No vērā ņemtajiem 66 (70 %) bija vīrieši, 28 (30 %) sievietes. 2018./19. st. g. grupa bija RTU 1. kursa maģistrantūras programmas “Digitālās humanitārās zinātnes” studenti. Izvēlētais mācību priekšmets – “Dabaszinību modelēšana” (kurss, kura izstrādē un realizācijā *edX* mācību vidē piedalījās promocijas darba autore). Mācībām pieteikušies bija 22 cilvēki, pieci no tiem tika uzskatīti par atkritušiem un netika ņemti vērā tālākajā datu analīzē. Atlikušie 17 studenti bija sievietes, tāpēc nebija iespējams veikt ar dzimumu saistītu salīdzinošo analīzi.

Mācību forma virtuālās vides eksperimentam bija jaukta/kombinēta, proti, daļa kursa materiāla bija jāapgūst, izmantojot *edX* platformu, bet notika arī klātienē nodarbības. Tiešsaistes materiāla apguve notika *edX* mācību platformā, ar kuru studenti sastapās pirmoreiz. Kursā sākumā studenti tika iepazīstināti ar *edX* mācību platformu un Krāsu kodu metodi un tika lūgti brīvprātīgi lietot krāsu pogas, lai palīdzētu pētījumam. Šajā eksperimentā iesaistītajiem studentiem nebija pieejama personalizēta viņu aktivitāšu datu vizualizācija, un eksperimenta mērķis bija pārbaudīt sistēmas kopējo darbību, atklājot to un novērot datu ievadi datubāzē, kā arī saņemt studentu atgriezenisko saiti pēc tam (Dzelzkalēja, 2018.).

Tika veiktas ekspertintervijas arī ar diviem virtuālās vides studentu mācībspēkiem, uzklusot ekspertu viedokļus par metodes ieviešanas un izmantošanas vienkāršumu, novērojumiem par izglītojamo ieinteresētību un attieksmi pret metodes izmantošanu, viedokli par metodes noderīgumu un izmantošanas iespējām, komentārus par metodes vajadzīgajām pusēm un trūkumiem, kā arī ieteikumus uzlabojumiem un nākotnes izmantošanas iespējām.

Arī virtuālā Krāsu kodu metodes tehnoloģiskā risinājuma ieviešana un darbības pētījuma rezultāti apstiprina hipotēzi, ka Krāsu kodu lietošana un iegūto reāllaika datu analīze uzlabo mācību procesa novērtēšanas un mācību satura un mācību metožu pilnveidošanas iespējas. Dati uzskatāmi parāda korelāciju starp eksāmenu rezultātiem un rīka lietošanu, kā arī sniedz ziņas par mācību objektiem, kuros studentiem ir vairāk problēmu vai nepieciešama palīdzība.

3. SECINĀJUMI

3.1. Metodes SVID analīze

Krāsu kodu metodei tika veikta SVID analīze, kurā īsi pieminētas metodes stiprās un vājās puses, iespējas un iespējamie draudi jeb riski. Šī analīze redzama 3. tabulā.

3. tabula

Krāsu kodu metodes SVID analīze

Stiprās puses • Lietojama gan klātienē, gan virtuālā vidē • Metode lietotājam ātri saprotama un viegli lietojama, neprasa daudz papildus ieguldījuma • Metodi var izmantot dažādu vecumu, dzimumu, izglītības līmeņa u. c. parametru lietotāji • Metode piegādā reālā laika datus • Metode neprasa lēmumu pieņemšanu no lietotāja puses, līdz ar to nerada papildu kognitīvo slodzi • Metode palīdz lietotājam kļūt apzinātākam par savu mācību procesu • Metode mācībspēkam/kursa veidotājam ļauj ātri identificēt problemātiskās e-kursa satura daļas un studentus • Metode palīdz novērtēt e-kursa kvalitāti	Vājās puses • Metodes ieviešana un izmantošanas lietderīgums klātienē pilnībā atkarīgs no mācībspēka • Lai students būtu motivēts izmantot metodi virtuālajā vidē, studentam jāredz jēga to darīt – visticamāk, bez labas metodes lietotāja saskarnes un datu vizualizācijas, kā arī ātras mācībspēka reakcijas un problēmsituācijām metode netiks lietota • Nepieciešams tehniskais darbinieks, kas vismaz sākotnēji izveidos un/vai pielāgos metodes spraudni vajadzīgajai mācību videi un mācību kursam, kā arī parūpēsies par datubāzes datu analīzes rīku savienojumu
Iespējas • Integrēt Krāsu kodu metodi esošajā e-studiju infrastruktūrā • Radīt pievilcīgu lietotāja saskarni, kas nodrošinās studentiem iespēju saņemt atgriezenisko saiti par sava mācību procesa plūsmu, padarot savu mācību procesu efektīvāku • Samazināt “drop out” gadījumus e-kursos, ļaujot laikus identificēt studentu grūtības • Laikus atklāt mācību satura elementus, ko studentiem grūti saprast, mainīt pieeju mācību satura pasniegšanā un/vai sniegt papildu informāciju/vairāk laika elementa apguvei • Komercializēt metodi un izveidot pelnošu uzņēmumu	Draudi • Lietotāji metodi izmantos ļaunprātīgi, sniedzot nepatiesus datus par savu mācību procesu (lielāks risks virtuālajā vidē nekā klātienē) • Lietotājs neizmantos metodi – liela nozīme mācībspēkam klātienē un atgādinājumiem virtuālajā vidē • Metode būs grūti pielāgojama vai salāgojama ar mācību vadības sistēmām, kas nav balstītas uz atvērta tipa kodu • E-kursu veidotājiem un pārvaldītājiem nebūs resursu, lai ieviestu metodi un to uzturētu • Likumdošana un tās izmaiņas dažādās valstīs un reģionos saistībā ar lietotāju datu reģistrēšanu, uzkrāšanu un aizsardzību • Metodes lietošana traucēs mācību procesu

3.2. Secinājumi no literatūras apskata

1. Lai arī faktu pārbaudes rāda studentu zināšanu līmeni, tomēr tās neatspoguļo pilnu mācību procesa spektru, mācību materiālu kvalitāti un to uztveramību, kā arī studentu mācīšanās ieradumus. Līdz ar to rodas nepieciešamība pēc personalizētas zināšanu pārneses un mācību procesa analītikas, lai varētu nodrošināt reālā laika informāciju par studentu individuālo mācību procesu un tā niansēm. Īpaši svarīgi tas ir tiešsaistes mācību procesā, kad studentu un mācībspēku mijiedarbība ir ierobežota. Šis aspekts devis iedvesmu un vēlmi radīt jauno metodiku, kas aprakstīta šajā promocijas darbā.
2. Jaunā Krāsu kodu metode un tās darbības pētījums saskan ar UNESCO vērtībām, lielu uzmanību pievēršot tieši situācijas priekšizpētei, palīdzot kartēt jomas attīstību un piedāvāt jaunu tehnoloģisko risinājumu, kas ir inovatīvs, mērogojams un viegli nododams tālāk. Politikas un plānošanas dokumentu izpēte un analīze, kā arī esošās situācijas kartēšana ar ieteikumiem un prognozēm nākotnei padara šo promocijas darbu arī politiski nozīmīgu un potenciāli nozīmīgu ilgtspējīgākai izglītības un sabiedrības attīstībai. Tādējādi šis transdisciplinārais pētījums ir arī ieguldījums bagātīgākai kopējās informācijas, metožu un zināšanu bāzes veidošanā, izmantojot IKT sniegtās iespējas, lai veicinātu izpratnē balstītu lēmumu pieņemšanai izglītības sektorā.
3. Starptautiskie plānošanas dokumenti un nākotnes vīzija iezīmē virzību pretī zināšanu sabiedrībai tās visaugstākajā izpratnē – izglītības un pamatprasmju apguves iespējas visiem, nešķirojot pēc dzimuma, vecuma vai sociālās piederības, pie tam nodrošinot iespēju mācīties visa mūža garumā. Tieši tāpēc šajā promocijas darbā izstrādātā tehnoloģiskā metode veidota universāla – piemērojama visiem vecuma posmiem, sākot no bērniem līdz pieaugušajiem, dažādu izglītības līmeņu izglītojamajiem, dažādu vecumu, kulturas un nacionalitātes, kā arī dažādu finansiālo iespēju izglītojamajiem.
4. Tā jauktajai mācību formai (*blended learning*) jau tagad ir liela nozīme, un prognozējams, ka tā būs vēl lielāka. Metodei būtu jābūt izmantojamai gan klātienē, gan digitālā formātā.
5. Tika secināts, ka metodei jābūt abiem dzimumiem vienlīdz labi saprotamai un izmantojamai. Novērojumi un rezultāti liecināja par nelielām atšķirībām metodes izmantošanā starp dzimumiem, tāpēc var secināt, ka metode vienlīdz piemērota abu dzimumu pārstāvjiem. (Netika specifiski identificēta un pievērsta uzmanība studentu dzimumu fluiditātei un personīgajai sava dzimumam apziņai.)
6. Šajā promocijas darbā izstrādātā Krāsu kodu metode palīdz studentam iepazīties ar viņa paša mācīšanos, ļaujot apzinātāk vērot savu mācību procesu fonā mācībām, bez papildu piepūles uzkrāt pieredzi par savu mācību procesu, no kuras vēlāk veidojas zināšanas un sapratne par mācību procesa dinamiku. Šī pieeja visvairāk būtu saistāma ar konstrukcionisma mācību teoriju, jo liek uzsvāru uz pašrefleksiju, savas individuālās pieredzes labāku izpratni, vērojot un iepazīstot sevi, tādējādi ļaujot apzinātāk un efektīvāk pieiet zināšanu apguves procesam.
7. Tiešsaistes izglītības ieviešanai ir vairākas barjeras. Šajā promocijas darbā izstrādātā Krāsu kodu metode palīdz dot ieguldījumu studiju aktivitātes un studiju materiālu barjeras pārvarēšanā, sniedzot studentiem rīku, kas palīdz veidot apzinātāku mācību

procesu un vienlaikus sniedz instruktoram atgriezenisko saiti par mācību procesu un ļauj izdarīt secinājumus par mācību materiālu kvalitāti.

8. Var nodalīt atsevišķas globālās sistēmas apakšsistēmas, ko var identificēt, balstoties vides un dalībnieku atšķirībās. Taču atšķirībā no bioloģiskām ekosistēmām e-studiju ekosistēma ir visai homogēna viscaur globālajā sistēmā, jo “nedzīvā vide” šajā gadījumā ir ļoti līdzīga un tehnoloģiskie risinājumi, kas nodrošina šo vidi, visā pasaulē ir līdzīgi un līdzīgā pieejamībā. Un tomēr pastāv iespēja nodalīt atšķirīgas globālās e-studiju ekosistēmas apakšsistēmas, ņemot vērā gan ģeogrāfiskos reģionus, gan institūciju tipus, gan zināšanu plūsmas tipus, gan satura veidošanas un nodošanas paņēmieni tipus, gan dalībnieku uzvedības un personisko raksturlielumu tipus.
9. E-studiju ekosistēmā var nodalīt šādas prognozējamās sukcesijas: 1) dalībnieki neapzināti un bez skaidri definētiem izvēles kritērijiem izvēlas vai saskaras (jo varbūt nav izvēles) ar mācību materiāliem ar e-studiju elementiem; 2) dalībnieki sāk izmantot e-studiju vides un LMS, dalībniekiem veidojas personīgie izvēles kritēriji un kvalitātes standarti; 3) dalībnieki sāk aktīvāk meklēt iespējas mācīties tīmeklī efektīvāk, sākot patstāvīgi apgūt sevi interesējošu mācību vielu, neatkarīgi no formālām mācību institūcijām, sāk meklēt atbildes un problēmu risinājumus tīmeklī un diskusiju forumos (piemēram, ar klātienē grūti satiekamu ekspertu palīdzību), dalībnieki spēj kritiski izvērtēt informācijas un zināšanu kanālu kvalitāti un uzticamību; 4) dalībnieki kļūst par aktīviem zināšanu veidotājiem – dalībnieks jaunajā sistēmā jūtas tik pārliecināti un komfortabli, ka ir spējīgs atbildēt uz jautājumiem un sniegt informāciju citiem dalībniekiem, varbūt pat piedaloties izglītojoša satura mācību objektu veidošanā.
10. LMS galvenokārt neietver padziļinātus datizraces rīkus, savukārt ārējie datizraces rīki ir pārāk sarežģīti skolotājiem, un to iespējas sniežas ārpus tā, kas skolotājam būtu vajadzīgs. Tāpēc ir nepieciešams veidot jaunus vienkāršus un pietiekami detalizētus analītikas un datizraces rīkus skolotājiem, lai viņi varētu novērot studentu uzvedību un mijiedarbību tiešsaistes aktivitāšu laikā (Juhaňák, 2019). Šis promocijas darbs ir mēģinājums virzīties pretī šīs vajadzības apmierināšanai, piedāvājot jaunu reālā laika atgriezeniskās saites analītikas metodi, kas vienkāršā veidā sniegtu vērtīgu informāciju mācībspēkam un lieki neapgrūtinātu arī studentu.
11. Šajā promocijas darbā izstrādātā Krāsu kodu metode potenciāli dos ieguldījumu arī kursu didaktiskās kvalitātes novērtējumā, pateicoties iespējām instruktoram ātri un ērti ieraudzīt tos mācību objektus vai tēmas, kuros studenti mācību procesa laikā atzīmē visvairāk problēmu; tās kursa daļas, kurās problēmas uzrādās vismazāk; tās kursa daļas, kurās studenti mācoties uzkvējas visilgāk, dodot iespēju pieregulēt un objektīvāk novērtēt mācībām nepieciešamo laiku un reaģējot uz problēmām savlaicīgi, kā arī ātrāk un vienkāršāk identificējot kursa mācību objektus, kuros nepieciešamas izmaiņas.
12. Šajā promocijas darbā izstrādātā Krāsu kodu metode atšķiras no lielākās daļas analītikas rīku un pieeju ar to, ka tās tiešā mērķauditorija ir arī students jeb lietotājs, taču atgriezenisko saiti varēs saņemt arī skolotājs.
13. Šajā promocijas darbā izstrādātā Krāsu kodu metode netieši arī motivē, pateicoties iespējai studentiem kļūt apzinātākiem par savu mācību procesu, līdz ar ko studenti iegūst prasmes labāk kontrolēt savu mācību procesu, plānot laiku un sasniegt mācību mērķus.

14. Ņemot vērā *Krumma* un kolēģu izveidoto iedalījumu, Krāsu kodu metodi var ierindot pie tādas analītikas metodikas, kas studentiem informāciju sniedz tieši.
15. Šajā promocijas darbā izstrādātā Krāsu kodu metode pēc klasifikācijas ievietojama lietotāju uzvedības analītikā (*user behaviour analytic*), uz kuru likts uzsvars, izstrādājot un pārbaudot Krāsu kodu metodi. Krāsu kodu metode ir procesa izraces pieejas piemērs, kurā tiek iegūti un analizēti reālā laika mācību procesa dati.
16. Šajā promocijas darbā izstrādātā Krāsu kodu metode (KKM) ļaus labāk izprast un novērtēt studentu uzvedību un mijiedarbību ar mācību resursiem un *LMS*, kā arī iegūt kursa datus un jaunus artefaktus no mācību sesijām, kas, saskaņā ar Diņevska un kolēģu darbā doto uzskaitījumu, ir vieni no elementiem, ko vajadzētu ņemt vērā, novērtējot mācību kursu.
17. Ņemot vērā sistēmas un kvalitātes aspektus un kritērijus saistībā ar Krāsu kodu metodi, secināms, ka šī metode attiecas uz personīgo aspektu, ļaujot studentam ielūkoties un labāk saprast savu individuālo mācību procesu; kursa aspektu, ļaujot labāk novērtēt mācību kursa plusus un mīnus un savlaicīgi reaģēt un veikt izmaiņas kursā saskaņā ar studentu atgriezenisko saiti, kas iegūta ar Krāsu kodu metodes palīdzību; sistēmas aspektu, ņemot vērā, ka Krāsu kodu metode tiek integrēta jau esošā sistēmā, esošā mācību vadības sistēmā (*LMS*) un tās tehniskais izpildījums, vizuālais izskats, pogu atbildes reakcija un lietotāja saskarne jāintegrē esošajā sistēmā, kas, protams, tādējādi nozīmē, ka Krāsu kodu metodes efektivitāte varētu tikt ietekmēta arī atkarībā no izvēlētajā *LMS*. To būtu svarīgi ņemt vērā, izvēloties *LMS*, kurā metodi testēt, kā arī nozīmē, ka Krāsu kodu metode jāpielāgo konkrētajai *LMS* arī tehniski. Papildinot šo, saistībā ar Čena, Barkera un Rabai minētajiem kvalitātes kritērijiem uz Krāsu kodu metodi attiecas infrastruktūras kvalitātes aspekts (jau minētās *LMS* izvēles un sistēmas integrācijas nepieciešamības dēļ), mācīšanas metodes (jāizvērtē, vai mācību kursa metodes un mērķi saskan ar Krāsu koda metodes (KKM) sniegtajām iespējām un vai no tās būs jēga), vērtējums un atgriezeniskā saite (veidi, kādos kursa veidotāji jau saņem datus par kursu, kā arī datu veidi – varbūt, ieviešot Krāsu kodu metodi, kādas no jau esošajām metodēm var atmetēt vai modificēt) un cilvēkresursi, skolotāji (agrīnā ieviešanas stadijā instruktoram jāiepazīstas ar metodes būtību un jēgu, jāiemācās to lietot; kā arī kursu tehniskajam personālam jābūt spējīgam metodi pievienot kursa sistēmai, saslēgt ar datubāzi un nodrošināt tehnisko atbalstu datu apstrādē un analīzē; līdz ar profesionālas lietotāja saskarnes izveidi KKM šī nepieciešamība pēc tehniskā personāla mazināsies).
18. Šī pētījuma sakarā bažas nerada studentu “lietiskošanas” jautājums, proti, attieksšanās kā pret objektiem, nevis subjektiem, jo eksperimenta grupas daļēji darbojas klātienē, kā arī studentu iesaiste kodu sistēmas lietošanā bija pilnīgi brīvprātīga, pamatojoties uz dizaina domāšanas pamatprincipiem.
19. Izstrādājot metodi, jāņem vērā arī pieaugošās datu aizsardzības bažas, tāpēc dati par Krāsu kodu lietošanu datubāzē tika uzglabāti tikai noteiktu laika periodu, un pēc tam tika automātiski dzēsti, kā arī datu apstrādes vajadzībām tie galvenokārt tika šifrēti, izmantojot studentu *ID*, nevis vārdus un uzvārdus. Nekur pētījuma publikācijās nav izmantota studentu personīgā informācija, tikai statistiski grupas kopējie dati.
20. Ir daudz tiešsaistes datu vākšanas rīku kursa novērtēšanai, tipiski tie ir lietotāja saskarnes programmatūras raksturlielumi (piemēram, aptaujas par studentu uztveri un

pieņēmumiem) un eksistē ierīces, kas reģistrē un analizē lietošanas ilgumu, ielogošanās skaitu, apmeklētās adreses u. c. Nākamais loģiskais jautājums ir – kāpēc mums nepieciešama vēl viena novērtējuma metode e-studiju platformā. Iemesls ir tāds, ka pieejamās vērtēšanas un novērtējuma metodoloģijas nepiedāvā pietiekami daudz informācijas par lietotāja uzvedības iemesliem reālajā laikā nepārtraukti, daudzām no tām ir ļoti sarežģīts dizains, tās ir atjautīgi izveidotas, bet tām trūkst interpretācijas un analīzes vadlīniju. Līdz ar to jaunas metodes radīšana, kas ļautu novērtēt reālā laika procesus vienkāršā un viegli saprotamā veidā, ir pamatota un nepieciešama, un Krāsu kodu metode ir solis pretī šādas metodes izveidei.

21. Pētot pieejamos rīkus un pieejas, secināts, ka ir grūti atrodami mācību procesa analītikas mehānismi, rīki un piemēri, kas nebūtu balstīti tikai formālā vērtējumā, proti, atzīmēs un izpildīto uzdevumu apjomā, un būtu labi iedzīvojušies mācību platformās, iegūstot plašu atpazīstamību. Tas liek pārdomāt vairākus jautājumus: šādi rīki parasti ir ar neveiksmīgu un smagnēju dizainu, kas neveicina to lietošanu; tiem ir neskaidrs lietošanas nolūks un mērķis; nav tikusi identificēta vajadzība pēc šādiem rīkiem tiešsaistes mācību procesā. Domājams, ka tā ir visu iepriekš minēto aspektu kombinācija, taču visvairāk tomēr šo sfēru ietekmē tas, ka e-studiju analītika un ar to saistītā lielo datu vākšanas iespējamība, to apstrāde un analītika vēl ir diezgan jauna pētniecības un praktisko risinājumu joma, kas tikai pēdējos gados sāk straujāk attīstīties.
22. Literatūras analīze liecina, ka mācību analītika ir ļoti perspektīva un klātesoša joma mūsdienu izglītības kontekstā. Tomēr ar lielo datu straujo ienākšanu izglītības sektorā arvien pieaugošu datu un informācijas apjomu kļūst arvien izaicinošāk no mācību datiem iegūt zināšanas, kas ir noderīgas un veicina mācību procesa uzlabojumus.
23. Mācību procesa analītikas jomā tiek veikts arvien vairāk pētījumu. Šī joma ir specifiska ar to, ka prasa transdisciplināru pieeju datiem un datu apstrādei pētījumos, jo nepieciešama gan datu apstrādes un analīze kompetences, gan pedagoģiskā kompetences, kas ļauj iegūt mācību procesam nozīmīgus datus un atbilstoši tos interpretēt. Šis promocijas darbs ir mēģinājums dot ieguldījumu šajā transdisciplinārajā laukā, sniedzot holistisku skatījumu uz izglītības, īpaši augstākās izglītības, sektoru Latvijā un pasaulē, kā arī piedāvājot un testējot reālā mācību vidē analītikas rīku, kas ļauj ātri un vienkārši iegūt atgriezenisko saiti no izglītojamajiem vienkāršā veidā, kas neprasa daudz laika, uzmanības un pūļu, kā rezultātā netiek atņemts mācību procesa laiks un nerodas liela pretestība pret rīka izmantošanu.
24. Šajā promocijas darbā tiek piedāvāta metode, kas viegli integrējama tiešsaistes mācību procesā un sniedz mācībspēkam vai instruktoram informāciju par studentu mācību procesu katrā procesā brīdī reālajā laikā, palīdzot identificēt katram studentam problemātiskos mācību objektus un mācību saturu, laiku, ko students pavada, risinot problēmas, salīdzinot ar citiem (liecina par neatlaidību un/vai lēnu darba tempu), kā arī mācīšanās ar pārtraukumiem (*spaced learning*) pieeju, uzzinot, cik bieži tiek ņemtas pauzes mācību procesa laikā, kurās mācību tēmās, kā arī kuras tēmas tiek pabeigtas ātrāk. Piedāvātais rīks šobrīd vēl ir izstrādes stadijā, un šī promocijas darba ietvaros ir testēts kā reāls rīks skolās, tā pirmās prototipa versijas testētas arī digitālā vidē augstskolā.

3.3. Secinājumi no praktiskās daļas

1. Krāsu kodu lietošanas efektivitāte atkarīga no skolotāja, kas ievieš šo metodi, analizē datus un reaģē uz tiem.
2. Studenta pusē Krāsu kodu metodes izmantošanai jābūt sasaistītai ar personisku ieguvumu tās lietošanā – studentam jāredz tā lietojuma jēga.
3. Klātienē eksperimenta rezultāti liek domāt, ka sākumskolas vecuma grupās ir zemas metodes ieviešanas barjeras, bērni labprāt lieto jauno krāsu rīku, kā arī pārsvarā neliekas traucēti par papildu slodzi, ko rada vajadzība atcerēties izmantot kartona krāsu kodu rīkus. – Lielākais izaicinājums ir skolotāja pusē, pielāgojot mācību procesa plūsmu un sākot izmantot krāsu kodus augstāk attīstītā līmenī datu vākšanai.
4. KKM ir noderīgāk ieviest neformālās izglītības jomā, kā arī skolotājiem un treneriem, kas strādā ar mainīgām dalībnieku grupām. Skolotājiem un audzēkņiem būtu ieguvums no KKM arī tāpēc, ka tā kalpo kā labs rīks skolotāju netveramo zināšanu pārvēršanai vārdos izsakāmajās zināšanās, kas var veicināt dalīšanos ar zināšanām un operacionalizāciju. Šī pieeja īpaši nozīmīga ir zināšanu intensīvos procesos, un procesi izglītības sistēmā jāuzskata par tieši šādiem.
5. Krāsu rīks jāpapildina ar grafiskiem vai citiem no krāsas neatkarīgiem elementiem, lai rīks būtu piemērots arī cilvēkiem ar krāsu redzes traucējumiem.
6. Pēc literatūras izpētes, pieredzes un eksperimentu rezultātiem var secināt, ka metodi var lietot plašam izglītojamo lokam – no bērnudārza līdz pieaugušajiem un virtuālās vides audzēkņiem, jo metode ir vienkārša un neprasa īpašas zināšanas vai prasmes, lai to lietotu.
7. Bērniem, kuriem mācības sagādā vairāk grūtību, arī vajadzīgs vairāk laika, lai pierastu pie krāsu koda rīka.
8. Lielā atšķirība starp studentu skaitu, kas lietojuši virtuālās krāsu pogas 2017./18. un 2018./19. st. g. grupās varētu būt radusies kāda no šo iemeslu dēļ: 1) pirmā kursa bakalauranti, kas studēja ekonomiku, rezultāti un kopējā iesaiste mācību procesā bija zemāka nekā pirmā kursa maģistrantiem, kas studēja Dabaszinību modelēšanu, tādējādi arī bakalaurantiem bijusi zemāka interese par mācību procesu un tiešsaistes mācību materiāliem, liekot lielāku uzsvāru uz pārbaudes darbu rezultātiem un kursa pabeigšanu; 2) maģistranti kopumā šķita vairāk motivēti nekā bakalauranti, jo mazāk cilvēku izvēlas studēt maģistrantūrā, un tās virziena izvēle ir vairāk iekšēji motivēta, tādējādi motivācija mācīties ir lielāka; 3) 2017./18. st. g. bakalaura studiju programma ietvēra vairāk tehniskos priekšmetus, savukārt maģistra studiju programma ietvēra vairāk transdisciplinārus mācību priekšmetus, kuriem bija saistība ar radošuma un humanitāro zinātņu elementiem kopā ar tehniskajiem elementiem, tāpēc studentiem, kas izvēlējās šo mācību programmu, bija atšķirīgas intereses, salīdzinot ar eksperimentā iesaistīto bakalaurantu grupu.
9. Atrastā 7 % sakarība “sarkanā” koda izmantošanā abu gadu grupās virtuālā eksperimenta grupās ir statistiski nozīmīga un varētu liecināt par bāzes līniju, ko izmantot, lai ātri identificētu studentus, kuru “sarkano” piespiedieni proporcija ievērojami atšķiras no šiem 7 %, un pievērst pastiprinātu uzmanību, lai noskaidrotu šīs situācijas cēloņus un atrastu risinājumus, lai mazinātu atkrišanas risku un paaugstinātu

mācīšanās efektivitāti. Pievēršot uzmanību šīm “sarkanajām” situācijām, var identificēt problemātisko mācību objektus (kuros 7 % barjera krietni pārsniegta), vai, ja kāda konkrēta studenta vidējais “sarkanā” piespiedietu skaits ir krietni augstāks par 7 %, šis students tiek identificēts kā students ar mācību grūtībām – viņam, iespējams, nepieciešams cits mācību stils vai papildu atbalsts.

10. Tika novērots, ka maģistranti vairāk koncentrējas uz pašu mācību procesu, salīdzinot ar bakalaurantiem, kas vairāk koncentrējās uz rezultātiem un kursa materiālu pabeigšanu. Kādu daļu atšķirību varētu skaidrot arī ar nelielām izmaiņām un uzlabojumiem pogu dizainā, kas veikti, pamatojoties uz 2017./18. st. g. studentu grupas aptaujas rezultātiem. Arī pogu nozīmes skaidrojums otrajā virtuālā eksperimenta gadā šķietami bija skaidrāk saprotams, pateicoties idejas uzlabojumiem un attīstībai, balstoties iepriekšējos pētījumos.
11. Nav iespējams precīzi noteikt katra atšķirīgā studentu parametra ietekmi uz rezultātiem abās virtuālā eksperimenta grupās, taču novērojami liecina, ka galvenais iemesls lielākai pogu lietotāju proporcijai 2018. st. g. studentu grupas vidū varētu būt studentu personīgajām īpašībām un mācību motivācijai, tādējādi palielinot kopējo aktivitāti un iesaisti mācību procesā.
12. No sarkanā koda nav skaidrs, ar kāda tipa problēmu students saskāries – tehnisku, kontekstuālu, kognitīvu vai citu. Un šis fakts vēl vairāk pastiprina nepieciešamību pēc personalizētas lietotāja saskarnes, lai mācībspēkam būtu iespēja atklāt problemātiskās daļas reālajā laikā vai ļoti drīz pēc to rašanās un, izmantojot diskusiju forumus vai privātas ziņas, noskaidrotu tuvāk par problēmas raksturu un ieteiktu risinājumus vai pats atrisinātu problēmu, cik ātri vien iespējams. Šis izaicinājums ir viens no nākamajiem KKM pētījumu un ieviešanas virzieniem.
13. Klātienē novērojumi un rezultātu analīze apstiprina hipotēzi, ka Krāsu kodu lietošana un iegūto reāllaika datu analīze uzlabo mācību procesa novērtēšanas, mācību satura un mācību metožu pilnveidošanas iespējas, jo dod iespēju skolotājam uzreiz objektīvi redzēt, kas notiek klasē, un reaģēt bez vajadzības minēt vai izmantot profesionālo intuīciju.
14. Virtuālā Krāsu kodu metodes tehnoloģiskā risinājuma ieviešana un darbības pētījuma rezultāti apstiprina hipotēzi, jo dati uzskatāmi parāda korelāciju starp eksāmenu rezultātiem un rīka lietošanu, kā arī sniedz ziņas par mācību objektiem, kuros studentiem ir vairāk problēmu vai nepieciešama palīdzība.

3.4. Nākotnes ieceres un nobeigums

Krāsu kodu metode, kaut arī vēl nepilnībā izstrādāta, tomēr ir ļoti daudzpusīga. Lai piedāvātu šo metodi plašākam *edX* lietotāju skaitam, tai vēl jāveic nopietns testēšanas un pārbaudes process, to uzlabojot gan vizuāli, gan tehniski, gan idejiski. Iespējams, ka arī šā brīža datu vākšanas pieeja var nebūt pietiekami atbilstoša un būtu vajadzīgas augstāk attīstītas satura veidošanas pieejas.

Nākotnē paredzēts pogu dizainu uzlabot, ar piespiedietu liekot pogām ieslēgties kā spuldzēm, parādot, kurā procesa stāvoklī students atrodas (tika ierosināts 2019. aptaujā: pogu dizainam vajadzētu atspoguļot, kura poga ir aktīva vai arī tikusi nospiesta pēdējā). Kad poga tiktu piespiesta, tā iegaismotos; kad tiktu nospiesta cita poga, iepriekšējā automātiski izdzistu

un iedegtos pēdējā piespiestā poga. Vienīgā atšķirība varētu būt zaļās pogas gadījumā, jo uzdevuma vai mācību sesijas pabeigšana ir notikums, nevis process. Tāpēc zaļā poga varētu pēc pāris mirkliem izslēgties automātiski. Šādā veidā parādītos vieta ceturtajam elementam: neieslēgtām ekrānpogām, kas nozīmētu, ka students paņēmis pārtraukumu un tajā laikā aktīvi nelieto mācību platformu, pat ja nav izlogojies no platformas. Šī ideja nedaudz atšķiras no sākotnējās, kurā bija tikai trīs iespējas un ar zaļo tika saprasts arī pārtraukums. Šīs idejas lietderība būtu eksperimentāli jāpārbauda nākotnē, jo iespējams, ka pietiek arī ar līdz šim izmantotajiem trīs procesa stāvokļiem un ceturta stāvokļa ieviešana nenesīs papildu ieguvumus, un iespējams, pasliktinās lietotāja pieredzi, jo metode kļūs sarežģītāka.

Pētījumos atrodamos ieteikums lietotāja saskarnes plānošanā paredzēts ņemt vērā, nākotnē izstrādājot lietotāja saskarni Krāsu kodu metodei, jo tai vajadzētu saskanēt ar e-studiju kursa saskarnes pamatprincipiem, ņemot vērā to, ka KKM lietotāja saskarnei vajadzētu būt gana vienkārši un ērti integrējamai e-kursos. Balstoties citu pētījumu rezultātos un ieteikumos, autorei bija svarīgi iegūt arī studentu viedokli un atgriezenisko saiti par Krāsu kodu metodes dizaina risinājumu uz ekrāna. Arī tāpēc nākotnes lietotāju saskarnē liela nozīme jāpiešķir viegli uztveramām un svarīgākos procesa aspektus atklājošām personalizētām, reālā laika datus vērā ņemošām vizualizācijām.

Tika secināts, ka nākotnē nepieciešams veikt papildu pētījumus, lai saprastu, kāda ir saistība starp mācību platformas un krāsu kodu izmantošanu – vai studenti lieto kodus vienmēr, kad ir ielogojušies platformā, vai tikai daļēji, kādi tam ir iemesli, vai ir novērojama sakarība starp noteikta tipa studentiem un viņu platformas/krāsu kodu lietošanas paradumiem. Rodas vēl viens interesants jautājums – vai kursa dizains korelē ar kodiem, kas izmantoti dažādiem mācību materiālu veidiem, piemēram, ja 70 % no mācību materiāliem platformā ir video, tad – vai krāsu kodu izmantošanas proporcija video arī būs 70 % un pārējie 30 % attiecīgi sadalīsies starp citiem mācību materiālu veidiem. Jau pēc pirmajiem eksperimentālajiem rezultātiem diezgan droši var teikt, ka proporcija noteikti nesaglabāsies, tomēr būtu svarīgi noskaidrot, vai novērojama kāda sakarība šajā ziņā. Šī informāciju sniegtu tālāku ieskatu metodes efektivitātē un lietošanas spektra iespējās.

Students arvien vairāk tiek uztverts kā klients tradicionālā biznesa izpratnē, līdz ar to klienta vajadzības izvirzās priekšplānā un kursu veidotāji un mācībspēki ir spiesti pārkārtot savu domāšanu šajā klienta vajadzību jeb, citiem vārdiem, dizaina domāšanas virzienā, kur klients ir centrā. To veicina arī pastiprināta konkurence kursu vidū. Un šī situācija ir unikāla, jo samazina iespēju mācībspēkiem uzurpēt varu, sniegt nekvalitatīvu servisu vai atļauties subjektīvu studentu segregāciju, ņemot vērā personiskās simpātijas vai antipātijas. Tādējādi izglītībai kopumā ir potenciāls kļūt objektīvākai, proti, parādās globālu līmeņatzīmju un salīdzināšanas iespēja dažādu valstu un tipu studentiem, jo tiešsaistes kursi ir globāli pieejami un visiem studentiem ir vienādi vērtēšanas kritēriji katrā kursā. Šī situācija arī nozīmē daudz kvalitatīvāku un efektīvāku izglītības procesu nākotnē, jo izglītība ir kļuvusi par biznesu, un visi biznesi ir vērsti uz peļņas gūšanu, kas izglītības sektora gadījumā nozīmē arvien kvalitatīvāku un pieejamāku produktu un pakalpojumu ienākšanu tirgū.

Tiešsaistes mācīšanās rīki un risinājumi sabiedrībai sniedz vēl nebijušas iespējas katram kļūt par zināšanu radītāju un izplatītāju, pārnesot šo vēsturiski tikai saujiņai izredzētu akademiķu un zinātnieku iespējamo nišu uz globālo sabiedrību un katra indivīda mājām. Līdz ar to savu nozīmi arvien vairāk zaudē un zaudēs zinātniskās autoritātes un akadēmiskie grādi, ja to pamatā nebūs jēgas, patiesu zināšanu un patiesa noderīguma. Domājams, ka nākotnē

cilvēkus daudz vairāk vērtēs pēc izdarītā, sasniegtā un viņu prasmēm, nevis pēc oficiālās izglītības.

Ir izveidojusies unikāla situācija, kad pasaules zināšanu bagāža atšķirībā no visiem pārējiem vēsturiskajiem periodiem veidojas globālā sabiedrībā, nevis tikai zinātniskās vai akadēmiskās aprindas. Tas ir risks, bet tas sniedz arī vēl nebijušu brīvību katram indivīdam. Un promocijas darba autore uzskata, ka šis risks ir tā vērts, jo beidzot katram ir iespēja pielikt savu roku, prātu un balsi mūsu kopīgajā ceļā. Lai tas patiešām kļūtu kopīgs!

BIBLIOGRĀFIJA

- Al-Twijri, M. I. (2015). A New Data Mining Model Adopted for Higher Institutions. *Procedia Computer Science*, pp 836–844.
- Asif, R. M. (2017 October). Analyzing undergraduate students' performance using educational data mining. *Computers & Education*, 113, 177–194.
- Attwell, G. (Red.). (2006). *Evaluating E-learning A Guide to the Evaluation of E-learning* (Sēj. 2). Bremen, Germany: Perspektiven-Offset-Druck. Ielādēts no http://www.pontydysgu.org/wp-content/uploads/2007/11/eva_europe_vol2_prefinal.pdf.
- Bacon, M. (2017 December). *User behavior analytics (UBA)*. Ielādēts no <http://searchsecurity.techtarget.com/definition/user-behavior-analytics-UBA>.
- Baker, R. S. (2014.). Educational data mining and learning analytics. J. A. Larusson (Red.), *Learning analytics: From research to practice*. New York: Springer.
- Baldiņš, A. (2016). Insights into e-pedagogy concept development. *International Conference; Meaning in Translation: Illusion of Precision, MTIP2016, 11–13 May*, 231, pp 251–255. Riga, Latvia.
- Balogh, Z. M. (2013). Assessment tools and techniques for e-learning evaluation: Usage analysis and survey sampling. *Science and Information Conference* (pp 38–44). IEEE.
- Barker, K. C. (2007). E-learning Quality Standards for Consumer Protection and Consumer Confidence: A Canadian Case Study in E-learning Quality Assurance. *Educational Technology and Society*, 10 (2), 109–119.
- Bousbia, N. B. (2014). Which contribution does EDM provide to computer-based learning environments? A. Peña-Ayala (Red.), *Educational Data Mining: Applications and Trends*. New York: Springer.
- Brusilovsky, P. P. (1998). Adaptive Navigation Support in Educational Hypermedia: An Evaluation of the ISIS-Tutor. *Journal of computing and information technology*, 6 (1), 27–38.
- Cantabell, M. M.-E. (2019 January). Analysis of student behavior in learning management systems through a Big Data framework. *Future Generation Computer Systems*, 90, 262–272. doi:<https://doi.org/10.1016/j.future.2018.08.003>.
- Chen, M. (2009). An evaluation of the ELNP e-learning quality assurance program: perspectives of gap analysis and innovation diffusion. *Educational Technology & Society*, 12, 18–33.
- Coursera. (2020). *Coursera 2020 Impact Report*. Ielādēts no <https://about.coursera.org/press/wp-content/uploads/2020/09/Coursera-Impact-Report-2020.pdf>.
- Daniel, B. (2015). Big data and analytics in higher education: Opportunities and challenges. *British J. Educ. Technol.*, 46 (5), 904–920.
- dlsweb. (2022.19.10). *Monitoring techniques*. Ielādēts no [dlsweb.rmit.edu.au: https://www.dlsweb.rmit.edu.au/Toolbox/busadmin/topics/topic41/t41_03.htm](https://www.dlsweb.rmit.edu.au/Toolbox/busadmin/topics/topic41/t41_03.htm).
- Ducange P., P. R. (2016). Educational big data mining: how to enhance virtual learning environments. *International Conference on EUropean Transnational Education*, Springer, 681–690.

- Dutt, A. I. (2017). A systematic review on educational data mining. *IEEE Access*, 5, 15991–16005.
- Dzelzkalēja, L. (2017). Real Time Color Codes in a Classroom. *Proceedings of the 9th International Conference on Computer Supported Education*. 2, pp 160.–165. Portugāle, Porto, 21.–23. aprīlis: SciTePress. doi:10.5220/0006357201600165.
- Dzelzkaleja, L. (2018). Color Code Method Design Evaluation and Data Analysis . *International Journal of Engineering and Technology* , 7 (2, Special issue 28), 106–109. doi:https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.28.12889.
- Dzelzkalēja, L. K. (2016). Real-time Color Codes for Assessing Learning Process . *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 231, 263.–269. doi: doi:10.1016/j.sbspro.2016.09.101.
- Dzelzkalēja, L. K. (2018). Contradictions in Higher Education Available . *Journal of Teacher Education for Sustainability ISSN 1691-5534*, 20, 124–144. doi:10.2478/jtes-2018-0008.
- Dzelzkalēja, L. T. (2018.). Colour Codes Method Digitalization in edX E-learning Platform. *Proceedings of the 10th International Conference on Computer Supported Education*. 1. Portugāle, Funchal, Madeira, 15.–17. marts,: SciPress.
- edX. (2021). *About us*. Ielādēts no edx.org: <https://www.edx.org/about-us>.
- Fenton, W. (2015. gada 29. May). *edX*. Ielādēts no PC: <https://www.pcmag.com/article2/0,2817,2484806,00.asp>
- futurict2.eu. (2020 January). Ielādēts no <https://futurict2.eu/>.
- Garrison, D. R. (2011). *E-learning in the 21st century 2nd edition*. Routledge.
- Gorbunovs, A. D. (2018.). *Tehnoloģiska mācību e-ekosistēma ar gadījuma rakstura mijiedarbībām (TELECI) Aktivitāte Nr.4 (WP4) “E-pakalpojumu informācijas sistēmas konceptuālais dizains”*. Rīga: Riga Technical University.
- Gosling, L. E. (2003. gada 1. janvāris). Toolkits: A Practical guide to assessment, monitoring, review and evaluation, 2nd edition. ALNAP. Ielādēts no <https://www.alnap.org/help-library/toolkits-a-practical-guide-to-assessment-monitoring-review-and-evaluation-2nd-edition>.
- Hölbl, M. W. (2011). Student feedback experience and opinion using Moodle . *2011 Proceedings of the 22nd EAEEIE Annual Conference (EAEEIE)*, (pp 1–4). Maribor.
- Horizon 2020. (bez datuma). *The three themes of Horizon 2020*. Ielādēts no <https://www.h2020uk.org/three-pillars>.
- Jovanović, J. G. (2017). Learning analytics to unveil learning strategies in a flipped classroom. *Internet and Higher Education*, 33, 74–85.
- Juhaňák, L. J. (2019. gada March). Using process mining to analyze students' quiz-taking behavior patterns in a learning management system. *Computers in Human Behavior*, 92, 496–506.
- Kaur, P. S. (2015). Classification and prediction based data mining algorithms to predict slow learners in education sector. 3rd International Conference on Recent Trends in Computing 2015 (ICRTC-2015). *Procedia Computer Science*, 57, 500–508.
- Latvijas Republika. (2019). *Digitālās ekonomikas un sabiedrības indekss (DESI)*. Ielādēts no https://www.sam.gov.lv/sites/sam/files/content/item_8196_desi_2019_latvia_-lv_-_oficil_publiccija_11june_2019_0021_0.pdf.
- Litmosauthor. (2016. gada 7. May). *Litmos Author's review module*. Ielādēts no <https://www.litmosauthor.com/tour/review/?source=review>.

- Mierlo, B. v. (2011). Approaches and methods for monitoring and evaluation. *Syscope*. Ielādēts no <https://edepot.wur.nl/185027>.
- Moodle. (2021). *Statistics*. Ielādēts no moodle.org: <https://stats.moodle.org/>.
- Morrison, D. (2015. gada 26. Maij). How 'Good' is Your Online Course? Five Steps to Assess Course Quality. Ielādēts no <https://onlinelearninginsights.wordpress.com/tag/assessing-e-learning-course-quality/>.
- Open edX . (2017). Ielādēts no XBlocks: <https://open.edx.org/xblocks>.
- Peña-Ayala, A. (2014). Educational data mining: A survey and a data mining-based analysis of recent works. *Expert Systems with Applications*, 41 (4), 1432–1462.
- Rabai, L. B. (2011). Assessing Quality in E-learning including learner with Special Needs. *Proceedings of the 3rd International Conference on Computer Supported Education May 6–8, 2011*, pp 468–472. Noordwijkerhout, Netherlands. Ielādēts no https://www.researchgate.net/publication/221130676_Toward_a_New_Model_for_Assessing_Quality_Teaching_Processes_in_e-Learning.
- Reimann, P. M. (2014). e-Research and learning theory: What do sequence and process mining methods contribute? *British Journal of Educational Technology*, 45 (3), 528–540.
- Reimann, P. Y. (2013). Using process mining for understanding learning . S. P. R. Luckin (Red.), *Handbook of design in educational technology*. New York : Routledge.
- Reviewmylearning. (2016. gada 7. maijs). *Reviewmylearning*. Ielādēts no <https://www.reviewmylearning.com/>.
- Romero C., V. S. (2008). Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial. *Comput. Educ.*, 51 (1), 368–384.
- Romero C., V. S. (2010). Educational data mining: a review of the state of the art. *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.*, 40 (6), 601–618.
- Romero, C. C.-S. (2016). EDUCATIONAL PROCESS MINING: A TUTORIAL AND CASE STUDY USING MOODLE DATA SETS . S. D. El Atia (Red.), *Data Mining and Learning Analytics: Applications in Educational Research* (pp 1–28). John Wiley & Sons, Inc.
- Romero, C. V. (2010). *Handbook of educational data mining* . Boca Raton: CRC Press.
- Schumacher, C. I. (2018. gada decembris). The importance of students' motivational dispositions for designing learning analytics. *Journal of Computing in Higher Education*, 30 (3). doi:10.1007/s12528-018-9188-y.
- Simister, N. (2017). Monitoring. INTRAC. Ielādēts no chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.intrac.org/wpcms/wp-content/uploads/2017/01/Monitoring.pdf>.
- Šteinberga, A. (2011). *Pedagoģiskā psiholoģija augstskolā. Mācību līdzeklis*. Rīga: RTU Izdevniecība.
- Trivantis. (2016. gada 7. maijs). *Reviewlink e-learning collaboration*. Ielādēts no Trivantis: <http://trivantis.com/products/reviewlink-e-learning-collaboration/>.
- UNESCO. (2005). *World report: Towards knowledge societies*. Paris: UNESCO Publishing. Ielādēts no <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001418/141843e.pdf>.
- Zagorskis, V. K. (2018). Impact of LMS Selection on Students' Activity Students' Activity Evaluation Problems in Moodle and Open edX Learning Management Systems. *Proceedings of the 10th International Conference on Computer Supported Education*.

1, lpp. 505.–512. Portugãle, Funchal, Madeira 15.–17. marts : SciTePress.
doi:10.5220/0006810205050512.