

LATVIJAS UNIVERISTĀTE
ĶĪMIJAS FAKULTĀTE

**DIGITĀLO MĀCĪBU LĪDZEKĻU IZSTRĀDE
PEDAGOGIEM PLATFORMĀ SKOLO.LV VIDUSSKOLAS
MATEMĀTIKAS OPTIMĀLĀ LĪMEŅA PAMATKURSA
TEMATĀ “KOMBINATORIKA”**

BAKALAURA DARBS

Autore: Elīna Juska

Studentes apliecības nr.: ej18004

Darba vadītāja: Mg. math. Maruta Avotiņa

RĪGA 2022

ANOTĀCIJA

Šis digitālais laikmets izglītībā ir nesis gan izaicinājumus, gan iespējas. Plašais tehnoloģiju un digitālo rīku klāsts turpina augt, kamēr pedagogam jāspēj atrast piemērotāko, lai apmierinātu šī laika izglītības aktualitātes, kas norāda uz tehnoloģiju nepieciešamību mācību stundās, kā arī mācību stundas padarītu interaktīvākas un saistošākas skolēnam.

Autores mērķis ir izstrādāt digitālu mācību līdzekļu komplektu pedagogiem kombinatorikas temata apguvei kursā “Matemātika I”, izmantojot skolo.lv mācību platformu. Kā rezultātā tiek iegūti mācību stundu plāni un visi nepieciešamie līdzekļi 12 mācību stundām, kur pedagogam iespējams tos izmantot gan kā visas stundas paraugu, gan papildināt jau esošos stundu plānus ar digitālo rīku izmantošanu.

Atslēgvārdi: digitālā izglītība, digitāli mācību līdzekļi, kombinatorika, mācību platforma.

ANNOTATION

This digital age has brought both challenges and possibilities to education. The wide range of technological and digital tools continues to grow while teachers have to be able to find the most appropriate ones to satisfy the needs of today's education. That highlights the necessity for technologies during lessons as well as gives teachers the possibility to create more interactive and attractive lessons for their students.

The author's aim was to create a set of digital teaching materials for teachers to teach combinatorics in course “Mathematics I” using the learning platform skolo.lv. The result of the research are lesson plans and all the necessary teaching materials for 12 lessons and teachers can use each plan or improve their lesson plans with the digital tools created.

Keywords: digital education, digital teaching tools, combinatorics, learning platform.

SATURA RĀDĪTĀJS

ANOTĀCIJA.....	2
ANNOTATION.....	3
IEVADS.....	5
1. DIGITĀLIE MĀCĪBU LĪDZEKĻI	7
1.1. Digitālo mācību līdzekļu jēdziens	7
1.2. Mācību vadības platforma skolo.lv	8
1.3. Digitālo mācību līdzekļu nepieciešamība.....	11
2. KOMBINATORIKA VALSTS NOTEIKTĀ VISPĀRĒJĀS IZGLĪTĪBAS STANDARTA UN MĀCĪBU PROGRAMMAS KONTEKSTĀ	16
3. MĀCĪBU LĪDZEKĻU IZSTRĀDE UN APROBĀCIJA.....	21
3.1. Izstrādātie stundu plāni.....	22
3.1.1. Stundu plāns tēmai “Kombinatorikas pamatlikumi”	23
3.1.2. Stundas plāns tēmai “Skaitļa faktoriāls”	24
3.1.3. Stundu plāns tēmai “Izlases	25
3.1.4. Stundu plāns tēmai “Variācijas un to skaita aprēķināšana”	26
3.1.5. Stundas plāns tēmai “Permutācijas un to skaita aprēķināšana”	27
3.1.6. Stundu plāns tēmai “Kombinācijas un to skaita aprēķināšana”	28
3.2. Mācību līdzekļu izstrāde skolo.lv	30
3.3. Mācību stundas paraugs skolo.lv platformā	32
3.3. Mācību līdzekļu aprobācija	35
SECINĀJUMI	40
LITERATŪRAS SARAKSTS UN AVOTI	41
PIELIKUMS.....	44

IEVADS

Covid-19 pandēmija izglītībā ir rosinājusi pārmaiņas, proti, sociālo ierobežojumu dēļ, izglītības iestādes un to pedagogi bija spiesti īsā laika posmā pāriet no klātienes mācībām uz attālinātajām vai kombinētajām, kas pieprasīja dažādu digitālo risinājumu izmantošanu. Pedagogi strauji pilnveidoja savas digitālās prasmes, lai mācību procesu dažādotu un pielāgotu digitālajai videi, kas pašlaik ir aktuāli arī klātienes mācībās. Eiropas Komisija caur Digitālās izglītības rīcības plānu 2021.- 2027. gadam pauž pārliecību par digitālo risinājumu izmantošanas nepieciešamību mācību procesā, lai veicinātu katra indivīda digitālās spējas, kas būs nepieciešamas darba tirgū jebkuram pilsonim. Dažādi OECD veikti pētījumi, piemēram, PISA 2015, PISA 2018, TALIS 2018 un CEPS izstrādātais pētījums par digitālās mūžizglītības gatavību, norāda uz dažādo Eiropas valstu sniegumu digitālās izglītības jomā, taču Latvijas kaimiņvalsts Igaunija pārliecinoši ieņem pirmo vietu, kas norāda uz šīs valsts digitālās izglītības kvalitatīvu, efektīvu ieviešanu un uzturēšanu. Arī Amerikā Bernes & Noble koledžas veiktais pētījums par “Z” paaudzes mācīšanās paradumiem, vēsta par skolēnu vēlmi mācību procesā izmantot digitālos rīkus, īpaši akcentējot mācību platformu izmantošanu, lai nodrošinātu iespēju visus mācību līdzekļus apkopot vienuviet.

Autore savā darbā izmanto jauno, izstrādāto mācību platformu skolo.lv, lai izveidotu digitālu mācību līdzekļu komplektu kombinatorikas temata apguvei, izstrādājot mācību līdzekļus divpadsmit mācību stundām, plānojot tās pēc deviņu mācību notikuma modeļa. Mācību līdzekļi izstrādāti tā, lai pedagogam būtu iespēja novadīt gan mācību stundu, izmantojot tikai autores izstrādātos mācību līdzekļus, vai arī izmantot konkrētu mācību notikumu un to ietvert vai pielāgot pedagoga esošajam mācību stundas plānam. Pēc digitālo mācību līdzekļu izstrādes tie tiek apobēti vispārējā vidējās izglītības iestādē un, pamatojoties uz iegūtajiem rezultātiem, tiek uzlaboti.

Pētāmā problēma: Kā dažādot mācību procesu matemātikas mācību stundās, izmantojot mācību platformu skolo.lv?

Darba mērķis: Izstrādāt digitālu mācību līdzekļu komplektu mācīšanās platformā skolo.lv optimālā līmeņa pamatkursam Matemātika I tematā “Kombinatorika”.

Darba uzdevumi:

1. Iepazīties ar digitālās izglītības un digitālo mācību līdzekļu jēdzieniem, izvērtējot to aktualitāti Eiropas kontekstā. Pēcāk izvērtēt kādas valsts piemēru veiksmīgā digitālā mācību procesa ieviešanā.

2. Salīdzināt kombinatorikas temata apguvi iepriekšējā un pašreizējā vispārējās vidējās izglītības standartā un mācību programmā. Izstrādāt tēmu un sasniedzamo rezultātu sadalījumu, pēcāk izveidojot atbilstošus mācību stundu plānus.
3. Izpētīt digitālo mācību platformu skolo.lv, izveidot sadarbību, lai izstrādātu digitālos mācību līdzekļus pedagogiem.
4. Izstrādāt un aprobēt digitālos mācību līdzekļus kombinatorikas temata apguvei, iekļaujot katras mācību stundas nepieciešamos līdzekļus.

Darbs sastāv no trim nodaļām, 13 apakšnodaļām, 19 attēliem un viena pielikuma.

1. DIGITĀLIE MĀCĪBU LĪDZEKĻI

Viens no 21. gadsimta izglītības apspriestiem terminiem ir digitālā izglītība, tāpat arī digitalizācija mācību procesā un digitālās kompetences. Šo terminu nozīmību un aktualitāti ne tikai Latvijā, bet gan arī Eiropā uzsver Eiropas Komisijas priekšsēdētāja Urzula fon Leiena Digitālajā izglītības rīcības plānā 2021.-2027. gadam, kur priekšsēdētāja min, cik nozīmīgas ir digitālās spējas šī gadsimta pilsonim, lai rastu sev iespējas dzīvē attīstīties, rast darbavietu un būt iesaistītam pilsonim. [1] Digitālā izglītība tiek definēta kā mācīšana un mācīšanās, kuras laikā tiek izmantoti digitālie rīki un tehnoloģijas, turklāt Eiropas Reģionu komiteja uzsver nošķiršanu starp digitālo izglītību un tiešsaistes mācībām vai tālmācības, pamatojot, ka Covid-19 pandēmijas rezultātā, steigā ieviestā mācību forma neatspoguļo Eiropas vīziju par digitālo izglītību. [2] [3] Lai mācību stundās prasmīgi izmantotu tik plaši pieejamo tehnoloģiju un digitālo rīku klāstu, primāri skolēnam attīstot digitālās prasmes, pašam pedagogam ir jābūt kompetentam un prasmīgam. Šo aspektu attēlo arī TALIS 2018 rezultāti par pedagogu populārākajām pilnveides jomām, kur lielākais pieprasījums ir informācijas un komunikāciju tehnoloģiju jomasursos, kas ir vērtējams kā pozitīvs aspekts, kur skolotāji spēj novērtēt savas zināšanas un prasmes un uz to balstīties arī pilnveidoties. [4] Pēc pētījuma datiem tikai 48% Latvijas pedagogu “bieži” vai “vienmēr” mācību stundās atļauj izmantot informācijas un komunikāciju tehnoloģijas projektiem vai stundu darbam, tāpat pētījums atspoguļo pedagogu nesagatavotību ieviest tehnoloģiju izmantošanu mācību stundās, arī 41% no Latvijas skolu direktoriem uzsver, ka skolas nav pietiekami nodrošinātas ar kvalitatīvām tehnoloģijām. [4] Autore secina, ka pedagogu profesionālai pilnveidei ir svarīga loma izglītībā, lai mācību process būtu mūsdienīgs un atbilstošs šim laikmetam.

1.1. Digitālo mācību līdzekļu jēdziens

Izglītības likuma 1. panta 12⁵. punktā uzskaitīts, ka mācību līdzekļi ir izglītības programmas īstenošanai un satura apguvei izmantojamā mācību literatūra, elektroniskie resursi, kas skaidroti kā elektroniskā vidē apkopota dažāda veida informācija, interaktīvas mācību platformas, respektīvi, elektroniski resursi, kuriem iespējamas aktīvas mācību satura apguves iespējas, spēles drukātā vai digitālā formā, ieskaitot tiešsaisti, mācību vadības platformas, kā, piemēram, mācīšanas platforma skolo.lv, kas strauji iegūst popularitāti Latvijas skolās, kā arī metodiskie līdzekļi, uzskates līdzekļi, izdales materiāli, mācību tehniskie līdzekļi, kas ietver mācību procesa nodrošināšanai nepieciešamās tehniskās ierīces, u.c.. [5] Savukārt Latvijas Informācijas un komunikācijas tehnoloģiju asociācijas izveidotajā materiālā “Ieteikumi Digitālo mācību līdzekļu un resursu izstrādei un novērtēšanai” sniegts skaidrojums, kas ir tieši

digitālie mācību līdzekļi. Materiālā tie definēti kā mācību līdzekļi un resursi izglītības programmas realizēšanai, kas ir digitāli radīti vai digitalizēti un pieejami globālajā tīmeklī vai arī izdoti elektroniska izdevuma formā, kas paredzēti izmantošanai ar datora vai citas digitālas iekārtas palīdzību. [6] Dotais skaidrojums ataino arī izglītības likuma iepriekš minētā punkta uzskaitījumā atsaušanos uz tiešsaistes formu pie visiem uzskaitītajiem mācību līdzekļiem. Elektroniskajos uzziņu avotos biežāk latviešu valodā minēts vārdu savienojums “digitālie mācību materiāli”, taču nozīme ir nemainīga. Šādu mācību līdzekļu galvenais uzdevums ir veicināt mācību satura apguvi, kas mijas ar digitālo prasmju attīstīšanu skolēnā, padarot arī mācību procesu skolēnam saistošāku un interaktīvāku.

Sīkāk izskatot katru no šo digitālo mācību līdzekļu tipiem, var secināt, ka katram digitālajam mācību līdzekļa veidam atrodami paraugi. Kā piemēru elektroniskiem resursiem var minēt SIA “Lielvārds” izstrādāto platformu soma.lv, kur skolēnam un pedagogam pieejamas mācību grāmatas digitālā formātā, mācību video, metodiskie līdzekļi pedagogiem u.c. mācību līdzekļi, tāpat arī Skola2030 mācību resursu krātuve, kas pieejama gan skolēniem, gan skolotājiem, vietnē pieejami metodiskie materiāli, darba lapas, atgādnēs un noslēguma pārbaudes darbi. Savukārt Latvijā pazīstamas interaktīvas mācību platformas ir, piemēram, Māconis, kas ir uzņēmuma “Zvaigzne ABC” veidots digitāls risinājums mācībām, kas ietver gan teorētiskos materiālus, gan praktisku darbību, kur skolēns var vingrināties uzdevumu izpildē. Pie šāda tipa digitāliem rīkiem pieskaitāms arī Latvijā populārais izglītības portāls uzdevumi.lv, kas noslēguši līgumus ar vismaz 600 skolām Latvijā un pulcē aptuveni 500000 reģistrētu pedagogus, skolēnus un vecākus. Šis portāls piedāvā gan plašu teorijas klāstu 16 mācību priekšmetos, tai skaitā matemātikā, kā arī testus un uzdevumus ar risinājuma soļiem un skaidrojumiem skolēniem. [7]

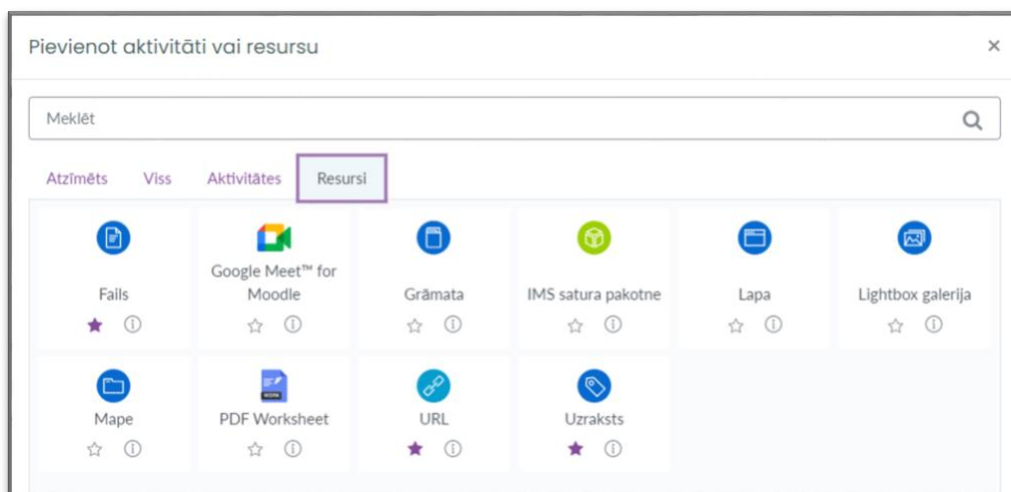
Autore uzsver, ka interneta vidē pieejamo digitālo mācību līdzekļu izveides rīku klāsts ir plašs, un, tos izvēloties, ir būtiski izskatīt to atbilstību skolēnu vecumgrupai un izmantošanas mērķiem, tāpat arī izmantošanas izmaksas un pieejamību skolēniem. Pēc autores domām galvenā priekšrocība, izmantojot digitālus mācību līdzekļus, ir to pieejamība no jebkuras vietas, kur iespējams ierīci savienot ar interneta pieslēgumu. Domājot par skolēnu labsajūtu, ir būtiski izveidot sistemātiskumu digitālo tehnoloģiju un rīku izmantošanā, lai skolēnam būtu skaidrība par to, kur atrast mācību līdzekļus, šajā gadījumā nozīmīgu lomu spēlē mācību platformas, kurās iespējams visus mācību līdzekļus uzglabāt gan skolēnam, gan pedagogam.

1.2. Mācību vadības platforma skolo.lv

Viens no projekta Nr. 8.3.1.1./16/I/002 Kompetenču pieeja mācību saturā jeb plašāk pazīstama kā Skola2030 izveidotajiem produktiem ir mācīšanās platforma skolo.lv. Mācīšanās

platforma Latvijas vispārējās izglītības iestādēm kļuvusi pieejama no 2021. gada rudens, kad izglītības iestādes varēja uzsākt pieteikšanos platformas izmantošanai. Skolo.lv mērķis tiek raksturots kā iespēja izmantot mācībās digitālās tehnoloģijas, lai veiksmīgāk mācītu un mācītos, neraugoties uz mācību veidu – klātie, attālinātās vai kombinētās mācības. [8] Covid-19 pandēmijas apstākļi ir likuši mainīt mācību pieeju, liekot pedagogiem domāt par materiālu pieejamību un strukturētību skolēniem, lai skolēni nepieciešamības gadījumā varētu mācīties arī pašvadīti. Tieši šī mācību vadības platforma dod iespēju pedagogam veidot ikdienas darbu, respektīvi, izmantojot platformu ir iespējams plānot un vadīt mācību stundas. Šī virtuālā mācību vide nodrošina iespēju izmantot jau gatavus e-kursu paraugus, gan arī veidot savus, kuros iespējams izveidot strukturētas mācību stundas ar nepieciešamajām atgādnēm, uzziņu avotiem, interaktīviem uzdevumiem, demonstrācijām, tāpat iespējams veidot gan formatīvos, gan summatīvos vērtēšanas darbus. Pedagogam ir iespēja veidot arī savu metodisko līdzekļu resursu krātuvi, kurai nav jābūt pieejamai skolēniem, tā glabājot gan digitāli izmantojamus, gan drukāšanai paredzētos materiālus, metodiskos līdzekļus vienuviet. No skolēna puses tā ir iespēja redzēt strukturētu skatu mācību saturā, kas ļauj prognozēt tematā apgūstamās zināšanas, prasmes, saņemt individuālas atgriezeniskās saites un skaidrojumus, tāpat arī uzglabāt visus mācību materiālus vienā, ērti pieejamā vietnē. [8]

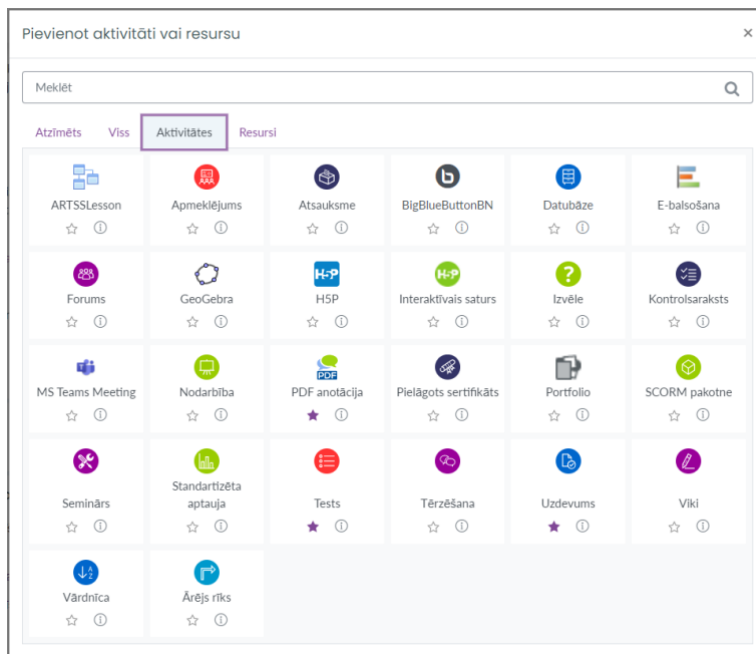
Pētot iespējas e-kursu sadaļā, autore secina, ka platforma izveidota lietotājam draudzīga-vienkārša, uzskatāma, turklāt pedagogam pieejamas daudz un dažādu pamācību, tāpat skaidrojumi pie katras no iespējām. E-kursā iespējams pievienot aktivitāti vai resursu. Izmantojot resursus, iespējams pievienot dažādus failus, kā, piemēram, atgādnēs, snieguma līmeņa aprakstus un citus pedagoga veidotas vai iegūtas datnes, kas noder mācību procesā. Tāpat iespējams izveidot grāmatu, kas kalpo kā daudzlapu mācību līdzeklis, piemēram, iespējams visam tematam izveidot grāmatu ar nepieciešamajām atgādnēm vai drukājamām darba lapām. “PDF Worksheet” resursa rīks nodrošina iespēju pedagogam augšupielādēt jau gatavu darba lapu, kuru skolēns var izpildīt anotējot, respektīvi, iekrāsot tekstu, pasvītrot, izveidot teksta lauciņus, kur ievadīt prasīto, tai skaitā arī matemātiskos simbolus. Resursu sadaļā vēl pieejami uzrakstu veidošanas rīki, kas palīdz strukturēt e-kursa skatu, saišu rīki u.c. (sk. 1.1. attēlu).



1.1. att. Ekrānuņēmums no skolo.lv piedāvātie resursu rīkiem

Savukārt aktivitāšu rīki paredzēti skolēnu interaktīvai iesaistīšanai mācību saturā. Šie rīki nav vērsti tikai uz konkrētu vingrinājumu izpildi attiecībā pret tematu, piemēram, aktivitāte “Kontrolsaraksts” ļauj skolēnam sekot līdzī apgūtajam, padarītajam, to atzīmējot kontrolsarakstā, kas uzskatāmi demonstrē stundas vai temata laikā izdarīto. Vārdnīcas rīks ļauj skolēnam veidot un uzturēt definīciju sarakstu, tāpat šo rīku var izmantot noderīgas informācijas uzkrāšanai un organizēšanai. Pedagoģam ir iespēja vērtēt šīs vārdnīcas, iestatīt komentēšanu, tādējādi sniedzot atgriezenisko saiti. Līdzīgam nolūkam paredzēta arī aktivitāte “Portfolio”, kur skolēns pēc noteiktas pedagoģa struktūras var uzkrāt nepieciešamos mācību līdzekļus. Tam seko virkne rīku, kas pedagoģam atvieglo ikdienas gatavošanos mācību stundām, ietaupot laiku uz mācību uzdevumam atbilstošu rīku meklēšanu. Skolo.lv platforma piedāvā pedagoģiem veidot uzdevumus ar atbilžu iesniegšanu, kur skolēns atbildes var sniegt augšupielādējot nepieciešamās datnes vai rakstiski, turklāt neierobežojot matemātisko simbolu izmantošanu, tāpat arī testu veidošanu, kas var kalpot kā zināšanu pārbaude tēmā, kursa noslēgumā, tāpat testa rīku var izmantot arī atgriezeniskās saites sniegšanai un pašvērtējumam. Autore vēlas izcelt arī “E-balsošana” rīku, kas aizvieto nepieciešamību pēc Kahoot vai cita veida balsošanas rīkiem. Šis rīks nodrošina vienkāršu jautājumu un izvēļu izveidošanu un izmantošanu, rīks lieliski noder viedokļu noskaidrošanai, klases zināšanu novērtēšanai u.c.. Īpaši svarīgs rīks ir “H5P” un “Interaktīvais saturs”, šīs aktivitātes aizvieto daudzu citu ārēju rīku nepieciešamību, respektīvi, pedagoģam ir iespēja pašam izveidot interaktīvas aktivitātes, piemēram, video un prezentāciju ievietošana ar skaidrojumiem, testa jautājumiem un aptaujām, kas iekļauti tieši video rullītī vai starp prezentācijas slaidiem. Tāpat iespējams izveidot zibkartītes, kur katra kartīte savienota ar jautājumiem un atbildēm, skolēns izmanto kartītes, lai aizpildītu tukšos laukumus un pārbaudītu zināšanas. Šāda aktivitāte ir īpaši noderīga apgūstot, piemēram, definīcijas un jaunus jēdzienus. Interaktīvā satura aktivitāte piedāvā arī testu izveidi,

aptaujas, teksta iezīmēšanas aktivitāti, atmiņu spēles, skaidrojošās sienas, kurām pievienot dažādu nepieciešamo informāciju un dalīties ar citiem. Starp aktivitāšu rīkiem pieejama arī matemātikas pedagogiem plaši pazīstamā Geogebra, kas ievietojama kursā bez lieku hipersaišu izmantošanas, tāpat pedagogi var veidot forumus, datubāzes, aptaujas u.c. aktivitātes. (sk. 1.2. attēlu).



1.2. att. Ekrānuzņēmums no skolo.lv piedāvātie aktivitāšu rīkiem

Autore secina, ka skolo.lv platforma ir daudzfunkcionāla un plaši izmantojama mācību stundās. Daudzveidīgo resursu un aktivitāšu klāsta dēļ pedagogam nav nepieciešams meklēt, apgūt citus ārējos rīkus, lai dažādotu mācību procesu stundās. Turklāt pozitīvs aspekts, ka skolo.lv izmantošana ir bez maksas, kas ir būtisks aspekts pedagogam, izvēloties digitālos rīkus ar kuriem strādāt. Taču tieši tāpat kā, izmantojot jebkurus ārējos digitālos rīkus, arī skolo.lv pilnvērtīgai izmantošanai ir nepieciešamas zināšanas un prasmes, jo pedagogs būs kompetentāks un prasmīgāks, jo dažādākus digitālos risinājumus būs iespējams iekļaut mācību stundās. Taču arī pie šī aspekta tiek strādāts, jo Datorzinību centrs sadarbībā ar Valsts izglītības satura centru veido pedagogu profesionālās pilnveides kursus, kuru mērķis ir attīstīt pedagogu prasmes skolo.lv izmantošanā mācību procesā. [9]

1.3. Digitālo mācību līdzekļu nepieciešamība

Līdz ar Covid-19 pandēmijas uzliesmojumu izglītības sistēmā lielu lomu ieņēmušas tehnoloģijas un dažādi digitālie rīki. Šis laiks licis pārdomāt digitālo prasmju nepieciešamību katra indivīda ikdienā, lai ikvienam indivīdam būtu vienlīdzīgas iespējas rast darbu, būt iesaistītam, jo lielākai daļai mācībām un darba vietu būs nepieciešamas konkrēta līmeņa digitālās zināšanas un prasmes. Tā kā digitālā infrastruktūra un tās aprīkojums nemitīgi mainās

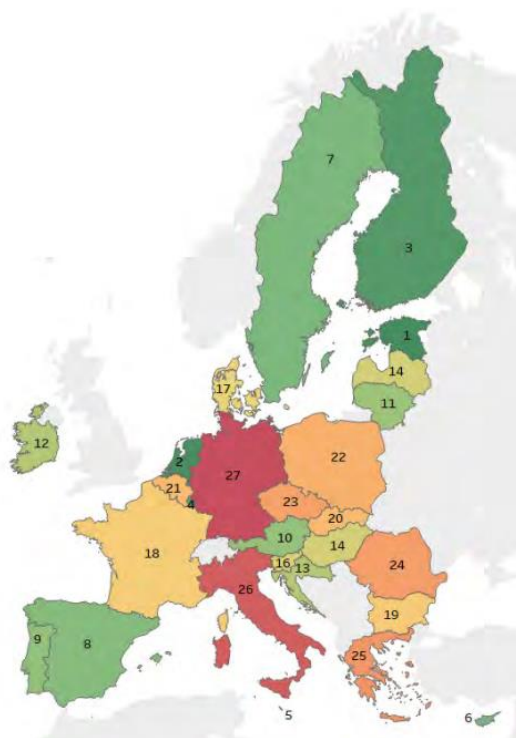
un attīstās, ir svarīgi, ka izglītojamie visu mūžu attīstītu šīs prasmes un kompetences. [10] Pēc Digitālās ekonomikas un sabiedrības indeksa rezultātiem redzams, ka visas Eiropas Savienības dalībvalstis ir progresējušas digitalizācijas jomā, taču nevienmērīgi. Latvija ierindojas 17. vietā, kur uzmanība ir jāpievērš digitālo prasmju jomai, kur Latvijas rezultāti ir zemāki par vidējiem Eiropas Savienībā, no kā izriet, ka aptuveni pusei Latvijas iedzīvotāju trūkst digitālo pamatprasmju. [11]

Eiropas Savienības Komisijas izveidotais Digitālās izglītības rīcības plāns ir viens no apliecinājumiem, ka digitālā izglītība, tehnoloģijas un digitālās kompetences pašlaik ir aktuāls temats ne tikai Latvijā, bet arī Eiropā. Šis rīcības plāns ir paredzēts izpildei no 2021. gada līdz 2027. gadam un šī plāna mērķis ir atbalstīt Eiropas Savienības dalībvalstu izglītības un apmācības sistēmu ilgtspējīgu un efektīvu pielāgošanu digitālajam laikmetam. [1] Šim mērķim ir noteiktas divas prioritāras jomas, viena no tām ir augstas veikspējas digitālās izglītības ekosistēmas attīstīšana, kur ietverta gan infrastruktūras attīstība, gan kompetenti izglītības pedagogi digitālajā jomā, gan kvalitatīvs mācību saturs, kas veidots caur drošām un lietotājam draudzīgām platformām. Latvijas kontekstā šī prioritārā joma arī tiek realizēta, kā, piemēram, investīciju programma “Dators ikvienam skolēnam”, kur līdz 2025. gadam plānots iegādāties aptuveni 26000 datoru skolēniem, tāpat nozīmīgs solis ir digitālās mācību platformas skolo.lv izstrāde un ieviešana, kā arī pedagogu apmācību kursi, lai spētu pilnvērtīgi izmantot šo platformu. [12] Kā otrā prioritārā joma noteikta digitālo prasmju un kompetenču nostiprināšana, kas nepieciešamas digitalizācijas īstenošanai, Eiropas Komisija to skaidro ar pamata digitālo prasmju apguvi jau no agrīna vecuma, digitālās prasības nodrošināšanu, kā arī izglītības nodrošināšanu skaitļošanas jomā u.c.. [1]

Eiropā veikti arī dažādi pētījumi, kuru viens no mērķiem ir bijis veikt datu ieguvu un analīzi par digitālo risinājumu izmantošanu skolās un mājās skolas vajadzībām, par interneta pieslēguma pieejamību skolā un ārpus tās. Piemēram, aplūkojot OECD (Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācija) Starptautiskās skolēnu novērtēšanas programmas PISA 2015 iegūtos datus, kur viens no fokusi tika veltīts datoru un interneta pieslēguma pieejamībai, kā arī informācijas un komunikāciju tehnoloģiju (IKT) lietošanas paradumu analīzei, iespējams salīdzināt Latvijas un citu valstu iegūtos rezultātus. Kopumā moduli par IKT saistītiem jautājumiem izvēlējās iekļaut 46 OECD dalībvalstis. Analizējot iegūtos rezultātus kopumā matemātikas jomā, kas saistīta ar IKT rīku izmantošanu, pētījums akcentē būtiskus secinājumus, kā piemēram, viedierīču un datoru izmantošana stundās spēj sniegt individualizētu atgriezenisko saiti katram skolēniem, turklāt to sniegt tūlītēji, tāpat ar IKT integrēšanu mācību stundās ir iespējams panākt laika diferencēšanu un individualizētu pieeju katram skolēnam. Tiesa gan pētījumā atspoguļojas tas, ka IKT risinājumus ir vairāk gatavi

izmantojot pedagogi, kuri jau ikdienā ir labāk sagatavoti uz skolēnu orientētu mācīšanos, dažādu grupu darbu veidošanu un mācību procesa dažādošanu. Šo rīku kvalitatīvu integrēšanu mācību procesā lielā mērā nosaka pedagoga digitālā kompetence. [13] Interesanti, ka no 42 dalībvalstīm, piecās valstīs skolēnu uzvedība un viedierīču izmantošana matemātikas stundās korelēja pozitīvi, respektīvi, mācību procesā izmantojot viedierīces, bija novērojama lielāka skolēnu disciplīna un pozitīvāka uzvedība, taču 11 valstīs bija novērojama uzvedības pasliktināšanās, biežāk izmantojot viedierīces. [13] Pārejās valstīs, tai skaitā Latvijā, netika novērota nozīmīga atšķirība mācību stundās. Autore uzskata, ka disciplīnas jautājumi klasē, izmantojot viedierīces, arī var būt atkarīgi no pedagoga, precīzāk pedagoga sagatavotajiem mācību uzdevumiem, kā arī klasvadības prasmēm, līdz ar to autore neuzskata tehnoloģiju izmantošanu mācību stundās kā potenciālo disciplīnas un uzvedības mainītāju negatīvā virzienā. Tāpat no kopējiem rezultātiem tiek izceltas atšķirības starp datorizētu matemātiku un drukātu matemātiku, ar to domājot mācīšanās veidus un kā galvenā atšķirība tiek akcentēts, ka izmantojot digitālos rīkus, skolēnam tiek dota iespēja matemātikas stundās attīstīt digitālās kompetences, to realizējot, piemēram, caur diagrammu veidošanu, konkrētu datu atlasīšanu, prognozēšanu, kopu kārtošanu, grafiku veidošanu un spriešanu par to izmaiņām, līdz ar to, izmantojot IKT, ir iespējams novērtēt tādas prasmes, ko nebūtu iespējams vērtēt, izmantojot tikai drukātus materiālus un uzdevumus.

Augstākās digitālo lasīšanas prasmes PISA 2015 veiktajā pētījumā no Eiropas valstīm uzrāda Igaunija. Turklāt PISA 2018 pētījumā Igaunija ieņem pirmo vietu Eiropas valstu sarakstā visās jomās, tai skaitā matemātikā, zinātnē, un lasīšanā. [14] [15]. Tāpat CEPS (Eiropas politikas pētījumu centrs) veiktajā pētījumā “Index of Readiness for Digital Lifelong Learning” jeb pārtulkojot pētījumā par gatavības indeksu digitālai mūžizglītībai, Igaunija ieņem pirmo vietu Eiropā, atstājot aiz sevis Nīderlandi, Somiju un Luksemburgu. [16] Pētījumā tika izskatītas trīs kategorijas, mācību līdzdalība un to rezultāti, iestāžu un institūtu pieeja digitālajām mācībām, kā arī digitālās mācīšanās pieeja. Visās kategorijās Igaunija uzrādīja augstu sniegumu, kopvērtējumā ierindojoties tieši pirmajā vietā, Latviju atstājot 14. vietā (sk. 1.3. attēlu).



1.3. att. CEPS pētījuma kopējo vietu sadalījums digitālās mūžizglītības gatavībā

Autorei iepazīstoties ar Igaunijas izglītības sistēmu, novērojams īpašs uzsvars uz IKT ieviešanu un izmantošanu skolās. Jau 2000. gadā Igaunijas skolās katrā klasē bija izvietoti datori, turklāt valdība nodrošināja bezmaksas datorapmācības arī pārējiem Igaunijas iedzīvotājiem. Nozīmīgs aspekts ir visu izglītības materiālu digitalizēšana, kas kā mērķis tika izvirzīts jau 2015. gadā. Arī igauņi uzsver, ka šādas digitalizācijas pārveides kvalitāte ir atkarīga no pedagogu spējām un rūpīgas apmācības, kā arī pilnveides. [17] Iepazīstoties ar informāciju, autore secina, ka īpaša uzmanība tiek pievērsta pedagogu profesionālai pilnveidei, kur dažādi speciālisti, balstoties uz DigiComp ietvariem izstrādājuši arī pedagogu digitālo kompetenču ietvaru, kas sastāv no sešām dimensijām - profesionālā attīstība un iesaistīšanās, digitālie resursi, mācīšana un mācīšanās, novērtējums, izglītojamo iespēju nodrošināšana un izglītojamo digitālās kompetences veicināšana. [18] Tāpat izstrādātas dažādas profesionālās pilnveides programmas, rūpējoties par pedagogu digitālo kompetenci, lai sekmīgi to nodotu tālāk skolēniem. Kā arī vēl viens būtisks aspekts Igaunijas izglītības sistēmā ir mākoņpakalpojumu izmantošana jeb e-skolu risinājumi. Igaunijā 95% skolu izmanto tieši e-skolu risinājumus, kas, sākoties pandēmijai, atvieglināja attālināto mācību nodrošināšanu. [17] Autore uzsver, ka arī Latvija seko šim piemēram, ieviešot iepriekš jau aplūkoto skolo.lv mācību platformu, autore secina, ka šis ir nozīmīgs solis arī Latvijas digitālās izglītības pilnveidē. Analizējot Igaunijas izglītības pieeju digitalizācijas procesam, var secināt, ka Latvijā nepieciešama struktūra valstiskā līmenī, kas nav sadrumstalota un ir realizējama, atskatoties uz Igaunijas pieredzi, redzams, ka Latvijas izglītības sistēmā ir fragmenti, kuri ir pozitīvi, piemēram, skolo.lv izstrāde

un datoru nodrošināšana skolēniem, taču nepieciešams plāns ilgtermiņā, īpašu uzmanību vēršot pedagogu digitālo prasmju pilnveidei.

Arī Barnes & Noble koledžas veiktais pētījums par “Z” paaudzes mācīšanās paradumiem uzskatāmi attēlo nepieciešamību pēc digitāla mācību procesa. [19]“Z” paaudze ir digitālie bērni, kuri mācību procesā sagaida interaktivitāti, iespējas pārbaudīt savas digitālās spējas un tās arī pilnveidot, skolēni novērtē atzinīgi novērtē iespēju uz pašvadītu mācību procesu, ko panāk ar tehnoloģiju izmantošanu klasē, piemēram, mācību platformas, kur tiek uzglabāti visi mācību materiāli un veicamie uzdevumi, šādu mācību materiālu glabātuvī par lietderīgu atzīst 81% skolēnu. Vairāk nekā 80% respondentu atzīst, ka labprāt mācās no digitālām mācību grāmatām.

Iepazīstoties ar PISA 2015, 2018, CEPS 2019, Barnes & Noble veiktajiem pētījumiem, kā arī Igaunijas izglītības sistēmas struktūru, autore saskata digitālās izglītības problemātikas aktualitāti Latvijā, par paraugu ņemot Igaunijas pieredzi šāda mācību procesa veidošanā. Ir nepieciešams izveidot sistemātisku darbību kopumu, kas veicinātu pedagogu vēlmi digitalizēt esošos mācību līdzekļus, tādejādi veidojot mūsdienu paaudzei aktuālu mācību procesu, rūpējoties par skolēnu digitālo prasmju attīstīšanu. Būtisks aspekts digitālās izglītības veidošanā ir pedagogu profesionālā kompetence un pilnveidošanās, lai nodrošinātu kvalitatīvu mācību līdzekļu pārveidi, kā arī jaunu mācību līdzekļu izstrādi. Arī pētījumos tiek uzsvērts, ka vēl joprojām tiek meklēti vispiemērotākie IKT rīku izmantošanas veidi, lai tas viennozīmīgi paaugstinātu mācību rezultātus un sniegtu ilgtermiņa zināšanas un prasmes. Balstoties Igaunijas pieredzē e-skolu risinājumu izmantošanā, autore secina, ka ir nozīmīgi valstiskā līmenī iedarbināt skolo.lv izmantošanu izglītības iestādēs, tādejādi veidojot pārskatāmu un strukturētu mācību tematu apguvi, kas ir redzama un saprotama gan skolēniem, gan pedagogiem, gan vecākiem.

2. KOMBINATORIKA VALSTS NOTEIKTĀ VISPĀRĒJĀS IZGLĪTĪBAS STANDARTA UN MĀCĪBU PROGRAMMAS KONTEKSTĀ

Sakarā ar pārmaiņām visā izglītības sistēmā, būtiskas izmaiņas notikušas gan valsts vispārējās vidējās izglītības standartā, gan mācību programmās. No 2020. gada 1. septembra spēku zaudējuši noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu, mācību priekšmetu standartiem un izglītības programmu paraugiem un stājušies spēkā jaunie Ministru kabineta noteikumi Nr. 416 par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības programmu paraugiem.

Autore šajā nodaļā atsaucas un salīdzināšanai izmanto Ministru kabineta noteikumus Nr. 416 un spēku zaudējušos noteikumus Nr. 281. [19] [20] Iepazīstoties un salīdzinot abus vidējās izglītības standartus, jau sākotnēji ir redzamas atšķirības, proti, vispārējās vidējās izglītības satura īstenošanas mērķi un uzdevumi. Līdz šim mērķis bija vērsts uz izglītojamā nodrošināšanu ar zināšanām un prasmēm, veicināšanu pilnveidoties par garīgi, emocionāli un fizisku attīstītu personību, sociāli aktīvas attieksmes sekmēšanu un patstāvīgas mācību prasmes attīstīšanu. Jaunais standarts definē lietpratīgu skolēnu un vidējā izglītība jauniešiem sniedz iespēju apzināties savas intereses un spējas un sagatavoties izglītības turpināšanai augstskolā vai profesionālai darbībai. Tāpat spēkā esošā standarta uzdevumos, kā pirmais vidējās izglītības satura īstenošanas uzdevums ir tieši padziļināta un vispusīga izpratnes attīstīšana par dažādām vērtībām, piemēram, dzīvība, brīvība, darbs, kultūra, Latvijas valsts u.c.. Svarīgi, ka viens no uzdevumiem ir tieši individualizēta iedziļināšanās un specializēšanās konkrētās mācību jomās, kuras skolēns apgūst atbilstoši savām interesēm. Vēl viens būtisks uzdevums ir tiešā mērā saistīts ar apgūstamajām, attīstāmajām caurviju prasmēm, lai skolēns plānotu un vadītu savas izziņas procesu, pieņemtu atbildīgus lēmumus un lai prastu, kā arī vēlētos patstāvīgi mācīties mūža garumā.

Jaunajā, spēkā esošajā, standartā plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti ir aprakstīti trīs līmeņos – vispārīgajā, optimālajā un augstākajā apguves līmenī, kas atbilst skolā apgūstamajiem pamatkursiem “Matemātika”, “Matemātika I” vai padziļinātajam kursam “Matemātika II”. Iepriekšējā izglītības standartā jēdziens “plānotie sasniedzamie rezultāti” vietā tika izmantots jēdziens “pamatprasības mācību priekšmeta apguvei”. Pamatprasības tika norādītas atbilstoši mācību satura komponentēm, kas iepriekšējā standartā bija trīs – matemātiskie modeļi, pētnieciskā darbība un cilvēka, sabiedrības un vides mijiedarbības matemātiskie aspekti. Iepazīstoties ar visu trīs komponentu pamatprasībām, pēc autores domām ir redzams, ka tās ir nekonkrētākas, vispārīgākas un neviennozīmīgi izmērāmas. Piemēram,

matemātikas priekšmeta standartā vairākkārt tiek izmantots darbības vārds “izprot”, autore, pamatojoties uz Akadēmiskā informācijas centra ievietoto informāciju par Blūma taksonomiju un attiecīgi kvalitatīviem uzstādītiem darbības vārdiem, katrā no taksonomijas soļiem, uzskata, ka šāds darbības vārds skolotājam un skolēnam nav izmērāms, tas nevēsta par vēlamo rezultātu, piemēram, par prasmi skaidrot, pamatot, zināt. [21] Turpretī spēkā esošajā izglītības standartā ir izdalītas sešas lielās idejas un tās sadalītas pa maziem tematiem. Katram tematam ir iepriekš minēto trīs apguves līmeņu plānotie sasniedzamie rezultāti, kas ir definēti precīzi, nepārprotami un viegli uztverami, izmantojot tādus darbības vārdus, kā nosaka, raksturo, pamato, skaidro, formulē u.c.. Spēku zaudējušajā standartā kombinatorikas temata apguvei atbilstošos sasniedzamos rezultātus iespējams apskatīt zem mācību satura komponenta “Matemātiskie modeļi”. [19] Tur izvirzītas trīs pamatprasības jeb sasniedzamie rezultāti. Jaunajā izglītības standartā kombinatorikas temats iekļauts zem piektās lielās idejas “Datus par objektiem, situācijām, notikumiem, procesiem var matemātiski apstrādāt, analizēt, lai pieņemtu pamatodus lēmumus” 5.1. apakšpunktā “Kopas, darbības ar kopām un kombinatorikas elementi”, kur atrodam sasniedzamie rezultāti vispārējam apguves līmenim, optimālajam apguves līmenim un augstākajam apguves līmenim (sk. 1. pielikumu). Līdz šim standartā kombinatorikas apguvei bija paredzētas divas pamatprasības. Skolēnam jāizprot kombinatorikas jēdzieni, tie jālieto, raksturojot datus un procesus, kā arī skolēnam jāaprēķina elementu kopas izlašu skaitu, lietojot kombinatoriskos saskaitīšanas un reizināšanas likumus vai piemērotus aprēķināšanas algoritmus. Šīs prasības nesniedz konkrētu atbildi, kas skolēnam ir jāapgūst. Taču jaunajā standartā ir novērojami uzlabojumi, norādot šādus apgūstamos sasniedzamos rezultātus:

- 5.1.4. Elementu/objektu skaitu nosaka, spriežot un veicot pilno pārlasi, pamatojot savus spriedumus.
- 5.1.5. Skaidro jēdzienus izlase, kombinācijas, variācijas un permutācijas, to savstarpējo saistību un saistību ar jēdzieniem kopa un apakškopa.
- 5.1.6. Lieto formulas permutāciju, variāciju un kombināciju skaita aprēķināšanai un sakarību $C_n^k = C_n^{n-k}$; izvērtē iespējas noteikt objektu skaitu, spriežot un veicot pilno pārlasi vai lietojot kombinatorikas formulas. [20]

Mainoties vispārējam vidējās izglītības standartam ir mainītas arī vidējās izglītības mācību priekšmetu programmas. [22] [23] Iepriekšējā mācību programmā sākotnēji tiek aprakstīts, kā katrs temats attiecīgi 10., 11. un 12. klasē iekļaujas kādā no standartā aprakstītajiem komponentiem. Pēcāk programmā tiek aprakstīta mācību satura apguves secība un apguvei paredzētais laiks. Katrai klasei tiek uzskaitīti sasniedzamie rezultāti attiecībā pret tēmu un komponentiem, norādīti mācību līdzekļi un iespējamā starppriekšmetu saikne. Turpretī jaunajā programmā temati nav nodalīti pa klasēm. Turklāt ir atkarībā no mācību priekšmeta un

apgūves līmeņa ir konkrēts skaits “lielo” tematu, kas sadalīti pa apakštematiem. Katram apgūstamajam tematam norādītie sasniedzamie rezultāti sadalīti četrās daļās – ziņas, prasmes, kompleks sasniedzamais rezultāts un ieradumi. Līdz ar to ir skaidras, precīzas prasības attiecībā uz apgūstamo. Nozīmīgi, ka jaunajā programmā ir norādīta temata apgūves norise, kur konkrētais temats izdalīts sīkāk un paskaidrotas, kādas darbības ir nepieciešams veikt. Pievēršoties konkrēta temata, proti, kombinatorikas izpētei, ir novērojamas dažādas atšķirības programmu paraugos. [22] [23] Projekta “Dabaszinātnes un matemātika” veidotajā mācību programmas paraugā kombinatorika tika iekļauta zem diskrētiem modeļiem, kur 10. klasē skolēni apgūst kopu teorijas pamatjēdzienus un darbības ar tām, 11. klasē pievēršas kombinatorikas elementiem un 12. klasē iegūtās zināšanas kombinatorikā saista ar uzdevumiem par ģeometriskiem ķermeņiem. 11. klasē kombinatorikas apguve bija paredzēta kā ceturtais temats “Kombinatorikas elementi”, pirms tam apgūstot statistikas elementus. Kombinatorikas tematam bija atvēlētas 12 mācību stundas. Jaunajā mācību programmā kombinatorikas apguve novietota zem lielā temata “Varbūtība un statistika I” un trešā apgūstamā temata “Kombinatorika un varbūtība”. Šajā gadījumā ir novērojamas pirmās izmaiņas, jo statistikas temats novietots aiz kombinatorikas. Aktuālajā mācību programmā arī piedāvāts aptuvenais mācību stundu skaita sadalījums, kombinatorikai atvēlot līdz 12 mācību stundām. Autore digitālos mācību līdzekļus izstrādā 11 mācību stundām, dodot brīvu izvēli pedagogam, iestarpināt pārbaudes darbu pēc kombinatorikas apguvi vai arī izmantot Skola2030 gatavo noslēguma pārbaudes darbu, kur iekļauti uzdevumi par visu tematu.

Lai veiksmīgi tiktu saplānotas mācību stundas tematam, sākotnēji nepieciešams izstrādāt tematisko plānu, kurā, izmantojot mācību priekšmeta programmas paraugu, nepieciešams sadalīt stundu skaitu pa apakštematiem un noteikt galvenos sasniedzamos rezultātus apakštematos. Arī autore izmanto mācību priekšmeta programmu, kur nosaka sasniedzamos rezultātus, kuri attiecināmi uz kombinatorikas temata apguvi (sk. 2.1. attēlu).

Ziņas	Prasmes
<ul style="list-style-type: none"> Kopu nosaka: 1) uzskaitot visus kopas elementus, 2) uzrakstot formulu visu elementu noteikšanai. (M.Li.5.) Kopu apvienojumu, šķelumu, starpību izmanto, lai veidotu un pētītu kopas ar noteiktām īpašībām. Darbības ar kopām palīdz attēlot gan matemātiskas sakarības, gan modelēt reālas situācijas. (M.Li.5.) Kombinatorikai raksturīgi jautājumi: vai eksistē elements ar noteiktām īpašībām, kā to iegūt, cik pavissam ir tādu elementu, kā iegūt tos visus. Risināšanai izmanto spriedumus, shēmas, grafus vai formulas. (M.Li.5.) Skaitļa n faktoriāls ir visu naturālo skaitļu no 1 līdz n reizinājums. (M.Li.5.) Izlese ir apakškopa ar noteiktām īpašībām. Nesakārtotām izlasēm (t. sk. kombinācijām) nav svarīga elementu secība, piemēram, $\{a; b\}$ un $\{b; a\}$ apzīmē vienu un to pašu nesakārtotu izlasi. Sakārtotām izlasēm (t. sk. variācijām, permutācijām) ir svarīga elementu secība, piemēram, $(a; b)$ un $(b; a)$ ir dažādas sakārtotas izlases. No katras nesakārtotas izlases elementiem var izveidot sakārtotas izlases noteiktā skaitā. (M.Li.5.) No konkrētā uzdevuma saturā jāsecina, kādas izlases izmantot risinājumā – nesakārtotas vai sakārtotas. Izlašu skaitu var noteikt, spriežot vai lietojot atbilstošu formulu. (M.Li.2.; M.Li.5.) Gadījuma mēģinājums (piemēram, monētas mešana) ir vienādos apstākļos veikta darbība/eksperiments, kuras iznākums iepriekš nav viennozīmīgi (precīzi) zināms; gadījuma mēģinājuma iznākumus sauc par notikumiem; notikuma varbūtības noteikšanai svarīgi noteikt iznākumu kopu. (M.Li.5.) Kopas un darbības ar tām lieto, lai raksturotu notikumus (ar vienu un to pašu mēģinājumu saistītu) un noteiktu varbūtību notikumam, kas ir citu notikumu apvienojums, šķelums vai starpība. (M.Li.5.) Ar vienu mēģinājumu saistīti notikumi A un B ir nesavienojami, ja to iznākumu kopām nav kopīgu elementu; tad $P(A \cup B) = P(A) + P(B)$. (M.Li.5.) Notikuma A varbūtība, ja notikums B ir realizējies, ir notikuma A nosacītā varbūtība; to apzīmē $P(A B)$. (M.Li.5.) 	<ul style="list-style-type: none"> Raksturo īpašības, kas piemīt kopas visiem elementiem, definē/uzdod kopu ar visu elementu sarakstu vai ar formulu. Nosaka un pamato kopas elementa vai apakškopas ar noteiktu īpašību eksistenci. Nosaka galīgu vai bezgalīgu kopu apvienojumu, šķelumu un starpību, darbības ar kopām attēlo ar Venna diagrammu. Nosaka un skaidro vai pamato izlases veidu (sakārtota, nesakārtota) konkrētos piemēros, izmantojot izpratni par kontekstu. Nosaka objektu/elementu, apakškopu/izlašu skaitu spriežot, veicot pilno pārlassi, veidojot grafu, lietojot reizināšanas likumu. Aprēķina skaitļa faktoriālu, izpilda darbības ar faktoriāliem. Lieto formulas variāciju, permutāciju un kombināciju skaita aprēķināšanai; t. sk., lai aprēķinātu notikuma varbūtību; skaidro formulu izvēli konkrētā uzdevuma atrisināšanai.
Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
<ul style="list-style-type: none"> Izvēlas un argumentē kopas uzdošanas, informācijas attēlošanas veidu un risināšanas papēmienu, lai noteiktu elementu, izlašu/kopu eksistenci, īpašības vai skaitu. (M.O.1.2.1.; M.O.5.1.1.; M.O.5.1.2.) Konkrētos piemēros pēta, formulē un skaidro sakarības starp izlasēm, to skaitu, piemēram, saistību starp C_n^k un C_n^{n-k}, saistību starp C_n^k un A_n^k. (M.O.5.1.4.; M.O.5.1.5.; M.O.5.1.6.; M.O.2.3.1.; M.O.2.1.2.) Raksturo notikumus (drošs, neiespējams, pretējs, nesavienojami u. tml.) un lieto darbības ar notikumiem vai formulas izlašu skaita aprēķināšanai, lai aprēķinātu varbūtību, t. sk. nesavienojamu notikumu apvienojuma varbūtību. (M.O.5.1.3.; M.O.5.1.6.; M.O.5.2.1.; M.O.5.2.2.; M.O.5.2.4.) Konkrētos piemēros izmanto grafu un skaidro, kas ir nosacītā varbūtība, attēlo un raksturotu saistību starp $P(B)$, $P(\bar{B})$, $P(A B)$, $P(\bar{A} B)$, $P(A \bar{B})$, $P(\bar{A} \bar{B})$ un to skaitliskajām vērtībām, formulē secinājumus. (M.O.5.2.5.) Pamato, kāpēc dotie notikumi ir vai nav neatkarīgi, un aprēķina varbūtību, izmantojot nosacīto varbūtību vai lietojot varbūtību reizināšanas teorēmu. (M.O.5.2.6.) Iegūst datus (t.sk. digitāli) un skaidro, kas ir notikuma absolūtais biežums/statistiskā varbūtība, formulē ar datiem pamatotus secinājumus, izmantojot doto vai aprēķināto statistisko varbūtību, tās saistību ar varbūtību. (M.O.5.2.3.) 	<ul style="list-style-type: none"> Veido dotās informācijas un risinājuma gaitas shematiskus attēlojumus, attīstot ieradumu plānot un vadīt savu domāšanas procesu, strukturēti un uzskatāmi attēlot informāciju. Apzināti izvēlas izmantot spriešanu vai formulas izlašu skaita noteikšanai, attīstot ieradumu meklēt dažādus risinājumus, plānot un vadīt savu domāšanas procesu. Izvērtē iegūto varbūtības skaitlisko vērtību, attīstot ieradumu kritiski izvērtēt rezultātu ticamību un atbilstību konkrētajai situācijai.
<p>Jēdzieni: kopa, apakškopa, izlase, sakārtota izlase, nesakārtota izlase, kombinācijas, variācijas, permutācijas, skaitļa faktoriāls, gadījuma mēģinājums, notikums, nesavienojami notikumi, savienojami notikumi, nosacītā varbūtība, neatkarīgi notikumi, statistiskā varbūtība.</p>	

2.1. att. Mācību programmā atzīmētie sasniedzamie rezultāti, kas attiecināmi uz kombinatorikas apgavi

Pēc attiecīgo sasniedzamo rezultātu atzīmēšanas, tos nepieciešams sadalīt hierarhiski pa mācību stundu sasniedzamajiem rezultātiem. Šādi iespējams panākt mācību stundā precīzus, pakārtotus un pieaugošus sasniedzamos rezultātus, kas ļauj skolēnam noteikt savu zināšanu un prasmju līmeni vienkāršoti, turklāt, izmantojot šādu metodi, iespējams ērti izveidot arī snieguma līmeņa aprakstu mācību stundām. Autore kombinatorikas tematam piedāvā sekojošu mācību stundu un sasniedzamo rezultātu sadalījumu:

1., 2. mācību stunda “Kombinatorikas pamatlīkumi”

- Zina, kas ir reizināšanas un saskaitīšanas likums.
- Apvienojot individuāli iegūtos rezultātus, grupā formulē reizināšanas likuma vispārīgo formulējumu.
- Lieto reizināšanas un saskaitīšanas likumus uzdevumu risināšanā.
- Skaidro gadījumus, kad reizināšanas likums ir jāizmanto un kad nav.

3. mācību stunda “Skaitļa faktoriāls”

- Zina faktoriāla jēdzienu.
- Skaidro, ka skaitļa n faktoriāls ir visu naturālo skaitļu no 1 līdz n reizinājums
- Aprēķina skaitļa faktoriālu, izpilda darbības ar tiem.

4., 5. mācību stunda “Izlases”

- Zina, ka izlase ir apakškopa ar noteiktām īpašībām.

- Atšķir divu veidu izlases – sakārtotas un nesakārtotas. Apraksta, kā tās atšķiras.
- Nosaka un pamato izlases veidus konkrētos piemēros.
- Nosaka elementu, izlašu skaitu, veicot pilno pārlasi, veidojot grafus vai lietojot reizināšanas likumu.

6. 7. stunda “Variācijas un to skaita aprēķināšana”

- Zina, ka variācijas ir sakārtotas izlases.
- Aprēķina variāciju skaitu, izmantojot variāciju skaita aprēķināšanas formulu

$$A_n^k = \frac{n!}{(n-k)!}$$

- Skaidro formulas izvēli konkrētam uzdevumam.

8. mācību stunda “Permutācijas un to skaita aprēķināšana”

- Zina, ka permutācijas ir sakārtotas izlases. Apzinās, ka permutācijas ir variāciju speciālgadījums.
- Aprēķina permutāciju skaitu, izmantojot permutāciju skaita aprēķināšanas formulu $P_n = n!$.
- Skaidro formulas izvēli konkrētam uzdevumam.

9., 10. mācību stunda “Kombinācijas un to skaita aprēķināšana”

- Zina, ka kombinācijas ir nesakārtotas izlases.
- Secina par saistību starp lielumiem A_n^k, P_n, C_n^k
- Aprēķina kombināciju skaitu, izmantojot kombināciju skaita aprēķināšanas formulu

$$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

- Skaidro formulas izvēli konkrētam uzdevumam.

11., 12. mācību stunda “Sakarības kombinatorikā”

- Secina par saistību starp C_n^m un C_n^{m-k} , raksturo tās jēgu vārdiski.
- Ilustrē iegūto sakarību ar paša radītiem piemēriem, skaidro, kā tas palīdz uzdevumu risināšanā.

Veidojot temata plānojumu un salīdzinot normatīvos dokumentus, autore secina, ka nav būtisku izmaiņu kombinatorikas temata apgūvē, taču pašreizējais standarts un programma nosaka precīzākus sasniedzamos rezultātus skolēnam, kas pedagogam ļauj veiksmīgāk izstrādāt mācību stundas. Turklāt pozitīvi, ka atkarībā no matemātikas apguves līmeņa, kuru apgūst skolēns, ir arī dažādi sasniedzamie rezultāti, kas mērāmi dažādos dziļumos. Sasniedzamos rezultātus sadalot pa mācību stundām un veidojot hierarhiski no vienkāršākā uz apjomīgāko, ir iespēja skolēnam izveidot piemērotāku snieguma līmeņa aprakstu mācību stundai.

3. MĀCĪBU LĪDZEKĻU IZSTRĀDE UN APROBĀCIJA

Autore atbilstoši iepriekš darbā minētajiem sasniedzamajiem rezultātiem tematā “Kombinatorika” izstrādājusi digitālu mācību līdzekļu komplektu pedagogiem, kas ietver stundu plānus un tiem nepieciešamos mācību līdzekļus, kas izstrādāti un uzglabāti mācību platformā skolo.lv. Par pamatu stundu plānu izstrādāšanā izmantots amerikāņu izglītības pētnieka Roberta Gaņjē izstrādātais mācību plānošanas modelis jeb plašāk pazīstamais deviņu mācību notikumu stundā modelis. Šis mācību modelis ietver deviņus mācību notikumus, kuros sadalīta mācību stunda, turklāt šie mācību notikumi iedalāmi pedagogiem līdz šim pārzinātajās trīs stundas daļās – aktualizācija, apjēgšana un refleksija jeb nostiprināšana. Šie mācību notikumi ataino skolēna mācīšanās secīgu procesu, kurus ievērojot, pedagogs veicina sasniedzamā rezultāta apguvi skolēnam. Skola2030 apkopojusi katra mācību notikuma mērķi skolēnam, pedagoga darbību atkarībā no skolēna mērķa, jautājumus, kas ļauj pārlicināties par mācību notikuma kvalitatīvu izpildi, kā arī metodiskos paņēmienus, kā realizēt katru no mācību notikumiem. [24] Arī autores izstrādātie stundu plāni ir veidoti izmantojot šo Skola2030 sagatavoto metodisko materiālu. Šāds stundu plānojums palīdz veidot strukturētu mācību līdzekļu izveidi un izkārtošanu mācību platformā, turklāt izstrādājot mācību līdzekļus šādā formā tiek nodrošināta iespēja visu mācību stundu nodrošināt, izmantojot tikai skolo.lv platformu, tāpat ir iespēja īstenot tikai konkrētu mācību notikumu, kas savukārt dod iespēju dažādot mācību procesu un pedagogam pielāgot autores veidotās aktivitātes jau saviem izveidotajiem stundu plāniem.

Mācību līdzekļu izstrādes procesā tika izmantotas tādas lietojumprogrammas kā Microsoft Word un PowerPoint, ar kuru palīdzību tika veidoti vizuālie uzskates materiāli, piemēram, atgādnes, uzdevumu risinājumu soļi, kā arī darba lapas elektroniskai izpildei un drukāšanai gadījumā, ja skolēns vēlas darba lapu pildīt drukātā formātā ērtības vai citu personīgu apsvērumu dēļ. Izmantojot sagatavotos līdzekļus ar ārējiem rīkiem, tie tika veiksmīgi importēti dažādos aktivitāšu veidos skolo.lv platformā. Pārējās mācību stundu aktivitātes tika veidotas skolo.lv, kur autore plaši izmantoja foruma iespējas, testu veidošanas rīkus, kā arī H5P aktivitātes, kas iepriekš aprakstītas darbā. Lai veidotu strukturētu skatu, kas skolēnam temata apguves laikā ir saprotams, uztverams, katrai aktivitātei atkarībā no mācību stundas notikuma, tika ieviests nosaukums. Piemēram, R. Gaņjē mācīšanās modeļa pirmā notikuma “pievērst uzmanību” aktivitāti skolēniem atpazīstama kā “Stunda sākas!” aktivitāte, tādejādi skolēniem izstrādājot rutīnu un rūpējoties par to, lai skolēnam atverot konkrēto aktivitāti jau būtu nojausma un priekšzināšanas, kā izmantot konkrēto rīku aktivitātē. Katra no izveidotajām mācību aktivitātēm ir izmantojama atsevišķi, piemēram, pedagogam ir iespēja to iekļaut savā izstrādātā

stundu plānā un izpildīt tikai, piemēram, testa aktivitāti stundas refleksijas daļā, kā arī iespējams vadīt visu mācību stundu, izmantojot izstrādātos mācību līdzekļus platformā. Mācību līdzekļu izstrādē tika izmantotas arī mācību grāmatas, kas kalpoja par uzdevumu izveides paraugu un atgādņu izveidošanas palīgiem, ietverot definīcijas par tematu, autore izmantoja gan B. Āboltiņas, D. Kriķa, K. Šteinera grāmatu “Matemātika 11. klasei”, gan arī E. Slokenbergas, In. Frances, Il. Frances grāmatu “Matemātika 11. klasei”.

Izstrādātie mācību līdzekļi tika aprobēti vispārējās vidējās izglītības iestādē, Aizputes vidusskolā, 11. klases skolēniem, kuri apgūst kursu “Matemātika I”. No izstrādātajiem divpadsmit mācību stundu plāniem tika aprobētas deviņas mācību stundas, iekļaujot tādas tēmas, kā kombinatorikas pamatlikumi, skaitļa faktoriāls, izlases, variācijas un to skaita aprēķināšana, kā arī kombinācijas un to skaita aprēķināšana. Vispārīgi temats “Kombinatorika un varbūtība” tiek apgūts 10. klasē, taču konkrētajā izglītības iestādē temats tika apgūts janvāra un februāra mēnešos, tādēļ darba autore kopā ar prakses vadītāju nolēma mācību līdzekļus aprobēt ar 11. klases skolēniem, tādejādi sagatavojot skolēnus eksāmeniem un iegūstot pietuvinātākus datus tiem datiem, kas rastos pirmajā tēmas mācīšanās laikā 10. klasē. Mācību līdzekļu aprobācijā bija nepieciešama viedierīce, autore rekomendēja izmantot planšetdatoru un skārienjūtīgu pildspalvu, kura atvieglo digitālo darba lapu izpildi uzdevumos, kur atbildes nepieciešams ievadīt rokraksta veidā. Aprobācijas laikā izzināšanas nolūkotas tika izmēģinātas dažādas viedierīces, viedtālrunis, planšetdators, kā arī stacionārie datori. Visu aprobēto mācību stundu laikā tika piedāvāta arī alternatīva katras tēmas svarīgāko darba lapu izpildei, proti, tika piedāvātas darba lapas drukātā versijā, kā arī risināšanas soļi un palīgi uzdevumu risināšanā arī tika nodrošināti drukātā veidā, lai nodrošinātu skolēniem izvēles iespējas, kā arī virzītu mācīšanos skolēniem, kuri informāciju uztveramāk iegūst, izmantojot drukātus mācību līdzekļus.

3.1. Izstrādātie stundu plāni

Izstrādājot mācību stundu plānus, tika ņemts vērā iepriekš darbā izveidotais sadalījums pa mācību stundām, līdz ar to veidotie stundu plāni ir veidoti gan 40 minūtēm, gan blokstundām jeb 80 minūtēm. Veidojot 40 minūšu mācību stundas, viena aktivitāte var ietvert vairākus mācību notikumus plānā. Autorei izstrādājot stundu plānus, kas ir pakārtoti konkrētām aktivitātēm skolo.lv platformā, ir ievērotas arī rutīniskas darbības, piemēram, atgriezeniskās saites sniegšana skolēniem katrā mācību stundā tiek veidota caur konkrētu aktivitāti, kuru pedagogs pēc savas vēlēšanās var papildināt ar vēl dažādu ārējo rīku izmantošanu vai citiem klasvadības paņēmieniem. Mācību stundu plāni izstrādāti tā, lai katru aktivitāti varētu organizēt arī atsevišķi, neizmantojot visu stundu plānu, tā dodot pedagogam iespēju variēt ar saviem

mācību līdzekļiem. Stundu plānos attēloti deviņi mācību notikumi, kuriem ir piekārtas aktivitātes platformā skolo.lv, kas iezīmētas slīprakstā. Turklāt katram notikumam pievienoti komentāri, kas jāņem vērā konkrētā mācību notikuma izpildīšanai.

3.1.1. Stundu plāns tēmai “Kombinatorikas pamatlikumi”

1. Pievērst uzmanību. *Forums “Stunda sākas!”* Pedagogs rosina skolēnus domāt par koku diagrammām, atsauc atmiņā pamatskolā apgūto. Pēcāk aicina skolēnus domāt par iespējamo uzdevumu, kas atbilstu šāda attēlojumam.

2. Komunicēt sasniedzamos rezultātus. *Kursa sākumlapa*. Skolēni patstāvīgi iepazīstas ar stundas sasniedzamajiem rezultātiem, pārrunā tos ar pedagogu.

3. Aktivizēt iepriekšējās zināšanas. *H5P aktivitāte “Ko es jau zinu, protu?”*. Skolēni pilda darba lapas 1. daļu, izmanto sev ērtāko risināšanas metodi, savstarpēji atļauts komunicēt, pedagogs virza uz uzdevumu izpildi.

4. Piedāvāt jauno saturu. *H5P aktivitāte “Ko es jau zinu, protu?| Šis ir jaunums!”*. Skolēni sadalīti grupās, pilda darba lapas otro daļu, pārspriež atbildes un risinājumus. Meklē kopīgās pazīmes, kā atrisināt uzdevumu bez grafiska attēlojuma, izveido sakarību un pārbauda. Pedagogs virza uz vispārīguma pierakstīšanu. Pārrunā iegūto, uzdevumu izpildei izmanto esošos uzdevumus. Atgriezeniskai saitei izmanto *H5P aktivitāti “Palīgs uzdevumu risināšanā”*.

5. Virzīt un atbalstīt mācīšanos. *Atgāadne “Šis ir jaunums! Definīcija”*. Piedāvā skolēniem aplūkot atgādnes daļu par reizināšanas likumu, uzsver atgādnes lietošanas iespēju, pēcāk ievieš saskaitīšanas likuma jēdzienu, skolēni meklē teorēmu un atbilstošus uzdevumus. Izmanto *aktivitāti “Šis ir jaunums!”*, lai publicētu atrasto informāciju par saskaitīšanas likumu un ievietotu raksturīgākos uzdevumus. Skolēni apmainās ar forumiem, salīdzina un diskutē par uzdevumu atrisināšanu. Pārrunā ar pedagogu rezultātus.

6. Dod iespēju lietot jauno informāciju. *PDF aktivitāte “Izmantošu iegūtās zināšanas praktiski”*. Dod iespēju skolēniem izvēlēties, kā pildīt darba lapu – elektroniski vai drukātā formā. Pedagogs izmanto rīku, lai sekotu līdz skolēnu atbildēm, aicina skolēnus savstarpēji komunicēt par uzdevumu atrisināšanas paņēmieniem utml..

7. Sniegt atgriezenisko saiti. *H5P aktivitāte “Palīgs uzdevumu risināšanā!”*. Pedagogs pēc izvēles dod skolēniem iespēju aplūkot risinājuma gaitu un pārbaudīt atbilžu precizitāti, šim nolūkam izmanto sagatavotos uzdevumu risinājumus pa soļiem. Izdrukā, sagriež un izvieto klasē. Skolēni var izmantot digitālo versiju, kas ļauj izmantot jūtīgos punktus darba lapā, lai rastu pareizo atbilžu risinājumu.

8. Novērtēt sniegumu. *Tests "Pārbaudīšu, kā esmu apguvis šodienas tēmu"*. Skolēni patstāvīgi izpilda elektronisko testu, lai novērtētu savu sniegumu, iepazīstas ar komentāriem un saņem atgriezenisko saiti individuāli par uzdevumu.

9. Sekmēt pārnesi, vispārināšanu. Pedagoģs rosina diskutēt par šādu uzdevumu risināšanas paņēmienu priekšrocībām un trūkumiem, atsaucas uz izmantošanu nākamajās mācību stundās.

3.1.2. Stundas plāns tēmai "Skaitļa faktoriāls"

1. Pievērst uzmanību. *Forums "Stunda sākas!"*. Pedagoģs rosina domāt par īsāku izteiksmju pierakstu. Noskaidro, vai dotās izteiksmes ir ekvivalentas, virza uz īsāka pieraksta nozīmīgumu. Skolēni ieraksta atbildes, lasa un diskutē.

2. Komunicēt sasniedzamos rezultātus. *Galvenā kursa lapa*. Pedagoģs aicina skolēnus izlasīt SR, stāsta par sasaisti ar iepriekš redzēto piemēru un īsāku pieraksta veidu.

3. Aktivizēt iepriekšējās zināšanas. *H5P aktivitāte "Ko es jau zinu, protu, lai apgūtu jauno?"*. Izpilda uzdevumu, kur jāizmanto reizināšanas likums. Piedāvā papildu attēlojumus veikt pierakstu kladē. Skolēni pēc uzdevuma izpildes salīdzina savā starpā, tad atver nākamo slaidu ar risinājuma skaidrojumu. Pedagoģs pēc otrā uzdevuma uzsver īsāka pieraksta nepieciešamību, jautā, vai vienmēr būtiski zināt izteiksmes vērtību.

4. Piedāvāt jauno saturu. *H5P aktivitāte "Šis ir jaunums! Definīcija!"*. Skolēni izmanto interneta resursus, lai atrastu skaitļa faktoriāla definīciju un ievietotu trūkstošos vārdus, lai izveidotu savu definīciju. Pēc uzdevuma pareizas izpildes definīciju nokopē un ievieto savā kombinatorikas vārdnīcā.

5. Virzīt un atbalstīt mācīšanos. *PDF atgādne "Skaitļa faktoriāls"*. Skolēni salīdzina iegūto definīciju, aplūko pamatpiemērus. Pedagoģs akcentē izrunu un aktualizē augstāka faktoriāla pārrakstīšanu kā mazāka skaitļa faktoriālu.

6. Dot iespēju lietot jauno informāciju. *PDF aktivitāte "Izmantošu iegūtās zināšanas praktiski!"*. Piedāvā izvēlēties, vai darba lapu pilda digitāli vai drukātā formātā. Skolēni izmanto atgādnes, klases biedru palīdzību, pilda uzdevumus, vērtē sevi.

7. Sniegt atgriezenisko saiti. *H5P aktivitāte "Palīgs uzdevumu risināšanā!"*. Pedagoģs pēc izvēles dod skolēniem iespēju aplūkot risinājuma gaitu un pārbaudīt atbilžu precizitāti, šim nolūkam izmanto sagatavotos uzdevumu risinājumus pa soļiem. Izdrukā, sagriež un izvieto klasē. Skolēni var izmantot digitālo versiju, kas ļauj izmantot jūtīgos punktus darba lapā, lai rastu pareizo atbilžu risinājumu.

8. Novērtēt sniegumu. *Tests "Pārbaudīšu, kā esmu apguvis šodienas tēmu"*. Skolēni patstāvīgi izpilda elektronisko testu, lai novērtētu savu sniegumu, iepazīstas ar komentāriem un saņem atgriezenisko saiti individuāli par uzdevumu.

9. Sekmēt pārnesi, vispārināšanu. Pedagoģs stāsta par turpmāko izmantošanas nepieciešamību risinot uzdevumus. Aicina domāt, kuros jau risinātos uzdevumos, es varētu izmantot iegūtās zināšanas, lai aizvietotu pieraksta garumu.

3.1.3. Stundu plāns tēmai "Izlasses"

1. Pievērst uzmanību. *Aktivitāte "Stunda sākas!"*. Izmanto attēlu, aicina skolēnus attēlā redzamos objektus klasificēt pēc pašu izdomātiem nosacījumiem un pazīmēm. Meklē pēc iespējas vairāk klasifikācijas. Savstarpēji salīdzina iegūtos rezultātus, pa pāriem prezentē iegūtos rezultātus.

2. Komunicēt sasniedzamos rezultātus. Ar sasniedzamiem rezultātiem iepazīstina mutiski, nepaskaidrojot, ko sauc par izlasēm un nenosaucot izlašu veidus.

3. Aktivizēt iepriekšējās zināšanas. *PDF aktivitāte "Ko es jau zinu, protu, lai apgūtu jauno?"*. Izmanto uzdevumu, kur jāizveido visi elementu pāri, vienā gadījumā, kad secība ir svarīga, otrā nav. Pedagoģs sākotnēji ļauj patstāvīgi izpildīt katram skolēnam, tad aicina apmainīties ar rezultātiem. Jautā par atšķirībām a un b piemēros, kā tās raksturotu. Atsauc atmiņā reizināšanas un saskaitīšanas likumu, jautā par iespējamo uzdevuma izpildi, izmantojot likumus. Dod laiku uzdevumus atrisināt.

4. Piedāvāt jauno saturu. *PDF atgādne "Šis ir jaunums!"*. Pedagoģs ievieš jēdzienu izlase, izmanto atgādnē esošo uzdevumu kā piemēru un jautā, kādas izlases iespējams izveidot, skolēni sauc piemērus, pārrunā atbildes. Piemērus uzraksta uz tāfeles. Tad aicina skolēnus iepazīties ar atgādnē pirmo daļu. Skolēni patstāvīgi iepazīstas ar sakārotu un nesakārtotu izlašu definīcijām, izmanto jau nosauktās izlases, lai spriestu par secības nozīmīgumu.

5. Virzīt un atbalstīt mācīšanos. *PDF aktivitāte "Izmantošu iegūtās zināšanas praktiski 1!"*. Skolēni patstāvīgi izveido kopu, kur veido sakārtotas izlases elementu pāriem, trijniekiem un četriniekiem, atbild uz jautājumiem par sava darba izpildi. Pedagoģs atbalsta, sniedz atgriezenisko saiti, uzsver iespēju pajautāt klases biedram un salīdzināt iegūtos rezultātus.

6. Dot iespēju lietot jauno informāciju. *PDF aktivitāte "Izmantošu iegūtās zināšanas praktiski 2!"*. Piedāvā izvēlēties vai darba lapu pilda digitāli vai drukātā formātā. Skolēni izmanto atgādnē, klases biedru palīdzību, pilda uzdevumus, vērtē sevi.

7. Sniegt atgriezenisko saiti. *H5P aktivitāte "Palīgs uzdevumu risināšanā!"*. Pedagoģs pēc izvēles dod skolēniem iespēju aplūkot risinājuma gaitu un pārbaudīt atbilžu precizitāti, šim nolūkam izmanto sagatavotos uzdevumu risinājumus pa soļiem. Izdrukā, sagriež un izvieto

klasē. Skolēni var izmantot digitālo versiju, kas ļauj izmantot jūtīgos punktus darba lapā, lai rastu pareizo atbilžu risinājumu.

8. Novērtēt sniegumu. *H5P "Pārbaudīšu, kā esmu apguvis šodienas tēmu"*. Lai skolēni novērtētu savu sniegumu, izmanto zibkartīšu testu. Patstāvīgi iepazīstas ar jautājumu, iesniedz atbildi, izlasa atgriezenisko saiti.

9. Sekmēt pārnesi, vispārināšanu. *Forums "Izmantošu, lai pārbaudītu!"*. Izlasa diskusijas galveno jautājumu par izlašu termina lietojumu sporta jomā, aicina sniegt katram individuāli savu viedokli kopā ar atbildi par citiem sadzīviskiem piemēriem, kur skolēni saskārušies ar vārdu "izlases". Iepazīstina ar nākamo stundu tēmu plānojumu, akcentējot, ka uzdevumos primārā darbība ir noteikt izlašu veidu.

3.1.4. Stundu plāns tēmai "Variācijas un to skaita aprēķināšana"

1. Pievērst uzmanību. *H5P aktivitāte "Stunda sākas!"*. Tiek izmantota interaktīva prezentācija, kur skolēniem piedāvāti trīs uzdevumi, kuros jānosaka izlašu veids un jāpamato atbilde. Pedagoģs atbilžu pamatojums var pieņemt arī mutiski.

2. Aktivizēt iepriekšējās zināšanas. *PDF aktivitāte "Ko es jau zinu, protu, lai apgūtu jauno?"*. Akcentē, ka darba lapas uzdevumi ir tie paši, kas tikko izmantoti izlašu noteikšanā. Aicina patstāvīgi izpildīt visus trīs uzdevumus, izmantojot sev ērtāko risināšanas metodi. Atbalsta uzdevumu izpildē. Pēc uzdevumu izpildes aicina salīdzināt rezultātus un pārī noteikt, kā uzdevumu risinājumus varētu pierakstīt, izmantojot faktoriālus. Nepieciešamības gadījumā virza skolēnus uz korektu risinājumu, kad pie tā nonāk, komunicē sasniedzamo rezultātu.

3. Komunicēt sasniedzamos rezultātus. *Kursa galvenā lapa*. Padara redzamu sasniedzamo rezultātu, stāsta par jaunas formulas apguvi, kas aizvieto reizināšanas likuma nepieciešamību.

4. Piedāvāt jauno saturu. *Atgādne "Šis ir jaunums!"*. Dod laiku skolēniem iepazīties ar informāciju, pārrunā, kā tas saistās ar iepriekšējo uzdevumu, kur izlašu skaitu noteikšanai arī izveidoja sakarību. Ievieš variāciju jēdzienu.

5. Virzīt un atbalstīt mācīšanos. *PDF aktivitāte "Ko es jau zinu, protu, lai apgūtu jauno?"*. Izmanto iepriekšējo darba lapu, lai trenētos noteikt kopu, elementu skaitu un izmantotu aprēķinos variāciju skaita aprēķināšanas formulu.

6. Dot iespēju lietot jauno informāciju. *PDF aktivitāte "Izmantošu iegūtās zināšanas praktiski!"*. Skolēni uzsāk darba lapas izpildi. Piedāvā izvēlēties, vai darba lapu pilda digitāli vai drukātā formātā. Skolēni izmanto atgādes, klases biedru palīdzību, pilda uzdevumus, vērtē sevi.

7. Sniegt atgriezenisko saiti. *H5P aktivitāte "Palīgs risināšanā 1.-3. uzdevumam!"*, *"Palīgs risināšanā 4.-7. uzdevumam!"*. Pedagoģs pēc izvēles dod skolēniem iespēju aplūkot

risinājuma gaitu un pārbaudīt atbilžu precizitāti, šim nolūkam izmanto sagatavotos uzdevumu risinājumus pa soļiem. Izdrukā, sagriež un izvieto klasē. Skolēni var izmantot digitālo versiju, kas ļauj izmantot jūtīgos punktus darba lapā, lai rastu pareizo atbilžu risinājumu.

8. Novērtēt sniegumu. *Tests "Pārbaudīšu, kā esmu apguvis šodienas tēmu"*. Skolēni patstāvīgi izpilda elektronisko testu, lai novērtētu savu sniegumu, iepazīstas ar komentāriem un saņem atgriezenisko saiti individuāli par uzdevumu.

9. Sekmēt pārnesi, vispārināšanu. Pārrunā, kur ikdienā saskaras ar variācijām, sauc piemērus, aicina domāt, kas notiek gadījumā, kad ir dotas nesakārtotas izlases. Izmanto ķīmijas mācību priekšmeta sasaisti, spriež, kas līdzīgs organisko vielu savienojumiem ar variācijām.

3.1.5. Stundas plāns tēmai "Permutācijas un to skaita aprēķināšana"

1. Pievērst uzmanību. Forums "*Stunda sākas!*". Forumā aktualizē variāciju skaita aprēķināšanas formulu, apskatot gadījumu, kad $k = n$. Skolēni izveido iespējamo uzdevumu piemēru, kur būtu nepieciešams izveidot sakārtotas izlases, kas sastāv no visiem kopas elementiem.

2. Komunicēt sasniedzamos rezultātus. *Kursa galvenā lapa*. Pedagoģs ievieš permutāciju jēdzienu, sarunas veidā nonāk pie secinājuma, ka permutācijas ir variāciju speciālgadījums. Pārrunā stundas sasniedzamos rezultātus.

3. Aktivizēt iepriekšējās zināšanas. Forums "*Stunda sākas!*". Izmanto forumu, kur pedagogs pārliecinās, ka skolēni izveidojuši korektu uzdevumu pierakstu kladē, atrisina uzdevumu, izmantojot variāciju skaita aprēķināšanas formulu.

4. Piedāvāt jauno saturu. *Atgādne "Šis ir jaunums!"*. Pedagoģs jautā, kā mainās variāciju formula, gadījumā, kad $k = n$. Aicina skolēnus pārveidot vispārīgo variāciju skaita aprēķināšanas formulu. Kad skolēni nonākuši pie secinājuma, ka $A_n^n = n!$, ievieš apzīmējumu P_n . Aicina skolēnus izmantot atgādni un iepazīties ar permutāciju definīciju.

5. Virzīt un atbalstīt mācīšanos. *H5P aktivitāte "Izmēģini un pārrunā!"*. Skolēns savieno uzdevumu/ piemēru ar iespējamo risinājumu, ar klases biedru pārrunā, kāpēc veicis konkrēto izvēli, pēc tam pārbauda un iegūst atgriezenisko saiti. Izmanto pierakstu kladē risināto piemēru, lai to atrisinātu arī ar permutāciju skaita aprēķināšanas formulu. Pārrunā skolēnu risinājumus, jautājumus.

6. Dot iespēju lietot jauno informāciju. *PDF aktivitāte "Izmantošu iegūtās zināšanas praktiski!"*. Skolēni uzsāk darba lapas izpildi. Piedāvā izvēlēties, vai darba lapu pilda digitāli vai drukātā formātā. Skolēni izmanto atgādes, klases biedru palīdzību, pilda uzdevumus, vērtē sevi.

7. Sniegt atgriezenisko saiti. *H5P aktivitāte "Palīgs uzdevumu risināšanā!"*. Pedagoģs pēc izvēles dod skolēniem iespēju aplūkot risinājuma gaitu un pārbaudīt atbilžu precizitāti, šim nolūkam izmanto sagatavotos uzdevumu risinājumus pa soļiem. Izdrukā, sagriež un izvieto klasē. Skolēni var izmantot digitālo versiju, kas ļauj izmantot jutīgos punktus darba lapā, lai rastu pareizo atbilžu risinājumu.

8. Novērtēt sniegumu. Skolēni izveido savu uzdevumu ar diviem apakšpunktiem, izdomājot, ko uzdevumā iespējams atrisināt ar variāciju skaitu noteikšanu, kur $k < n$ un otrā gadījumā, kur $k = n$. Skolēni apmainās ar uzdevumiem un reflektē, pedagogs sniedz mutisku atgriezenisko saiti par paveikto.

9. Sekmēt pārnesi, vispārināšanu. Uz tāfeles tiek veidota prāta vētra ar idejām, kur ikdienā esmu saskāries ar permutāciju skaita noteikšanu, ja skolēns nav saskāries, rosina domāt situācijas, kurās tas būtu iespējams, kā atbalsta materiālu var izmantot dotos uzdevumu paraugus.

3.1.6. Stundu plāns tēmai "Kombinācijas un to skaita aprēķināšana"

1. Pievērst uzmanību. *Forums "Stunda sākas!"*. Aicina skolēnus forumā izveidot nesakārotu izlašu piemēru un no tā izveidot uzdevumu. Pēc uzdevumu izveides, pedagogs sadala vai aicina skolēnus pa pāriem atvērt viens otra izveidotos uzdevumus un sniegt atgriezenisko saiti par to, vai uzdevumā jāveido nesakārtotas izlases, vai uzdevums ir jēgpilns.

2. Komunicēt sasniedzamos rezultātus. Iepazīstina ar stundu sasniedzamajiem rezultātiem mutiski, turklāt kursa lapā paslēpj sasniedzamos rezultātus vai arī izdzēš redzamo kombināciju skaita aprēķināšanas formulu, lai skolēni *formulu iegūtu paši*.

3. Aktivizēt iepriekšējās zināšanas. *PDF aktivitāte "Ko jau es zinu, protu, lai apgūtu jauno? | Šis ir jaunums!"*. Izmanto 1.-3. slaidu, kur skolēni nosaka atšķirību starp kombinācijām un variācijām. Dod iespēju skolēniem uzdevumus veikt patstāvīgi, atbalsta un virza uz vēlamo rezultātu, pēc tam skolēni salīdzina risinājumus ar doto. Pārrunā, kā noteica izlases, kur secība nav svarīga. Ievieš kombināciju jēdzienu un apzīmējumu. Izmanto to, lai raksturotu konkrēto uzdevumu.

4. Piedāvāt jauno saturu. *PDF aktivitāte "Ko jau es zinu, protu, lai apgūtu jauno? | Šis ir jaunums!"*. Izmanto 4.-8. slaidu, lai noteiktu sakarību starp C_n^k, A_n^k, P_n . Vispirms attēlo trīs elementu nesakārtotu izlašu atbilstību sešām sakārtotām trīs elementu izlasēm, skaidro, kā iegūt šādu sakarību. Izmantojot 5. slaidu, kopā ar skolēniem diskutē par to, kā izmantot variācijas un permutācijas, lai izveidotu vienu kombināciju izlasi. Izveido reizinājumu, kuru veicot iegūst variāciju skaitu un izsaka iegūtās kombinācijas. Formulē kombināciju skaita aprēķināšanas formulu.

5. Virzīt un atbalstīt mācīšanos. *Atgādne "Šis ir jaunums!"*. Izmanto atgādes apkopojumu, lai pārrunātu iegūtos rezultātus pētot kombināciju formulas iegūvi. Pedagoģs var izmantot kādus no skolēnu izveidotajiem uzdevumiem stundas sākumā, lai demonstrētu formulas izmantošanu konkrētā uzdevuma risināšanā. Atkarībā no atlikušā laika izmanto vēl dažus no izveidotajiem piemēriem, lai vingrinātos izmantot formulu.

6. Dot iespēju lietot jauno informāciju. *PDF aktivitāte "Izmantošu iegūtās zināšanas praktiski!"*. Skolēni uzsāk darba lapas izpildi. Piedāvā izvēlēties, vai darba lapu pilda digitāli vai drukātā formātā. Skolēni izmanto atgādes, klases biedru palīdzību, pilda uzdevumus, vērtē sevi.

7. Sniegt atgriezenisko saiti. *H5P aktivitāte "Palīgs uzdevumu risināšanā!"*. Pedagoģs pēc izvēles dod skolēniem iespēju aplūkot risinājuma gaitu un pārbaudīt atbilžu precizitāti, šim nolūkam izmanto sagatavotos uzdevumu risinājumus pa soļiem. Izdrukā, sagriež un izvieto klasē. Skolēni var izmantot digitālo versiju, kas ļauj izmantot jūtīgos punktus darba lapā, lai rastu pareizo atbilžu risinājumu.

8. Novērtēt sniegumu. *Tests "Pārbaudīšu, kā esmu apguvis šodienas tēmu"*. Skolēni patstāvīgi izpilda elektronisko testu, lai novērtētu savu sniegumu, iepazīstas ar komentāriem un saņem atgriezenisko saiti individuāli par uzdevumu.

9. Sekmēt pārnesi, vispārināšanu. *Forums "Izmantošu, lai pārbaudītu!"*. Aicina skolēnus atvērt interneta pārlūkprogrammas un meklējumprogrammās meklēt sadzīviskus rakstus, kuros ietverts kombināciju termins. Skolēniem jāatrod raksts, kur kombināciju termins izmantots korekti un kur nekorekti. Atlikušajā laikā pārrunā iegūtos rezultātus.

3.1.7. Stundas plāns tēmai "Sakarības kombinatorikā"

1. Pievērst uzmanību. H5P aktivitāte "Stunda sākas!". Aicina skolēnus atvērt pirmo aktivitāti un aprēķināt kombināciju skaitu konkrētajos piemēros. Skolēniem atrisinot, jāsecina par rezultātu sakritību. Rosina diskusiju par šo sakritību.

2. Komunicēt sasniedzamos rezultātus. Mutiski stāsta par sasniedzamiem rezultātiem, nenorādot kombināciju skaita īpašību.

3. Aktivizēt iepriekšējās zināšanas. *PDF aktivitāte "Ko es zinu, protu, lai apgūtu jauno?"*. Pedagoģs piedāvā darba lapas izpildi arī drukātā formā. Darba lapā skolēni uzraksta risinājumu C_n^k un arī C_n^{n-k} , vienkāršo izteiksmes un iegūst sakarību par vienādību starp šīm kombinācijām. Izmanto esošo piemēru uzdevumā, lai pārbaudītu iegūtās sakarības patiesumu.

4. Piedāvāt jauno saturu. *Atgādne "Šis ir jaunums!"*. Ievieš kombināciju skaita īpašību, aplūko atgādni, secina, ka skolēni paši nonākuši pie šīs īpašības, pārrunā neskaidrības.

5. Virzīt un atbalstīt mācīšanos. *Atgādne "Šis ir jaunums!"*. Atgādni izmanto tālāko uzdevumu risināšanā. Kā paraugu var izmantot arī pirmo darba lapu risinājumus. Nepieciešamības gadījumā atgādnis izdrukā un izvieto klasē.

6. Dot iespēju lietot jauno informāciju. *PDF aktivitāte "Izmantošu iegūtās zināšanas praktiski!"*. Skolēni uzsāk darba lapas izpildi. Piedāvā izvēlēties, vai darba lapu pilda digitāli vai drukātā formātā. Skolēni izmanto atgādnis, klases biedru palīdzību, pilda uzdevumus, vērtē sevi.

7. Sniegt atgriezenisko saiti. *H5P aktivitāte "Palīgs uzdevumu risināšanā!"*. Pedagoģs pēc izvēles dod skolēniem iespēju aplūkot risinājuma gaitu un pārbaudīt atbilžu precizitāti, šim nolūkam izmanto sagatavotos uzdevumu risinājumus pa soļiem. Izdrukā, sagriež un izvieto klasē. Skolēni var izmantot digitālo versiju, kas ļauj izmantot jūtīgos punktus darba lapā, lai rastu pareizo atbilžu risinājumu.

8. Novērtēt sniegumu. *Tests "Pārbaudīšu, kā esmu apguvis šodienas tēmu"*. Skolēni patstāvīgi izpilda elektronisko testu, lai novērtētu savu sniegumu, iepazīstas ar komentāriem un saņem atgriezenisko saiti individuāli par uzdevumu.

9. Sekmēt pārnesi, vispārināšanu. Pedagoģs aicina skolēnus dalīties pārdomās par īpašības funkcionalitāti, kādos uzdevumos ērti izmantot, vai ir nepieciešama.

3.2. Mācību līdzekļu izstrāde skolo.lv

Mācību līdzekļu izstrādi iespējams dalīt divos posmos – līdzekļu izstrāde, kuriem nepieciešami ārējie rīki izgatavošanai un līdzekļu izstrāde skolo.lv platformā. Katras tēmas atgādnis, uzskates līdzekļi, kā arī daļa uzdevumu tika veidotas izmantojot lietojumprogrammu Microsoft PowerPoint. Uzskates materiālu veidošanā būtiskais aspekts ir matemātisko simbolu ievietošanas pieejamība, līdz ar to, lai izstrādātu šāda tipa materiālus tika izmantota tieši šī prezentāciju lietotne nevis kāda no grafiskā dizaina lietotnēm, turklāt nav nepieciešama papildu reģistrēšanās un fails viegli augšupielādējams, lejupielādējams atkārtotai izmantošanai. Veidojot atgādnis, autore pievērta uzmanību ne tikai jēdzienu skaidrojumam, bet arī raksturīgajiem piemēriem, lai skolēniem atverot atgādnis, būtu konkrētā jēdziena, formulas izmantošanas piemērs (sk. 3.1. attēlu).

Skaitļa faktoriāls Atgādne

Definīcija. Visu naturālo skaitļu no 1 līdz n reizinājumu sauc par skaitļa n faktoriālu un apzīmē ar $n!$ $n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (n-2) \cdot (n-1) \cdot n$	
$0! = 1$ $1! = 1$ $2! = 1 \cdot 2 = 2$ $3! = 1 \cdot 2 \cdot 3 = 6$ $4! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 = 24$ $5! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 = 120$ $6! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 = 720$	Izruna. $13!$ [skaitļa 13 faktoriāls] Noderīgi! Katru augstāko faktoriālu var izteikt ar zemāku faktoriālu! $n! = n(n-1)! = n(n-1)(n-2)! = \dots$ Piemēram: $7! = 7 \cdot 6! = 7 \cdot 6 \cdot 5! = \dots$

4! Skaitļa faktoriāls Atgādne - piemēri

1 $6! + 3! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 + 1 \cdot 2 \cdot 3 = 720 + 6 = 726$	Aprēķina faktoriālu skaitliskās vērtības un saskaita.
2 $\frac{13!}{11!} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10 \cdot 11 \cdot 12 \cdot 13}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10 \cdot 11} = 12 \cdot 13 = 156$	Izmanto zināšanas, ka augstāko faktoriālu var izteikt ar zemāku faktoriālu. Piemēram, $13! = 11! \cdot 12 \cdot 13$. Pēcāk vienādos faktoriālus saīsina.
3 $\frac{6! - 5!}{4!} = \frac{4! \cdot 5 \cdot 6 - 4! \cdot 5}{4!} = \frac{4! \cdot (30 - 5)}{4!} = 25$	Izmanto zināšanas par augstākā faktoriāla izteikšanu. Skaitlajā iznes 4!, lai pēcāk to varētu saīsināt ar saucējā esošo faktoriālu!
4 $\frac{(n+1)!}{(n-1)!} = \frac{(n-1)! \cdot n \cdot (n+1)}{(n-1)!} = n(n+1)$	Izmanto zināšanas par augstākā faktoriāla izteikšanu.










3.1. att. Ekrānizgriezumi no skaitļa faktoriāla atgādes skolēniem

Līdzīgi tika izveidotas arī katras tēmas nozīmīgākās darba lapas, izmantojot lietojumprogrammu Microsoft Word. Katra no darba lapām tika izstrādāta un eksportēta PDF datņu formātā, lai pēcāk to būtu iespējams pārveidot par digitāli pildāmu darba lapu, izmantojot skolo.lv sniegtās iespējas (skatīt 1. pielikumu). Pēc ārējo rīku izmantošanas un sagatavju izveidošanas, autore uzsāka darbu skolo.lv platformā. Sākotnēji tika izveidots sadalījums pa tēmām un ievietoti katras mācību stundas sasniedzamie rezultāti. Arī šī mācību platforma piedāvā tekstā ievietot matemātiskos simbolus, taču tie jāveido izmantojot LaTeX teksta sastādīšanas sistēmā, kas prasa atbilstošas priekšzināšanas. Tā kā sasniedzamie rezultāti ietvēra arī dažādas kombinatorikas formulas, autore izmantoja tiešsaistes rīku, kurā vienkāršā veidā ievietot nepieciešamo vienādojumu/ formulu un programma automātiski to pārveido LaTeX sistēmā. [25] Pēc pamatdatu ievades tika izveidoti aktivitāšu nosaukumi, lai skolēnam būtu skaidra mācību stundas struktūra. Atkarībā no stundas plānā nepieciešamā uzdevuma veikšanas, tika piemeklētas aktivitātes no skolo.lv piedāvātajiem rīkiem. Autore uzsver, ja pedagogs vēlas veidot H5P aktivitātes, ir nepieciešams izmantot angļu valodas zināšanas, taču pozitīvais aspekts, ka izmantotie termini nav sarežģīti, turklāt vienmēr ir iespēja iztulkot tekstu, pārējās pievienojamās aktivitātes vai resursi ir pieejami latviešu valodā. Pēc aktivitāšu izveides un ārējo resursu pievienošanas un modificēšanas tie tika izkārtoti atbilstoši stundu plānam. Rezultātā tika iegūts strukturēts temata apguves skats un mācību stundas plānojums (sk. 3.2. attēlu). Skolēni izveidoto izkārtojumu novērtēja kā pārskatāmu un viegli uztveramu, kas atspoguļojās arī autorei vadot mācību stundas, kad skolēni spēja ātri reaģēt uz nepieciešamo aktivitāšu atrašanu un atvēršanu.

1., 2. MĀCĪBU STUNDA – KOMBINATORIKAS PAMATLIKUMI

Stundas sasniedzamie rezultāti:

- Zina, kas ir reizināšanas un saskaitīšanas likums.
- Apvienojot individuāli iegūtos rezultātus, grupā formulē reizināšanas likuma vispārīgā formulējumu.
- Lieto reizināšanas un saskaitīšanas likumu uzdevumu risināšanā.
- Skaidro gadījumus, kad reizināšanas likumu jāizmanto un, kad nē.

-  Stunda sākas! (aktivitāte)
-  Ko jau es zinu, protu? / Šis ir jaunums! (aktivitāte)
-  Palīgs uzdevumu risināšanā! (atgāde)
-  Šis ir jaunums! (aktivitāte)
-  Šis ir jaunums! Definīcija (atgāde)  Amanote
-  Izmantošu iegūtās zināšanas praktiski! (aktivitāte)
-  Pārbaudīšu, kā esmu apguvis šodienas tēmu! (aktivitāte)
-  Izveido pats! (aktivitāte)

3.2. att. Ekrānizgriezums no kombinatorikas temata 1., 2. mācību stundas aktivitātēm

Papildus tika izveidota sadaļa pedagogam, kur iekļauti stundu plāni un uzdevumu risinājumu lapas, kuras pēc noklusējuma ir paslēptas no skolēna skata. Temata apguves līdzekļi un katra tēma redzama skolēnam un pedagogs pēc saviem ieskatiem var rediģēt resursu un aktivitāšu redzamību, arī stundu plānos ir izvietotas atsauces, kur kādam no resursiem vai aktivitātēm būtu nepieciešamība padarīt to skolēnam uz brīdi neredzamu. Tāpat kursa augšpusē ievietota informācija, kā skolēnam orientēties e-kursā, paskaidroti izmantotie apzīmējumi.

3.3. Mācību stundas paraugs skolo.lv platformā

Lai rastu priekšstatu par izstrādātiem mācību līdzekļu komplektiem, tālāk attēlotas secīgas pēc plāna izmantojamas 9., 10. mācību stundas aktivitātes tēmā “Kombinācijas un to skaita aprēķināšana” (sk. 3.3. attēlu).

9., 10. MĀCĪBU STUNDA - KOMBINĀCIJAS UN TO SKAITA APRĒĶINĀŠANA

 Stunda sākas! (aktivitāte)

Stundas saniedzamie rezultāti:

- Zina, ka kombinācijas ir nesakārtotas izlases.
- Aprēķina kombināciju skaitu, izmantojot kombināciju skaita aprēķināšanas formulu $C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$
- Skaidro formulas izvēli konkrētām uzdevumiem.


 Ko es jau zinu, protu, lai apgūtu jauno? | Šis ir jaunums! (aktivitāte)

 Kombinācijas (atgāadne)

 Izmantošu iegūtās zināšanas praktiski! (aktivitāte)

 Palīgs uzdevumu risināšanā! (atgāadne)

 Pārbaudīšu, kā esmu apguvis šīs dienas tēmu! (aktivitāte)

 Izmantošu, lai pārbaudītu! (aktivitāte)

3.3. att. Ekrānizgriezums no kombinatorikas temata 9., 10. mācību stundas aktivitātēm

Plāna pirmā aktivitāte uzmanības pievēršanas mācību notikumam “Stunda sākas!”, kur skolēnu mērķis forumā ir izveidot nesakārtotu izlases piemēru, kur pēc tam tas jāpārvērš par uzdevumu, lai klases biedrs varētu sniegt atgriezenisko saiti par uzdevuma izveidi. Forumos ir nozīmīga pedagoga klātbūtne, kurš izskaidro skolēnam uzdevumus, nepieciešamības gadījumā palīdz vai uzlabo skolēna sniegumu (sk. 3.4. attēlu).

Stunda sākas! (aktivitāte)



Uzraksti vienu nesakārtotas izlases piemēru un pamato, kāpēc tā ir nesakārtota izlase. Šo piemēru pārvērš uzdevumā, kur kādam no klasesbiedriem būtu jānosaka izlašu skaits.

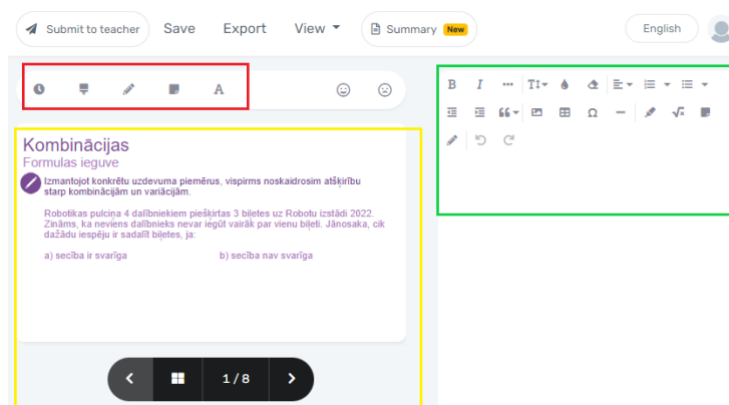
Iepazīsties ar divu klases biedru piemēriem un sniedz atgriezenisko saiti par viņu sniegumu, pārliecinieties, ka katram klases biedram ir vismaz viena atgriezeniskā saite par uzdevuma izpildi.

Pievienot jaunu jautājumu

3.4. att. Ekrānizgriezums no pirmā mācību notikuma aktivitātes

Otrā mācību notikuma jeb sasniedzamo rezultātu komunikēšana visā kursā izstrādāta sākumlapā. Pedagogam ir iespēja izvēlēties, kad tos padarīt redzamus mācību stundā atkarībā no pielietošanas nepieciešamības, piemēram, konkrētajā mācību stundā pedagogam pirms stundas nepieciešams “paslēpt” kombināciju aprēķināšanas formulu, jo skolēni to pierāda paši

(sk. 3.3. attēlu). Iepriekšējo zināšanu aktivizēšanai un jaunā satura piedāvāšanai ir paredzēta aktivitāte “Ko es jau zinu, protu? | Šis ir jaunums!”, kurā, izmantojot zināšanas par nesakārtotām un sakārtotām, izlasēm, skolēni nonāk pie kombināciju formulu ieguves un saistības starp permutācijām, variācijām un kombinācijām. Aktivitāte veidota PDF formā, lai to būtu iespējams drukāt. Aplūkojot tehnisko izpildījumu aktivitātei, redzams, ka skolēnam ir iespēja izvēlēties tehniku (3.5. attēlā iekrāsots sarkanā rāmī), kā aizpildīt darba lapu, šajā gadījumā interaktīvu prezentāciju, kas secīgi noved pie kombināciju formulas ieguves (3.5. attēlā iekrāsots dzeltenā rāmī), skolēnam ir iespēja veidot arī svarīgāko atziņu, komentāru apkopojumu piezīmju sadaļā, kuru ir iespējams papildināt arī pedagogam ar atgriezenisko saiti par uzdevuma izpildi (3.5. attēlā iekrāsots zaļā rāmī). Interaktīvā darba lapa papildināta ar risinājuma soļiem, kurus var izdrukāt un izvietot klasē vai arī izmantot digitāli.



3.5. att. Ekrānizgriezums no trešā un ceturrtā mācību notikuma aktivitātes

Piektais mācību notikums jeb mācīšanās virzīšana un atbalstīšana ir izveidota atgādne, kurā apkopota jau skolēniem pašvadītā ceļā apgūtā informācija par kombinācijām, arī šīs atgādes ir iespējams izdrukāt. Skolēni atgādes izmanto, lai izpildītu kādu no klases biedru sākotnēji izveidotajiem uzdevumiem un vingrinātos kopīgā formulas izmantošanā (sk. 3.6. attēlu).

Kombinācijas

Atgādne

C_n^k

Definīcija.
Par kombinācijām no n dotās kopas elementiem pa k elementiem ($k \leq n$) sauc tādas nesakārtotas izlases, kuras sastāv no k dotās kopas elementiem un cita no citas atšķiras vismaz ar vienu elementu.

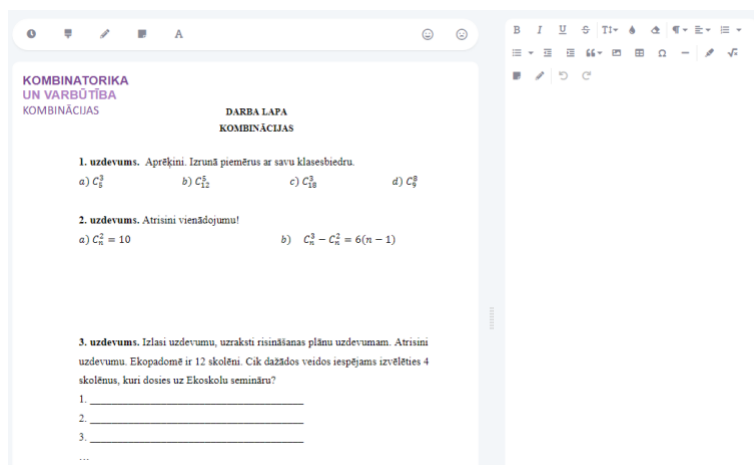
Lasa:
Kombinācijas no n elementiem pa k elementiem.
 C_n^k , kur n ir kopas elementu skaits un k izlases elementu skaits

Teorēma.
Variāciju skaitu no n dotās kopas elementiem pa k elementiem ($k < n$) aprēķina pēc formulas

$$C_n^k = \frac{A_n^k}{P_k} = \frac{n(n-1)(n-2) \cdot \dots \cdot (n-(k-1))}{k!} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

3.5. att. Ekrānizgriezums no piektā mācību notikuma aktivitātes

Sestajā mācību notikumā tiek izmantota PDF aktivitāte, līdzīgi kā jaunā satura piedāvāšanā, kur skolēns jau liek lietā iegūtās zināšanas, lai risinātu uzdevumus. Tehniskais izpildījums aktivitātei ir nemainīgs (sk. 3.6. attēlu).



3.6. att. Ekrānizgriezums no sestā mācību notikuma aktivitātes

Katrā no autores veidotajām mācību stundām, īstenojot sepfīto mācību notikumu jeb atgriezeniskas saites sniegšanu, ir iespējams izmantot H5P aktivitāti “Palīgs uzdevumu risināšanā”, kur skolēniem pa soļiem sniegti uzdevumu skaidrojumi, taču autore uzsver, ka šie uzdevumu risināšanas soļi vēl efektīvāk izmantojami drukātā formā, kur pedagogs tos var sagriezt un attēlot tos pakāpeniski, neatklājot visu risinājumu (sk. 3.7. attēlu).

Palīgs

Darbība	Komentāri
$\frac{n!}{2!(n-2)!} = 10$	Izmanto variāciju skaita aprēķināšanas formulu $C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$. Un vienādojuma kreiso pusi pārveido pēc formulas.
$\frac{(n-2)! \cdot (n-1) \cdot n}{2!(n-2)!} = 10 \quad \cdot 2!$	Augstāko faktoriālu pārveido kā zemāku faktoriālu, lai sābinātu saucēju ar skaitliju. Jāatceras, ka $n!$ vispārīgā formā ir $n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (n-2) \cdot (n-1) \cdot n$. Abas vienādojuma puses reizina ar $2!$, lai abpusēji no saucēja.
$(n-1) \cdot n = 10 \cdot 2!$ $n^2 - n - 20 = 0$	Pēc faktoriālu saīsināšanas, kreiso un labo vienādojuma pusi sareizina un iegūto skaitļa reizinājumu "pārnēs uz otru pusi", iegūstot kvadrātvienādojumu.
$n^2 - n - 20 = 0$ $[n_1 = n_2 = -20 \Rightarrow n_1 = 5$ $[n_1 + n_2 = +1 \Rightarrow n_2 = -4$	Aprēķina kvadrātvienādojuma saknes pēc sev ērtākās metodes – vai nu ar formulu $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$, vai arī izmantojot Vieta teorēmu: $\begin{cases} x_1 + x_2 = c \\ x_1 \cdot x_2 = -b \end{cases}$
$n = 5$	n var būt tikai naturāls skaitlis, līdz ar to -4 nav vienādojuma sakne. Iegūto sakni var ievietot sākotnējā vienādojumā un pārbaudīt, vai tā ir atrisinājums.

Palīgs

$n = 25$ (skolēnu kopas elementu skaits)
 $k = 3$ (skolēnu izlases elementu skaits)
 $N = 10$ (skolotāju kopas elementu skaits)
 $K = 2$ (skolotāju izlases elementu skaits)

Uzdevumā izmantosim kombinācijas, jo jāveido nesakārtotas izlases. Nav svarīga skolēnu un skolotāju secība, bet gan tikai elementu savstarpēja atšķiršanās.

Uzdevumā šoreiz nepieciešams veidot divas kombināciju skaita aprēķināšanas, lai noteiktu kombinācijas skolēnu izvēlei un pēc tam skolotāju izvēlei.

No reizināšanas likuma izriet, ka rezultāti būs jāsareizina.

$$C_{25}^3 = \frac{25!}{3!(25-3)!} = \frac{25!}{22!3!} = \frac{22! \cdot 23 \cdot 24 \cdot 25}{22! \cdot 2 \cdot 3} = 23 \cdot 4 \cdot 25 = 2300$$

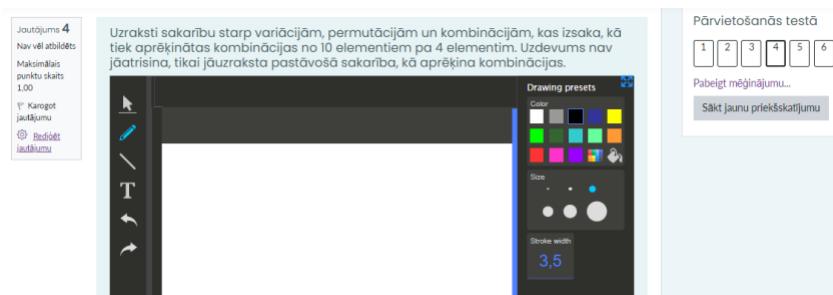
$$C_{10}^2 = \frac{10!}{2!(10-2)!} = \frac{10!}{8!2!} = \frac{8! \cdot 9 \cdot 10}{8! \cdot 2} = 9 \cdot 5 = 45$$

$$C_{25}^3 \cdot C_{10}^2 = 2300 \cdot 45 = 103500$$

Atbilde: Skolēnus un skolotājus iespējams izvēlēties 103500 veidos.

3.7. att. Ekrānizgriezums no septītajā mācību notikuma aktivitātes 2. un 5. uzdevuma risinājuma paraugs

Snieguma novērtēšana jeb astotais mācību notikums tiek realizēts ar īsu testu palīdzību, kur skolēni novērtē savu sniegumu un pedagogs sniedz atgriezenisko saiti par skolēna sniegumu. Šim mācību notikumam visās mācību stundās ir piedāvāti testi, kuros iekļauti dažāda veida uzdevumi, piemēram, arī baltās tāfeles rīks, lai skolēns spētu demonstrēt arī risināšanu (sk. 3.8. attēlu).



3.8. att. Ekrānizgriezums no sestā mācību notikuma aktivitātes

Pēdējā mācību notikuma realizēšanā šajā stundas paraugā tiek izmantots forums, kur skolēni meklē kombināciju termina izmantošanu sadzīviskos rakstos, kas pieejami interneta vidē, pēc to atrašanas un ievietošanas forumā diskutē par tiem klasē (sk. 3.9. attēlu).



3.9. att. Ekrānizgriezums no devītā mācību notikuma aktivitātes

3.3. Mācību līdzekļu aprobācija

Lai uzsāktu izstrādāto mācību līdzekļu lietošanu vai autores gadījumā aprobāciju, izglītības iestādei ir nepieciešams skolo.lv profils, ko iespējams iegūt, slēdzot līgumu ar Valsts izglītības satura centru. Tā kā šī mācību platforma izglītības iestādēm kļuvusi pieejama 2021. gada rudenī, ir novērojams atšķirības pedagogu zināšanu līmeņos, kā izmantot šo mācību vidi. Pēc pārrunām ar 11. klases skolēniem un matemātikas mācību priekšmeta pedagogu, autore secināja, ka matemātikas stundās līdz mācību līdzekļu aprobācijai skolo.lv platforma nav izmantota, turklāt skolēni ar mācību platformas izmantošanu saskārušies tikai dažās ķīmijas mācību priekšmeta stundās. Realizējot pirmo mācību stundu, kur tika apgūta tēma “Kombinatorikas pamatlikumi”, bija nepieciešamība veltīt papildu laiku, izmantoto aktivitāšu rīku apguvei. Organizējot nākamās mācību stundas, nebija nepieciešamība pievērsties skolo.lv apmācībai skolēniem, ņemot vērā, ka autore mācību stundām izmantoja līdzīgas rīku aktivitātes. Autore kopā ar pētnieciskās grupas skolēniem izmantoja dažādas viedierīces mācību stundu realizēšanai.

Atšķirīgākais rīks no visiem izmantotajiem rīkiem mācību līdzekļu izstrādē ir PDF darba lapu rīks jeb stundu plānos aprakstītais “PDF aktivitāte” rīks. Katras svarīgākās tēmas darba

lapas tika ievietotas tieši ar šī rīka starpniecību un mācību stundu, līdz ar to rīka izmantošana bija katrā mācību stundā. Jau pirmajās mācību stundās bija novērojamas atšķirības starp skolēniem, kā viņi izvēlas pildīt uzdotos uzdevumus. Vidēji mācību stundās piedalījās 10 no 14 skolēniem, puse no skolēniem vienmēr izvēlējās darba lapu izpildi veikt digitāli, izmantojot skārienjūtīgo pildspalvu, kas ļauj rokrakstā veidotus pierakstus attēlot darba lapā. Daži skolēni pirms darba lapas izpildes novērtēja situāciju un attiecīgi no darāmā nolēma, vai izmantos pierakstu kladi vai arī veiks darbu digitāli. Piemēram, apgūstot variācijas un to skaita noteikšanu, konkrētie skolēni izlēma par labu pierakstu kladei, skaidrojot to ar grūtībām darba lapā digitāli ierakstīt daļas. Arī 3.3. attēlā redzamas divas dažādas pieejas variāciju skaita aprēķināšanas darba lapu izpildei, kreisajā pusē skolniece izmanto pierakstu kladi, taču labajā pusē skolniece galvenos ierakstus veic digitāli, papildu matemātiskās darbības veicot pierakstu kladē, īsākam pierakstam.



3.3. att. Skolēnu dažādie tehnoloģiju izmantošanas paņēmieni mācību stundā

Skolēni, kuri izmantoja digitalizēto darba lapas versiju, izmantoja arī atšķirīgus pieraksta veidus. Skolēni ātri apguva konkrētā rīka piedāvātās iespējas un spēja izvēlēties sev ērtāko pieraksta veidu. Citi skolēni izvēlējās pierakstus veidot rokrakstā, taču daļa no skolēniem izmantoja teksta lodziņus, kurus iespējams brīvi pārvietot, vai arī kombinēja abus iepriekš minētos variantus (sk. 3.4. attēlu). Izpildes ātrums sākotnēji bija lēnāks salīdzinājumā ar tiem skolēniem, kuri uzdevumus pildīja drukātā formā vai pierakstot kladē, taču jau pēc otrās mācību stundas skolēni bija apguvuši digitālo pierakstu un rakstu darbu ātrums izlīdzinājās.

$$b) \frac{7!}{5!} = \frac{\cancel{1} \cdot \cancel{2} \cdot \cancel{3} \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7}{\cancel{1} \cdot \cancel{2} \cdot \cancel{3} \cdot \cancel{4} \cdot \cancel{5}} = 6 \cdot 7 = 42$$

$$d) \frac{8! - 6!}{8!} = \frac{\cancel{6} \cdot (\cancel{7} \cdot \cancel{8} - 1)}{\cancel{6} \cdot \cancel{7} \cdot 8} = \frac{56 - 1}{56} = \frac{55}{56}$$

4. uzdevums. Vienkāršo izteiksmes!

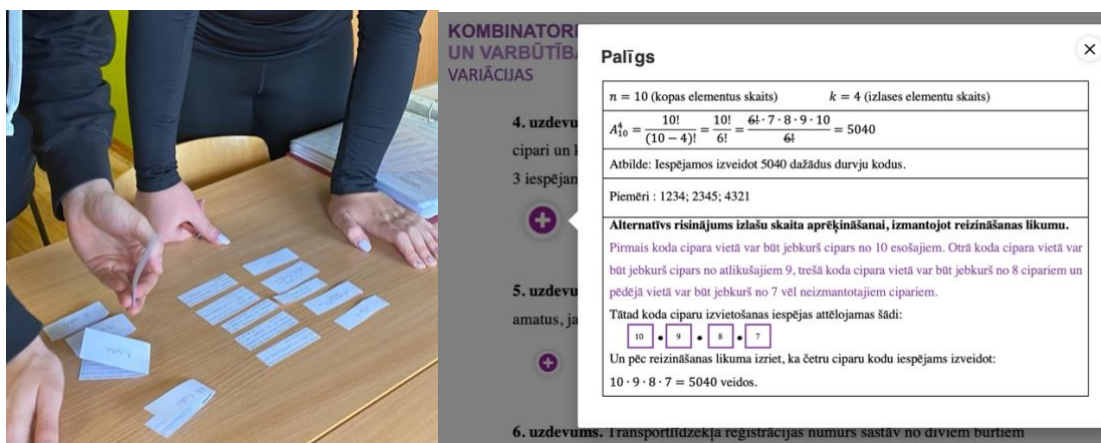
$$a) \frac{(n+2)!}{n!} = \frac{\cancel{n!} \cdot (n+1)(n+2)}{\cancel{n!}} = (n+1)(n+2)$$

3.4. att. Ekrānizgriezumi no skaitļa faktoriāla darba lapu 3. un 4. uzdevuma

Autore secina, ka šī rīka izmantošana mācību procesa dažādošanai ir noderīga, taču noteikti šis rīks ieņem nozīmīgāku lomu, ja darba lapas nepieciešamas pildīt attālināti, piemēram, mājasdarbu izpildei vai attālināto mācību laikā. Klātienēs darbā netika izmantota rīka iespēja komentēt katra skolēna darbu, jo no pedagoga puses, ērtāk un ātrāk to ir izdarīt mutiski, taču labi noder, lai pārskatītu skolēnu rezultātus un tos, piemēram, atspoguļotu uz ekrāna. Autore izmantoja arī iezīmēšanas rīku, kad skolēniem vajadzēja norādīt uz uzlabojamām zonām.

Mācību stundu realizēšanā tika izmantotas H5P aktivitātes. No visām dotajām H5P aktivitātēm tika izmantotas interaktīvās prezentācijas, vārdu savietošanas spēle, kā arī attēli ar “jūtīgajiem” punktiem. Mācību līdzekļu izstrādē prezentācijas tika veidotas kā uzdevumi, kuriem sekoja risinājuma gaita, papildinot slaidus ar testa jautājumiem un tekstlodziņiem, kur ietvert atbildes. Šāda pieeja tika izmantota arī tēmā “Variācijas un to skaita aprēķināšana”, kur aktualizācijas daļā konkrētiem uzdevumiem bija jānosaka izlašu veids un pēc tam šīs atbildes jāizmanto nākamajos uzdevumos, kas atradās citā aktivitātē. Pēc konkrētā uzdevuma izpildes, skolēni secināja, atgriežoties pie izpildītajiem uzdevumiem, atbildes nesaglabājas. Kā autore pēcāk izsprieda, jebkura H5P aktivitāte, kurā lietotājam ir jāatzīmē vai jāievada atbilde, nesaglabājas pēc uzdevuma aizvēršanas. Līdz ar to tiek secināts, ka šāda tipa H5P aktivitātes ir noderīgas tādā gadījumā, ja pedagogam nav nepieciešams iegūt skolēna datus par uzdevumu izpildi. Nozīmīga H5P aktivitāte kombinatorikas temata mācību līdzekļu izstrādē ir izveidotie attēli ar jūtīgajiem punkti. Izmantojot aktivitātes iespējas, darba lapas skolēniem tika attēloti kā attēli, kuriem pievienoti jūtīgie punkti. Skolēnam uzspiežot uz punkta, pie konkrētā uzdevuma, ir iespējams apskatīt uzdevuma risinājuma gaitu un salīdzināt atbildes. Kā alternatīva tika izmantota šo risinājumu soļu izdrukāšana, klasificēšana pa soļiem un izvietošana klasē. Arī šajā aktivitātē skolēnu izvēle, kā izmantot pieejamos materiālus, atšķīrās. Vairāk kā puse no skolēniem izmantoja jūtīgo punktu opciju, taču otra daļa klases labprāt meklēja uzdevumu risinājumus klasē, kā iemeslu tam minot, problēmas ar datu pārraides ātrumu. Šāda problēma gan bija novērojama tikai diviem skolēniem, kuri izmantoja savu interneta pieslēgumu un viedierīci. Atkarībā no uzdevumu veida tika dažādota pieeja risinājuma gaitas atspoguļošanai.

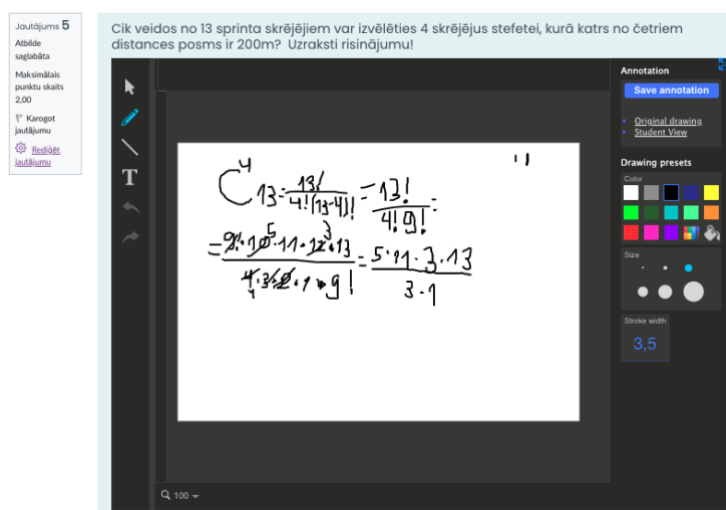
3.5. attēlā redzams variāciju skaita aprēķināšanas darba lapas 2. uzdevuma risinājums, kas sadalīts pa soļiem un stāv aizklāts, kamēr skolēns vajadzīgo daļu neapgriež pareizajā virzienā un blakus attēlā tās pašas darba lapas 4. uzdevuma risinājuma soļi. Autore uzdevumu risināšanas soļus izvietojusi tabulās, lai pedagogam būtu iespēja izdrukāt risinājums un tos sadalīt pa daļām, tādējādi skolēnam neatklājot visu risinājumu, taču tikai vajadzīgo daļu.



3.5. att. Risināšanas soļu izmantošanas veidi

Apgūstot skaitļa faktoriāla jēdzienu, noslēdzošajā uzdevumā aktualizācijas daļā skolēniem bija nepieciešams izmantot interneta resursus, lai atrastu skaitļa faktoriāla definīciju un pabeigtu to konkrētajā aktivitātē, teikumā ievietojot trūkstošos vārdus. Skolēni atzinīgi novērtēja aktivitāti, stāstot, ka šādi definīciju lasīšanai tiek pievērsta lielāka vērība un iedziļināšanās. Taču arī šī ir aktivitāte, kura iegūtos rezultātus nesaglabā, līdz ar to autore izveidojusi kombinatorikas vārdnīcu, kuru katrs skolēns pēc saviem ieskatiem var papildināt ar definīcijām, jēdzieniem, teorēmām un attēliem.

Katra mācību stunda ir noslēgta ar testu, ko var izmantot kā izejas biļeti. Testa rīks piedāvā daudz dažādu jautājumu tipu, kur pēc autores domām noderīgākais ir tāfeles rīks, kur skolēns var brīvi ierakstīt risinājumu, taču izmantojot šādu risinājumu, pedagogam manuāli jāveic uzdevumu pareizības pārbaude, kur atbildes ievadītas uz tāfeles. (sk. 3.6. attēlu) Lielākajai daļai izveidojamo jautājumu veidiem ir iespēja pievienot atgriezenisko saiti par pareizi un nepareizi izpildītu uzdevumu, kur iespējams pievienot risinājuma soļus, atgādnē utml.. Testa rīks bija parocīgi izmantojams no visām izmēģinātajām viedierīcēm, autore nenovēroja nepieciešamus tehniskus uzlabojumus testa rīka izmantošanā.



3.6. att. Ekrānizgriezums no skolēna risinājuma kombināciju apgaves testā

Autore novēroja arī uzdevumu nosacījumu uzlabošanas nepieciešamību. Piemēram, tika novēroti daži nepieciešami uzlabojumi uzdevumu nosacījumu veidošanā un attēlošanā, piemēram, īstenojot uzmanības pievēršanas mācību notikumu tēmā “Kombinatorikas pamatlikumi”, kur skolēniem, izmantojot forumu, jāatsauc atmiņā, kas ir koka diagramma un kādam nolūkam to lieto, uzdevuma kvalitatīvākai izpildei un īsākām diskusijām klasē, bija nepieciešamība koka diagrammas vizualizāciju papildināt ar iegūtām izlasēm, kas palīdzētu uztvert variācijas no četriem elementiem pa diviem elementiem. Šādu papildinājumu veicot klātienē, izmantojot tāfeli, uzdevums skolēniem kļuva skaidrāks un saprotamāks (sk. 3.7. attēlu). Pēc uzdevuma paskaidrošanas un skolēnu ievirzīšanas, uzdevums tika izpildīts pēc nosacījumiem.



3.7. att. Ekrānizgriezums no foruma aktivitātes “Stunda sākas!”

Aprobācijas laikā autore novēroja, ka, ja katrā stundā tiek izmantotas tikai skolo.lv aktivitātes, tas rosina vienveidību mācību stundās. Līdz ar to tiek secināts, ka izstrādātos mācību līdzekļus vērtīgi būtu kombinēt ar jau esošiem tradicionāliem stundu plāniem, lai mācību procesu papildinātu ar digitālo rīku izmantošanu. Tā kā mācību stundu plāni ir izstrādāti pēc deviņu mācību notikumu modeļa, ir ērti iespējams izvēlēties tikai konkrētās mācību aktivitātes.

Vēl svarīgs aspekts digitālu mācību stundu realizēšanā ir tehniskais nodrošinājums. Arī aprobācijas laikā autore kopā ar skolēniem saskārās ar interneta pieslēguma problēmām, kuras atrisināja piedāvājot skolēniem izmantot savu personīgo vai praktikantes mobilo datu pieslēgumu. Noteikti jāņem vērā skolā pieejamās viedierīces, aprobācijas skolā bija brīvi pieejami gan stacionārie un portatīvie datori, gan planšetdatori, kas atviegloja skolēnu digitālo darba lapu izpildi, jo tieši PDF aktivitāšu izpildē ir svarīgi, cik liela izmēra ekrāns pieejams skolēnam. Tie skolēni, kuri izvēlējās strādāt no personīgajām viedierīcēm, saskārās ar neērtībām aizpildot darba lapas, jo rokrakstā veidotam digitālam tekstam ir nepieciešams liels laukums.

SECINĀJUMI

1. Digitālās izglītības ieviešanā starp Eiropas valstīm novērojamas dažādas pieejas un efektivitāte, taču augstāko sniegumu parāda Igaunija, kas var kalpot kā struktūras ieviešanas paraugs arī Latvijā.
2. Mācību platforma skolo.lv ir daudzfunkcionāla platforma, kas var kalpot kā mācību procesa papildinājums gan pedagogiem, gan skolēniem, taču šīs platformas izmantošanai nepieciešamas digitālās prasmes. Pedagoga digitālā meistarība ietekmē skolo.lv izmantošanas iespējas.
3. Izmantojot 9 mācību notikumu plānošanas modeli, mācību stundu iespējams izveidot strukturētu, kam ērti piekārtojamas digitālās aktivitātes. Līdz ar to tiek izveidota mācību stunda, kurā aktivitātes ir atdalāmas un kā atsevišķas aktivitātes īstenojamas pedagogu jau esošajos mācību stundu plānos.
4. Izmantojot digitālu mācību vidi stundās, pedagogam ir jānodrošina dažādi mācību līdzekļu veidi (elektroniski vai drukāti), domājot par skolēniem, kurus neuzrunā mācību līdzekļu digitālais modelis.
5. Autore iesaka digitālos risinājumus kombinēt ar tradicionāliem mācīšanas un mācīšanās risinājumiem, lai novērstu mācību stundu vienvēidību, piemēram, no konkrētās mācību stundas izvēloties dažas mācību notikumu aktivitātes un nākamajā mācību stundā pievērst uzmanību vēl neizmantoto mācību notikumu aktivitātēm.
6. Darba mērķis ir sasniegts. Ir izveidoti digitāli mācību līdzekļi kombinatorikas tematā 11 mācību stundām, iekļaujot katras mācību stundas plānu, izstrādātus 10 forumus, 13 dažāda tipa darba lapu komplektus, 8 risinājumu soļu komplektus, 6 definīciju, teorēmu un raksturīgo piemēru atgādnes, 5 veidu H5P aktivitāšu komplektus mācību stundām.

LITERATŪRAS SARAKSTS UN AVOTI

- [1] Eiropas Komisija, «Digitālās izglītības rīcības plāns 2021. - 2027. gadam,» 30. 09. 2020.. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0624&from=EN>. [Piekļūts 05. 03. 2022.].
- [2] C. McLaughlin, «The University of Edinburgh - Institute for Academic Development home,» 14. 09. 2018. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://www.ed.ac.uk/institute-academic-development/learning-teaching/staff/digital-ed/what-is-digital-education>. [Piekļūts 05.03.2022.].
- [3] Gillian COUGHLAN, «Eiropas Reģionu komitejas atzinums “Digitālās izglītības rīcības plāns 2021.–2027. gadam,» Brisele, 2021. Pieejams: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020IR4769&from=EN> . [Piekļūts 05. 03. 2022.].
- [4] A. Geske, «Starptautiskā mācību vides pētījuma OECD TALIS 2018 rezultāti: skolotāji un skolu direktori – kvalifikācija, nodarbinātība un slodze, darbā ievadīšana un profesionālā pilnveide» Rīga, 2019. Pieejams: https://www.ipi.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/ipi/Publikācijas/TALIS2018ZinojumsB.pdf. [Piekļūts 26. 02. 2022.].
- [5] Saeima, «Izglītības likums» Rīga, 29.10.1998. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://www.vestnesis.lv/ta/id/50759-izglitibas-likums>. [Piekļūts 26. 02. 2022.].
- [6] Latvijas Informācijas un komunikācijas tehnoloģiju asociācija, «Ieteikumi Digitālo mācību līdzekļu un resursu izstrādei un novērtēšanai» 03.02.2016. [Tiešsaiste]. Pieejams: https://likta.lv/wp-content/uploads/2018/12/DML_vadl%C4%ABnijas_LIKTA_03.02.2016.pdf. [Piekļūts 26. 02. 2022.].
- [7] Uzdevumi.lv, «Uzdevumi.lv - mācību vadības platforma» 2022. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://www.uzdevumi.lv/info/par-mums?from=new-startpage#f1>. [Piekļūts 01.03.2022.].
- [8] Skola2030, «Mācīšanās platforma skolo.lv» 2019. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://skola2030.lv/lv/skolotajiem/macisanas-platforma-skololv>. [Piekļūts 03.03.2022.].
- [9] SKOLO.LV, «Mācības pedagogiem mācīšanās platformas skolo.lv lietošanā» 2022. [Tiešsaiste]. Pieejams: https://forms.office.com/pages/responsepage.aspx?id=BsL5zupnEGq7hXX78u7EJS8eJ5_DxGr8w8gOxVO8hUMFY3QlINQVJEUE9ZVUVUV1haRzAwSDZTRY4u. [Piekļūts 12.05.2022.].

- [10] Eiropas Komisijas pārstāvniecība Latvijā, «, Digitālās ekonomikas un sabiedrības indekss 2021. gadā: vispārējs digitālās konkurētspējas progress, taču visā ES vajadzīgi jauni ieguldījumi» 12.11.2021. [Tiešsaiste]. Pieejams: https://latvia.representation.ec.europa.eu/jaunumi/digitalas-ekonomikas-un-sabiedribas-indekss-2021-gada-visparejs-digitalas-konkuretspejas-progress-2021-11-12_lv. [Piekļūts 23. 02. 2022.].
- [11] Latvijas Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas asociācija, « DESI 2021. gadā: Latvija ierindojas 17. vietā» 15.11. 2021. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://likta.lv/digitalas-ekonomikas-un-sabiedribas-indekss-2021-gada-visparejs-digitalas-konkuretspejas-progress-tacu-visa-es-vajadzigi-jauni-ieguldijumi/>. [Piekļūts 23. 02. 2022.].
- [12] Izglītības un zinātnes ministrija, «Apstiprināti nosacījumi investīciju programmai portatīvo datoru nodrošināšanai skolēniem» 01. 12. 2021.. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://www.izm.gov.lv/lv/jaunums/apstiprinati-nosacijumi-investiciju-programmai-portativo-datoru-nodrosinasanai-skoleniem>. [Piekļūts 22. 04. 2022.].
- [13] OECD, «Students, Computers and Learning: Making the Connection, PISA» OECD Publishing, 2015. [Tiešsaiste]. Pieejams: https://read.oecd-ilibrary.org/education/students-computers-and-learning_9789264239555-en. [Piekļūts 28.04.2022]
- [14] Education Estonia, «PISA 2018: Estonian students rank 1st in Europe» 28. 05. 2020.. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://www.educationestonia.org/pisa-2018-estonian-students-rank-1st-in-europe/>. [Piekļūts 28. 04. 2022.].
- [15] OECD, «21st- Century Readers: Developing Literacy Skills in a Digital World,» 2021. [Tiešsaiste]. Pieejams: https://read.oecd-ilibrary.org/education/21st-century-readers_a83d84cb-en#page4. [Piekļūts 29. 04. 2022.].
- [16] CEPS, «Index of readiness for digital lifelong learning: changing how europeans upgrade their skills» 2019. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://www.ceps.eu/wp-content/uploads/2019/11/Index-of-Readiness-for-Digital-Lifelong-Learning.pdf>. [Piekļūts 23. 04. 2022.].
- [17] Education Estonia, « How did Estonia become a new role model in digital education?» 03. 05. 2020. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://www.educationestonia.org/how-did-estonia-become-a-new-role-model-in-digital-education/>. [Piekļūts 28. 04. 2022.].
- [18] Education Estonia, « Digital Competence: Empowering teachers and students» 2021. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://www.educationestonia.org/innovation/digital-competence/>. [Piekļūts 28. 04. 2022.].

- [19] Barnes & Noble college, «Getting to Know Gen Z. Exploring middle and high schoolers' expectations for higher education» 2015. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://next.bncollege.com/wp-content/uploads/2015/10/Gen-Z-Research-Report-Final.pdf>. [Piekļūts 28. 04. 2022.].
- [20] Ministru kabinets, «Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu, mācību priekšmetu standartiem un izglītības programmām» 21.05.2013.[Tiešsaiste]. Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/257229/redakcijas-datums/2020/05/01>. [Piekļūts 04. 04. 2022.].
- [21] Ministru kabinets, «Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības programmu paraugiem» 27. 09. 2019. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/309597>. [Piekļūts 04. 04. 2022.].
- [22] D. Kennedy, «Studiju rezultātu formulēšana un izmantošana» 2007. [Tiešsaiste]. Pieejams: https://www.aika.lv/wp-content/uploads/2020/05/Studiju-rezult%C4%81tu-formul%C4%93%C5%A1ana-un-izmanto%C5%A1ana_praktisk%C4%81-rokasgr%C4%81mata.pdf. [Piekļūts 04. 04. 2022.].
- [23] Valsts izglītības satura centrs, «Matemātika 10.-12. klasei» 2011. [Tiešsaiste]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/siic/Macibu_prieksmetu_programmas_10.-12.kl/MPP_matematika.pdf. [Piekļūts 05. 04. 2022.].
- [24] Valsts izglītības satura centrs, «Matemātika I. Mācību priekšmeta programmas paraugs» [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://mape.skola2030.lv/resources/5284>. [Piekļūts 04.04.2022.].
- [25] Z. O. Ieva Ušča, «Deviņi mācību notikumi efektīvai stundai (pēc R. Gaņjē)» 08.04.2020. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://skola2030.lv/index.php/lv/jaunumi/blogs/devini-macibu-notikumi-efektivai-stundai>. [Piekļūts 28. 03. 2022.].
- [26] CodeCogs, «LaTeX Equation Editor» 2022. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://latex.codecogs.com/eqneditor/editor.php>. [Piekļūts 04.04. 2022.].

PIELIKUMS

1. pielikums

SASNIEDZAMO REZULTĀTU SALĪDIZNĀJUMS STARP IZGLĪTĪBAS STANDARTIEM

Plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti matemātikas mācību jomā	Pamatprasības mācību priekšmeta apgūvei
<p>Vispārīgais apgūves līmenis</p> <p>5.1.4. Elementu/objektu skaitu nosaka, spriežot un veicot pilno pārlassi, skaidrojot saskaitīšanas un reizināšanas lietojumu.</p> <p>Optimālais apgūves līmenis</p> <p>5.1.4. Elementu/objektu skaitu nosaka, spriežot un veicot pilno pārlassi, pamatojot savus spriedumus.</p> <p>5.1.5. Skaidro jēdzienus izlase, kombinācijas, variācijas un permutācijas, to savstarpējo saistību un saistību ar jēdzieniem kopa un apakškopa.</p> <p>5.1.6. Lieto formulas permutāciju, variāciju un kombināciju skaita aprēķināšanai un sakarību $C_n^k = C_n^{n-k}$; izvērtē iespējas noteikt objektu skaitu, spriežot un veicot pilno pārlassi vai lietojot kombinatorikas formulas.</p> <p>Augstākais apgūves līmenis</p> <p>5.1.1. Pierāda formulas permutāciju, variāciju skaita aprēķināšanai, galīgas kopas (satur n elementus) visu iespējamo apakškopu (ieskaitot tukšu kopu) skaitu, kombināciju skaita īpašības.</p> <p>5.1.2. Formulē un pamato sakarības Paskāla trijstūrī; lieto Ņūtona binomu, veidojot konkrētus izvīzījumus, lai formulētu spriedumus matemātiskos kontekstos.</p> <p>5.1.3. Identiski pārveido izteiksmes, kas satur faktoriālu. Modelē situāciju ar vienādojumu, nevienādību, lietojot formulas variāciju vai kombināciju skaita noteikšanai.</p>	<p>6.9. Izprot kombinatorikas, varbūtību teorijas un statistikas jēdzienus, lieto tos, raksturojot datus un procesus.</p> <p>6.10. Aprēķina elementu kopas izlašu skaitu, lietojot kombinatoriskos saskaitīšanas un reizināšanas likumus vai piemērotus aprēķināšanas algoritmus.</p>

