

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
PEDAGOĢIJAS, PSIHOLOĢIJAS UN MĀKSLAS FAKULTĀTE  
IZGLĪTĪBAS ZINĀTŅU UN PEDAGOĢISKO INOVĀCIJU NODAĻA

**LIETOTNES PROTOTIPS SKOLĒNU IZPRATNES  
VEICINĀŠANAI PAR ĢEOMETRISKAJIEM ĶERMENIEM  
MATEMĀTIKĀ 8.-9. KLASĒ  
MAĢISTRA DARBS**

Autors: Sanita Laiviņa

Studenta apliecības Nr.: sl17013

Darba vadītāja: profesore Dr. paed. Zanda Rubene

RĪGA 2022

## ANOTĀCIJA

**Maģistra darba temats:** Lietotnes prototips skolēnu izpratnes veicināšanai par ģeometriskajiem ķermeņiem matemātikā 8.-9. klasē.

**Maģistra darba autore:** Sanita Laiviņa

**Zinātniskā darba vadītāja:** profesore, Dr. paed. Zanda Rubene

Lai skolēni ģeometrijas zināšanas spētu izmantot netipiskās situācijās, ir svarīgi, lai tās tiktu apgūtas ar izpratni, nevis mehāniski.

Darba izstrādes laikā tika analizētas lietotnes tilpuma formulu izprašanai, kā arī izstrādāts jaunas lietotnes prototips, lai veicinātu skolēnu izpratnes veidošanos.

Tika secināts, ka ar lietotņu, kuras papildinātas ar spēliskošanas elementiem, palīdzību ir iespējams veicināt skolēnu izpratnes veidošanos par telpiskajiem ģeometriskajiem ķermeņiem.

Kopējais maģistra darba apjoms ir 94 lpp, 6 tabulas, 12 attēli, bibliogrāfisko vienību skaits 85, pievienoti 7 pielikumi.

*Atslēgas vārdi: zināšanu konstruēšana, ģeometrija, tilpums, telpiski ģeometriski ķermeņi, lietotne, prototips, spēliskošanas elementi.*

## ANNOTATION

**The topic of Master's thesis:** Application prototype to promote pupils' understanding of geometrical bodies in math at classes 8-9

**Author of the Master's thesis:** Sanita Laiviņa

**Master's thesis supervisor:** professor Dr. paed. Zanda Rubene

Students must use their geometry in atypical situations where they have a chance to learn with an understanding rather than mechanically.

During job development, the app's volume formulas were analyzed for understanding, also advancing a new app prototype to help raise awareness among students.

In conclusion, the use of applications with gamification elements could contribute to the development of pupils' comprehension of spatial geometrical bodies.

The total amount of Master's work is 94 pages, 6 tables, 12 pictures, 85 bibliographical units, 7 annexes attached.

**Key words:** *knowledge construction, geometry, volume, spatial geometrical bodies, application, prototype, gamification elements.*

# SATURS

Saīsinājumu saraksts un svarīgāko terminu skaidrojums .....	6
Ievads.....	7
1. Zināšanu konstruēšanas ģeometrijā teorētiskie pamati.....	12
1.1. Konstruktīvisma pieeja zināšanu veidošanā.....	12
1.2. Mācīšanās zināšanu konstruēšanas perspektīvā .....	18
1.3. Zināšanu konstruēšana ģeometrijā .....	27
2. Spēliskošanas risinājumi ģeometrijā.....	33
2.1. Spēliskošana kā izglītības aktualitāte .....	33
2.2. Spēliskošana kā mācīšanās motivācijas veicinātāja .....	39
2.3. Spēliskošanas elementu izmantošana ģeometrijā.....	45
3. Empīriskā daļa .....	49
3.1. Pētījuma metodoloģija un norise .....	49
3.2. Telpisko ģeometrisko ķermeņu izpētes temats ģeometrijā – standarta maiņa	51
3.3. Telpisko ģeometrisko ķermeņu tilpuma aprēķināšanas apguves lietotnes .....	53
3.4. Lietotnes “Izzinām telpiskos ģeometriskos ķermeņus” prototipa izveides procesa raksturojums.....	59
3.5. Lietotnes prototipa aprobācijas raksturojums un rezultāti .....	61
3.6. Skolotāju un skolēnu viedoklis par prototipu.....	64
3.7. Ieteikumi darbam ar digitāliem spēliskošanas elementu papildinātiem mācību materiāliem skolēnu izpratnes veicināšanai par ģeometriskajiem ķermeņiem 8.-9. klasē...	68
Nobeigums.....	70
Izmantotā literatūra.....	72
Pielikumi.....	81
1. pielikums. Lietotņu izvērtējuma kritēriji .....	81
2. pielikums. 10 atbilstošāko lietotņu izvērtējums .....	84
3. pielikums. Skolotāju daļēji strukturēto interviju jautājumi.....	86

4.	pielikums. Skolotāju daļēji strukturēto interviju transkripcijas .....	87
5.	pielikums. Anketa skolēniem pirms prototipa izmantošanas.....	90
6.	pielikums. Anketa skolēniem pēc prototipa izmantošanas .....	92
7.	pielikums. Prototipa izstrādes 1. un 2. skice .....	94

# SAĪSINĀJUMU SARAKSTS UN SVARĪGĀKO TERMINU SKAIDROJUMS

## Saīsinājumu saraksts:

- VISC – valsts izglītības saturs centrs
- UNESCO – Apvienoto Nāciju izglītības, zinātnes un kultūras organizācija
- PISA – ir Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācijas (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) Starptautiskā skolēnu novērtēšanas programma.
- OECD – Ekonomiskās Sadarbības un Attīstības organizācija

## Svarīgāko terminu skaidrojumi:

- Lietotne – tā ir programmatūra, ko lietotājs izmanto savā viedierīcē, lai piekļūtu konkrētam saturam. Lietotnes parasti tiek apzīmētas ar ikonu palīdzību, uz kurām uzspiežot lietotājs atver lietotni un var mijiedarboties ar to.
- Telpisks ģeometriskais ķermenis – tāds ģeometriskais ķermenis, kurš atrodas trīs plaknēs. Tiem iespējams noteikt gan platumu, gan augstumu, gan garumu. Telpiskie ģeometriskie ķermeņi ir lode, piramīda, kubs un citi.
- Ģeometriskā ķermeņa tilpums – ir ģeometriskā ķermeņa apjoms visās 3 plaknēs, tas, cik daudz viela nepieciešama, lai izgatavotu konkrēto ģeometrisko ķermeni vai cik daudz tajā kādu vielu varētu iepildīt.
- Ģeometriskā ķermeņa laukums – ir ģeometriskā ķermeņa apmēri vienā plaknē. Laukumus ir atbilstošs ģeometriskā ķermeņa izklājumam, tas, cik daudz materiāls būtu nepieciešams, lai izveidotu ģeometriskā ķermeņa karkasu.
- Ģeometriskā ķermeņa izklājums – ir ģeometriskā ķermeņa izvietošana vienā plaknē, kā savā veidā atverot ģeometrisko ķermeni. Ģeometriskā ķermeņa izklājumā visas detaļas ir savstarpēji savienotas. Vienu ģeometrisko ķermeni var attēlot ar dažādiem izklājumiem.
- Prototips – idejas vizuāls paraugs, kurš atspoguļo galveno ideju un funkcionalitāti. Tas var būt gan ar interaktivitāti, gan bez tās, kā arī prototipi var būt dažādas detalizētības pakāpes.

## IEVADS

Mainoties izglītības standartam aktuālāka kļūst “mācīšanās iedziļinoties – process, kura laikā skolēns attīsta spēju vispārināt, pārnest jaunās zināšanas un prasmes uz nezināmām situācijām (arī reālās dzīves situācijām), priekšplānā mācīšanās izvirzot procesus, ar kuru palīdzību mēs iegūstam zināšanas (kā mēs zinām?), ne tikai uzkrātu noteiktu satura apjomu (ko mēs zinām?)” (Skola 2030, 2019).

To apliecina arī UNESCO 2050 izglītībai viens no izvirzītajiem mērķiem. Tas definē, ka ir jāatsakās no aizspriedumiem un šķelšanās vērtēšanas sistēmā, taču tajā pašā laikā vērtēšanai ir jāveicina jēgpilna skolēnu izaugsme un mācīšanās visiem skolēniem. Ir jāpalīdz skolēniem piekļūt zināšanām un tās apgūt, vienlaikus attīstot arī skolēnu prasmes, tās kritizēt un pielietot ārpus mācību stundām (UNESCO, 2021).

Aktuālajos izglītības politikas dokumentos tiek aktualizēts tas, ka skolēniem šobrīd trūkst prasmju, kā iegūtās zināšanas skolā pielietot ārpus tās, jo tās tiek apgūtas bez konteksta un izpratnes. It īpaši ar šo problēmu skolēni saskaras matemātikas kontekstā, tāpēc aplūkosim skolēnu sniegumu matemātikā.

Ja aplūkojam to, kā skolēniem sokas tieši ar matemātikas sniegumu, tad PISA pētījumu dati 15 gadus veciem skolēniem liecina, ka vidēji matemātikas sniegums PISA pētījumu valstīs krītas. Taču Latvijas dati pēdējā veiktajā pētījumā ir ievērojami uzlabojušies un jau pārsniedz PISA valstu vidējo rezultātu. Taču, vēljojojām ir redzama liela atšķirība ar valstīm, kurās tiek uzrādīti augstākie rezultāti. Respektīvi, Latvijas rezultāti vēljojojām salīdzinoši ir ievērojami zemāki (OECD, 2022).

Lai saprastu, kāpēc Latvijas skolēni neuzrāda augstākus snieģumus, ir jāaplūko – kā Latvijas skolēniem veicas matemātikas centralizētajā eksāmenā. Pēc VISC atrodamās centralizēto eksāmenu rezultātu statistikas ir redzams, ka, beidzot 9. klasi, skolēni vidēji ieguva 60 %, taču, aplūkojot jau 12. klases matemātikas centralizētā eksāmena rezultātu, šis rezultāts vidēji ir tikai 36 % (VISC b., 2021). Lai labāk izprastu, kāpēc šis vidējais snieģums matemātikas eksāmenā ir tik ļoti pazeminājies, ir jāsaprot, no kādiem uzdevumiem sastāv matemātikas centralizētais eksāmens 12. klasē. 12. klasē skolēniem ir jāpilda 3 eksāmena daļas un katra daļa atšķiras ar zināšanu un prasmju līmeni, kas tajās tiek pārbaudīts. 1. daļā skolēniem tiek pārbaudītas zināšanas un pamatprasmes, kur skolēni vidēji uzrāda 48%. 2. daļā tiek pārbaudīts šo zināšanu pielietojums standartsituācijās ar kādām skolēni parasti saskaras mācību stundās. Šo uzdevumu izpilde vidēji ir 33 %. Savukārt, eksāmena 3. daļā tiek pārbaudīts skolēnu zināšanu lietoģums nestandarta situācijās, kā arī uzdevumi, kuros skolēniem jāpaskaidro

matemātiskie procesi. Šeit var redzēt, ka tā arī ir lielākā problēma, jo skolēni 3. daļā ir vidēji ieguvuši tikai 16% (VISC b., 2021).

Respektīvi, skolēnu sasniegumi krītas brīdī, kad viņiem ir jāsaprot kā pielietot savas iegūtās zināšanas un prasmes, nevis tās vienkārši reproducēt. Skolēni spēj iegūtās zināšanas mehāniski pielietot situācijās, ar kurām jau ir iepriekš saskārušies. Tas sasaucas arī ar UNESCO 2050 mērķos pausto, ka skolēniem ir jāpalīdz apgūt kā zināšanas pielietot un saprast to jēgpilnumu, saredzēt, kur tās būs nepieciešamas arī ārpus matemātikas stundām.

Šobrīd šo problēmu ir paredzēts risināt ar mācību standarta maiņu Latvijā un kompetenču pieejas iekļaušanu izglītības sistēmā (Skola 2030, 2018). Skolēniem, mācoties katru mācību priekšmetu atsevišķi no pārējiem, ir grūtības saredzēt šīs kopsakarības, kur apgūtais matemātikā vēl varētu noderēt. Ar kompetenču pieejas modeli šis tiks risināts, veidojot integrētās mācību stundas, savienojot dažādu mācību jomu saturu. Kā arī, līdz ar mācību standarta maiņu uzsvars vairs netiek likts uz konkrētu formulu iegaumēšanu un faktu atcerēšanos, bet gan tiek domāts par to, lai skolēni šīs lietas izzinātu, nevis iemācītos kā faktus. Taču līdz šim, kā liecina centralizēto eksāmenu rezultāti, īpaši matemātikas kontekstā tas notiek nepietiekami veiksmīgi (VISC b., 2021).

Lai skolēni aktīvi iesaistītos mācību procesā un lietu izzināšanā nepietiek vien ar mācību standarta maiņu. Ir jāatrod veids, kā mācību procesu padarīt skolēniem saistošu un veicināt motivāciju tajā iesaistīties. Kā viens no veiksmīgiem veidiem mācību motivācijas veicināšanai ir spēliskošanas elementu integrēšana mācību procesā. Skolēnu vajadzībām un mācību mērķim atbilstoši atlasītu spēliskošanas elementu izmantošana mācību procesā ir skolēnus spēcīgi motivējošs elements, jo tā veicina gan skolēnu ārējo motivāciju, gan arī iekšējās motivācijas pastiprināšanos (*Hallifax et al, 2020*).

Spēliskošanas elementu iekļaušana mācību procesā sasaucas ar mācību standarta maiņas aktualizēto izglītības digitalizācijas jautājumu. Pilnveidotais izglītības standarts nosaka, ka digitālā prasība skolēniem ir jāveicina visās mācību stundās, nevis kā iepriekš - tikai informātikas stundas (Skola 2030, 2021). Viens no veidiem, kā veicināt skolēnu digitālās prasības attīstīšanos ir digitālu mācību materiālu izmantošana. Tiem jābūt ar interaktivitāti, lai skolēni ar tiem varētu darboties. Veidojot digitālus mācību materiālus, tajos var integrēt spēliskošanas elementus, kas padarīs digitālo mācību materiālus skolēniem saistošāku.

Pētījums tiek balstīts uz konstruktīvisma principiem pedagogijā (*Brown, 2014*). Konstruktīvisma principos balstīta zināšanu konstruēšana palīdz skolēniem lietas izprast, veidojot jaunās zināšanas uz esošajām. Respektīvi, visas zināšanas tiek apgūtas, sākot no pamatiem, no vispārīgākā pārejot uz smalkākām detaļām. Konstruktīvisma pieejai raksturīgi ļaut skolēniem pašiem izzināt lietas atbilstoši sagatavotos apstākļos, respektīvi, skolotāja

sagatavo uzdevumus, ar kuru palīdzību skolēni atklās zināšanas. Skolotājs konstruktīvismā ir mācību procesa virzošā persona un skolēnu atbalsts, taču centrālais mācību procesa dalībnieks ir skolēns.

Maģistra darbs sastāv no divām daļām – teorētiskās daļas un empīriskās daļas, darba teorētiskā daļa ir sadalīta 2 daļās. Pirmajā tiek aplūkots konstruktīvisms un zināšanu konstruēšana ģeometrijā. Savukārt, otrajā daļā tiek aplūkota spēliskošana un spēliskošanas risinājumu motivējošais aspekts, lai veicinātu skolēnu mācību motivāciju, kā arī tiek aplūkots, kā spēliskošanas elementus dažādos pētījumos izmanto ģeometrijas apguvei. Empīriskajā daļā tiek analizēts, kā no matemātikas mācību priekšmeta standarta skatupunkta ir mainījies ģeometrisko ķermeņu apguves process, mainoties mācību standartam Latvijā. Pēc izstrādātiem kritērijiem tiek analizētas šobrīd pieejamās lietotnes, kuras varētu palīdzēt skolēniem apgūt un izprast telpisko ģeometrisko ķermeņu laukuma un tilpuma aprēķināšanu. Kā arī ir aprakstīts lietotnes prototipa izstrādes process un lietotnes prototipa aprobācijas rezultāti.

#### **Pētījuma izstrāde noritēja 4 posmos:**

- teorētiskās daļas izstrāde – 10.10.2021.- 12.03.2022.;
- esošo lietotņu izvērtēšana pēc kritērijiem, to izstrāde, un secinājumu izdarīšana par to, ko nepieciešams iekļaut lietotnes prototipā – 15.12.2021.- 23.01.2022.;
- spēliskošanas elementu papildinātas lietotnes telpisko ģeometrisko ķermeņu tilpuma un laukuma aprēķināšanas izpratnes veicināšanai prototipa izveide un aprobācija – 1.03.2022.- 29.04.2022.;
- iegūto rezultātu apkopošana un izvērtēšana, secinājumu izdarīšana. 30.04.2022.- 14.05.2022.

#### **Pētījuma ierobežojumi:**

- *Google play* veikalā pieejamās lietotnes tika analizētas no pedagoga viedokļa, kurš ikdienā skolā nepasniedz matemātiku, veicot detalizētāku lietotņu izpēti būtu vēlams lietotnes izanalizēt no pieredzējuša matemātikas skolotāja skatupunkta kā arī no skolēnu skatupunkta, jo skolēni ir lietotņu tiešie lietotāji;
- tika izstrādāts lietotnes prototips programma *Genially*, nevis patstāvīga lietotne, kas var iespaidot skolēnu viedokli par to;
- covid 19 pandēmijas epidemioloģisko ierobežojumu dēļ bija iespējams prototipu testēt tikai vienā izglītības iestādē 3 klasēs.

**Pētījuma problēma:** skolēnu ierobežotās iespējas izmantot matemātikas zināšanas un prasmes nestandarta situācijās. To pierāda zemie matemātikas eksāmena rezultāti Latvijā, īpaši, izpratnes daļā. Viens no iemesliem tam ir tas, ka skolēni ģeometrijas formulas izmanto automātiski, tas ir bez izpratnes par to, kāpēc formula ir tāda, kas traucē skolēniem veidot

jēgpilnas zināšanas jomā. Šo zināšanu jēgpilnuma veidošanos var veicināt spēliskošanas risinājumu izmantošana. Jo, izmantojot spēliskošanas risinājumus, mācību saturs tiek sasaistīts ar pieredzi un veicina skolēnu izziņas interesi un mācību motivācijas palielināšanos.

**Pētījuma priekšmets:** skolēnu zināšanu konstruēšanas process par telpiskajiem ģeometriskajiem ķermeņiem.

**Pētījuma objekts:** spēliskošanas elementu izmantošana mācību procesā ģeometrijā 8.-9. klasē.

**Pētījuma mērķis:** izpētīt kā digitāli risinājumi ar spēliskošanas elementiem veicina skolēnu zināšanu konstruēšanu par tilpuma formulām ģeometrijā 8.- 9. klasē.

#### **Pētījuma jautājumi:**

1. Kā uzlabot skolēnu zināšanu konstruēšanas procesu par telpiskajiem ģeometriskajiem ķermeņiem 8.-9. klasē?
2. Ar kādu spēliskošanas elementu palīdzību var veicināt skolēnu izpratnes veidošanos par tilpuma formulām?

#### **Pētījuma uzdevumi:**

1. Analizēt teorētisko literatūru par zināšanu konstruēšanu ģeometrijā.
2. Analizēt teorētisko literatūru par spēliskošanas elementu izmantošanu kā mācīšanās motivācijas veicinātāju un tās pielietojumu ģeometrijas apgūvē.
3. Izpētīt mācību standartos telpisko ģeometrisko ķermeņu apgūves pieeju.
4. Izanalizēt esošās lietotnes ģeometrijas apgūves veicināšanai.
5. Izveidot un aprobēt ar spēliskošanas elementiem papildinātu ģeometrisku ķermeņu apgūves lietotnes prototipu.
6. Apkopot un izvērtēt aprobācijas rezultātus.
7. Anketēt skolēnus, intervēt skolotājus un izvērtēt rezultātus.
8. Izveidot ieteikumus skolotājiem darbā ar digitālām, spēliskošanas elementu papildinātām lietotnēm.

#### **Darba izstrādē izmantotās pētījuma metodes:**

- Teorētiskās pētījuma metodes:
  - zinātniskās literatūras analīze;
  - izglītības normatīvo dokumentu analīze.
- Empīriskās pētījuma metodes:
  - ģeometrijas apgūves lietotņu izvērtēšanas kritēriju izstrāde un lietotņu izvērtējums;
  - eksperimentāls lietotnes izmēģinājums;
  - pedagoģiskais novērojums;

- skolēnu anketēšana;
- skolotāju daļēji strukturētā intervēšana;
- iegūto datu aprakstošās statistikas analīze.

**Pētījuma bāze:**

- 85 literatūras vienības;
- 251 lietotne, ko atrod pēc atslēgas vārdiem “*volume geometry*”;
- 10 lietotnes padziļinātai izpētei;
- Valmieras novada x pamatskolas 9. klase un divas 8. klases, 2 šo klašu matemātikas skolotāji un 1 neatkarīga matemātikas skolotāja.

# 1. ZINĀŠANU KONSTRUĒŠANAS ĢEOMETRIJĀ TEORĒTISKIE PAMATI

Lai labāk izprastu kā palīdzēt skolēniem zināšanu apguves procesā, ir nepieciešams izprast, to uz kādiem principiem balstās zināšanu konstruēšana. Tāpēc šajā nodaļā tiks aplūkoti konstruktīvisma principi zināšanu konstruēšanai. Analizētas mācību darba organizācijas formas un metodes paraugoties uz tām no zināšanu konstruēšanas perspektīvas. Kā arī tiks aplūkots, zināšanu konstruēšanas, process tieši apgūstot ģeometriju, kādas svarīgākās lietas jāņem vērā domājot par veidiem kā skolēniem palīdzēt virzīties ģeometrijas apguves procesā.

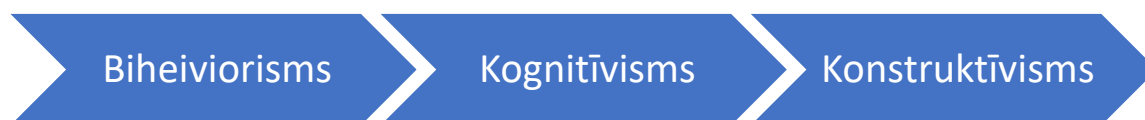
Šīs nodaļas rakstīšanas mērķis ir izprast zināšanu konstruēšanas principus ģeometrijā, lai pēcāk balstoties tajos varētu izstrādāt lietotnes prototipu un izprastu to kā palīdzēt skolēniem veidot jēgpilnas zināšanas ģeometrijā.

## 1.1. Konstruktīvisma pieeja zināšanu veidošanā

Šajā apakšnodaļā tiks aplūkoti konstruktīvisma principi zināšanu veidošanas procesā, konstruktīvisma filozofijas ienākšana pedagogijā. Tiks analizēts tas, kā, ienākot konstruktīvisma principiem pedagogijā, mainās skolēna un skolotāja loma mācību stundas laikā, kā arī analizēta skolēnu savstarpējās sadarbības nozīme. Meklētas atbildes uz jautājumu par to, kā noris skolēnu zināšanu konstruēšanas process un kā skolēniem palīdzēt tajā virzīties, lai iegūtos secinājumus pēcāk varētu izmantot, veidojot lietotnes prototipu.

Konstruktīvisma aizsākumi ir meklējami jau biheiviorisma mācīšanās filozofijā, jo 20. gs. 50. gadu beigās attīstījās kognitīvisms kā pretēja pozīcija biheiviorismam, kas balstījās uz pamanāmu vai pārmērīgu cilvēka uzvedību kā noteicošo mācīšanās faktoru (*Mittal et al., 2019*).

Konstruktīvisms bieži tiek uzskatīts par kognitīvisma paveidu, un šajos gadījumos cilvēka prātā izveidotās konstrukcijas tiek pielīdzinātas atziņām, ko cilvēks veic mijiedarbībā ar apkārtējo vidi. Taču cilvēka prāta izveidotās interpretācijas jeb konstrukcijas ir padziļinātāks process, jo to veidošanās procesā ir svarīga iepriekšējā pieredze (*Raskin, 2008*). Konstruktīvisma veidošanās ceļš redzams 1.1. attēlā.



### 1.1.att Konstruktīvisma mācīšanas un mācīšanās filozofijas attīstīšanās ceļš

1.1. attēlā uzskatāmi ir parādīts tas, ka konstruktīvisma aizsākumi ir meklējami kognitīvismā. Savukārt, kognitīvisma aizsākumi ir meklējam biheiviorismā. No tā izriet tas, ka

konstruktīvisma galvenie principi ir veidojušies, pārveidojoties šo mācīšanās teoriju principiem, - daļu no tiem pārņemot, bet daļu izmainot.

Pāreju mācīšanās filozofijā no biheiviorisma uz konstruktīvismu raksturo pārmaiņas tajā, kam tiek pievērsta lielāka uzmanība. Beheiviorismā uzsvars bija uz ārējās vides ietekmi, savukārt, konstruktīvismā uzsvars ir uz skolēna iekšējo domāšanas veidu. Ja biheivioristiem skolēnu iekšējais domāšanas veids neinteresēja, tad kognitīvistu jau interesēja par iekšējiem domāšanas procesiem, lai saprastu, kā tiek uztverta ārējā realitāte. Turpretī, konstruktīvistiem tieši iekšējie domāšanas procesi ir pats svarīgākais, tie veido visu cilvēka izpratni par ārējo realitāti (*Cooper, 1993*).

Analizējot P.A. Kūpera (*P.A. Cooper*) paustās domas atklājas, ka galvenā iezīme attīstoties konstruktīvismam, ir pastiprinātas uzmanības pievēršana veidam, kādā zināšanas tiek apgūtas. Svarīgi, lai zināšanu apguves procesa laikā tiktu veicināti iekšējie domāšanas procesi, nevis zināšanas, automātiski iegaumētas. Tā pat parādās uzskats, ka apkārtējo vidi katrs var uztvert atšķirīgi, jo veids, kā tā tiek uztverta, ir atkarīgs no indivīda iekšējiem domāšanas procesiem.

Jēdzienam konstruktīvisms nav viena konkrēta definīcija, katrs autors to raksturo mazliet savādāk, taču visās definīcijās ir vienojoši elementi.

Nitija Mitāla (*Niti Mittal*), Monika Šodharija (*Monica Chaudhary*) un Širina Alavi (*Shirin Alavi*) uzskata, ka konstruktīvisms ir veidojies, saplūstot kognitīvisma principiem un mācīšanās sociālajiem aspektiem. Viņuprāt, konstruktīvistu uzsvēr sarunu nozīmīgumu mācību procesā, neskatoties uz zināmo par to, kā darbojas cilvēka prāts, vai kā cilvēks apstrādā informāciju (*Mittal et al., 2019*).

Konstruktīvisms ir mācīšanās teorija, kuras pamatā ir princips, ka zināšanas tiek, aktīvi konstruētas, atklājot, nevis tiek iegaumēti konkrēti fakti. Nozīmes tiek uztvertas kā neatdalāmas no paša cilvēka interpretācijas, jeb šī mācīšanās teorija koncentrējas uz to, kā prāts veido zināšanas nevis uz indivīda mijiedarbību ar vidi (*Mamakou, 2009*).

Analizējot autoru izstrādātās konstruktīvisma definīcijas un, apkopojot tās, tika nonākts pie vienotas konstruktīvisma definīcijas. Konstruktīvisms ir tāda mācīšanās un mācīšanās paradigma, kuras centrā ir skolēns un viņa vajadzības, respektīvi, tiek likts akcents uz katru skolēnu individuālo zināšanu veidošanās procesu, skolotājs šajā mācīšanās pieejā domā par to, kā palīdzēt skolēnam zināšanas izprast un apgūt, nevis par to, kur skolēns šīs zināšanas varētu atrast un iegaumēt.

Konstruktīvisma aizsācējs Džons Džūijs (*John Dewey*) kā konstruktīvisma pamatprincipu min to, ka lietas nenotiek vakuumā, tās visas notiek mijiedarbībā ar ārējo vidi un indivīdiem,

kā rezultātā tās balstās kāda pieredzē. Kā arī liela daļa darbību ir atkarīga no iepriekšējo cilvēku darbībām un pieredzes (*Dewey, 1938*).

Konstruktīvisma pamatprincipi ir mācīšanās no praktiskām darbībām vai gūtās pieredzes. Kā arī tas, ka zināšanas tiek konstruētas jau uz esošo zināšanu bāzes (*Gupta & Kumar, 2017*).

Galvenais pamatprincips ir jaunu zināšanu balstīšana iepriekšējā pieredzē, jeb, respektīvi, visas jaunās zināšanas ir jābalsta uz skolēnu jau esošajām zināšanām. Nozīmīgi ir tas, lai jaunās zināšanas tiktu iegūtas praktisko darbību ceļā, jo tādējādi šīs darbības nonāk skolēnu pieredzē un veiksmīgāk veidojas jaunas zināšanas balstītas uz jau esošajām zināšanām.

Līdz ar konstruktīvisma ienākšanu pedagogijā mainījās arī mācību dizains. Mācību procesa sākumā skolotājs vispirms izzin skolēnos dotajā brīdī esošās koncepcijas, virzot procesā, uzsvars tiek likts uz zināšanu konstruēšanu, nevis spēju reproducēt faktu virknes (*Rajendra Kumar, 2019*).

Savukārt, Lorēns Brauns (*Loren Brown*) akcentē, ka konstruktīvismā balstītas mācību pieejas ienākšana veicināja skolēnu centrētas mācības. Līdz ar šīs pieejas aktualizēšanos izglītībā skolēniem tiek dota iespēja pašiem izvēlēties savus mācību mērķus, konstruēt ceļu uz tiem, kā arī risināt dažādas mācību problēmas sadarbojoties ar citiem skolēniem un skolotājiem (*Brown, 2014*).

Turpretī, pastāv arī uzskats, ka konstruktīvisms palīdz neefektīvu mācību procesu, kurā zināšanas tika nodotas un uzņemtas pārvērst par veiksmīgu skolēnu un skolotāju zināšanu konstruēšanu (*Gil-Perez et al., 2002*).

Analizējot autoru domas par to, kā mainījies mācību process skolotājiem sākot strādāt, izmantojot konstruktīvisma principus, var pamanīt, ka ir mainījies veids, kā noris mācības skolā. Vairs netiek likts akcents uz faktu iegaumēšanu, bet gan uz lietu izprašanu. Zināšanas nevar tā vienkārši skolotājs nodot saviem skolēniem, skolēniem pašiem šīs zināšanas ir jāiegūst, lietas izprotot. Katra skolēna ceļš, lai iegūtu zināšanas, ir atšķirīgs, jo jaunu zināšanu ieguvei svarīgas ir skolēna iepriekšējās zināšanas un skolēna iepriekšējā pieredze šajā jomā. Jaunu zināšanu apguve pēc konstruktīvisma principiem balstās esošajās zināšanās. Šis konstruktīvisma princips tiks izmantots arī pētījuma empīriskajā daļā, sniedzot skolēniem iespēju izprast ģeometrijas formulu veidošanās procesu.

Arī skolotāja loma, strādājot pēc konstruktīvisma, principiem mainās. Par galveno skolotāja uzdevumu kļūst virzīt un vadīt skolēnus viņu individuālajā zināšanu apguves procesā (*Syahrial et al 2020*).

Skolotājam vadot skolēnus mācīšanās procesa laikā un atbalstot viņus, jāļauj arī skolēnam pašam atklāt sev piemērotu mācīšanās stilu, novērtēt to, kā viņam veicas ar zināšanu apguvi un mācību progresu (*Brown, 2014*).

Taču tajā pašā laikā tas nenozīmē, ka skolotājs, kurš strādā, balstoties uz konstruktīvisma principiem, stundas laikā tikai atbild uz skolēnu jautājumiem un liek mācību saturu viņiem apgūt pašu spēkiem. Skolotāja uzdevums vēl joprojām ir atlasīt atbilstošu informāciju un mācību materiālus un ja nepieciešams tos pielāgot, tā, lai tie būtu atbilstoši skolēnu tā brīža izpratnei (*Rajendra Kumar, 2019*).

Skolotājs vairs nav mācību centrālā persona, taču vairāk pievērš uzmanību, kā motivēt skolēnus un atbalstīt viņu mācību procesu. To dara izvēloties atbilstošus mācību materiālus, lai skolēni veiksmīgi varētu sasniegt viņu izvirzītos mācību mērķus. Skolotājs vairs nav informācijas sniedzējs, taču viņa uzdevums ir novērot, kā skolēniem veicas ar mācību satura apguvi, analizēt, kāds ir viņu progress, un palīdzēt, ja skolēni nonāk kādās problēmās mācību satura izprašanas laikā (*Nugroho & Wulandari, 2017*).

Lai gan skolotājs vairs nav mācību procesa galvenā persona, kura visaktīvāk darbojas mācību stundas laikā. Viņš joprojām mācību stundas laikā ir aktīvs, tikai darbības, ko viņš veic vairs, nav uzreiz tik labi pamanāmas. Varētu šķist, ka skolotājs stundas laikā sēž un neko nedara, bet patiesībā šajā laikā viņš veic aktīvu skolēnu novērošanas un analizēšanas darbu. Tas nepieciešams, lai izprastu, kā veiksmīgāk palīdzēt skolēniem apgūt zināšanas un izprastu viņiem piemērotās mācību metodes. Lai arī skolotājs ļauj skolēniem pašiem izvirzīt savus mācību mērķus un analizēt savu mācību progresu, to vēl joprojām dara arī skolotājs. To darot, skolotājs seko līdz tam, lai tiktu apgūts nepieciešamais mācību materiāls un nepieciešamības gadījumā palīdz skolēniem pārvarēt grūtības un novirzīt skolēnus uz pareizā ceļa tā apgūvē. Šī skolotāja lomas maiņa būs labi pamanāma arī veiktajā pētījumā, jo skolēniem tiks piedāvāts individuāli pildāms digitāls materiāls, taču skolotājas uzdevums būs palīdzēt skolēniem, ja rodas nepieciešamība un analizēt skolēnu rezultātus, pētīt to, kur skolēni kļūdījušies un analizēt kāpēc tas tā ir noticis.

Kā viens no izaicinājumiem ar ko saskaras skolotāji, kuri mācību darbu organizē balstoties konstruktīvismā ir atrast balansu starp to, cik daudz padomus dot skolēniem un cik daudz viņus virzīt pa zināšanu apguves ceļu un, kad labāk nogaidīt un ļaut skolēniem pašiem nonākt pie saviem secinājumiem (*Zlata & Vorkapic, 2020*).

Taču citi konstruktīvisma pieejas piekritēji uzskata, ka skolotājiem nekad nevajadzētu skolēniem neko teikt priekšā un ir jāļauj tiem izveidot zināšanas pašiem (*Rajendra Kumar, 2019*).

Var piekrist apgalvojumam, ka skolotājiem ir jāatrod balanss starp to, cik daudz vadīt skolēnus zināšanu apguves procesā un kad labāk atkāpties un ļaut skolēniem darboties pašiem. Skolēniem zināšanas ir jāapgūst pašiem, taču, ja skolotājs vispār neiesaistīsies, skolēni var saskarties ar kādām problēmām mācību procesā un apstāties tā arī, nenonākot pie jaunām

zināšanām. Taču, arī, ja skolotājs skolēniem teiks priekšā pārāk daudz un pie jautājuma pēc palīdzības uzreiz pateiks pareizo atbildi, tas var radīt situāciju, kad skolēns necenšas pats izzināt lietas, bet gan nogaida, līdz skolotāja viņam atbildi pateiks priekšā.

Ienākot konstruktīvismam izglītībā, mainās ne tikai skolotāja, bet arī skolēna loma mācību procesā.

Klase vai mācību norises vieta vairs nav vieta, kur skolotājs sniedz savas zināšanas pasīviem skolēniem, kuri tikai klausās skolotāja stāstījumā un gaida, kad tas viņiem sniegs visas zināšanas un pateiks, kas viņiem ir jādara. Konstruktīvisma pieejā no skolēniem tiek sagaidīts, ka viņi būs aktīvi mācību procesa dalībnieki (*Bada, 2015*).

Skolēns no pasīva mācību procesa dalībnieka, kurš klausās skolotāja stāstījumā, kļūst par aktīvu mācību procesa dalībnieku, kuram ir pašam savas mācīšanās pieredzes un pieejas (*Rajendra Kumar, 2019; Thompson, 2015*).

Skolēniem arī tiek sniegta iespēja reālās vides kontekstā meklēt dažādu mācību priekšmetu nozīmi, respektīvi saprast to, kāpēc katrs no mācību priekšmetiem viņiem ir jāapgūst (*Nugroho & Wulandari, 2017*).

Kā arī, līdz ar konstruktīvisma pieejas izmantošanu mācību norisē skolēniem pašiem ir, jāuzņemas atbildība par saviem mācību rezultātiem un mācību procesu (*Brown, 2014*).

Konstruktīvisma pieejā skolēnam ir daudz lielāka aktīvā loma mācību procesā, bet līdz ar to nāk arī lielāka atbildība par saviem mācību sasniegumiem un to, kā notiks mācību process. Skolēni vairs neklausās vienotā skolotājas stāstījumā, bet gan caur dažādām aktīvām nodarbēm izzin lietas, tādējādi iegūstot zināšanas. Šī praktiskā zināšanu apguve caur dažādām ikdienas nodarbēm palīdz skolēniem labāk saprast, kāpēc viņiem tas vispār ir jāapgūst un kur dzīvē viņiem tas būs noderīgi, veidojot jēgpilnu zināšanu apguvi sasaistē ar reālo dzīvi.

Darbojoties aktīvā mācību satura izzināšanas procesā, ir svarīgi skolēniem nodrošināt iespēju arī sadarboties ar citiem skolēniem.

Konstruktīvisma pieejā balstītā mācību modelī skolēniem ir jāapgūst problēmu risināšana, sadarbība ar citiem skolēniem, kā arī spēja pašam organizēt savu mācību darbu (*Thompson, 2015*).

Tā ir skolēncentrēta mācību vide, kurā ir svarīgi, lai skolēni sadarbotos ar citiem skolēniem, izvirzītu savus mērķus, attīstītu savu mācīšanās stilu, kā arī cieņpilni izturētos pret citiem skolēniem un sabiedrības locekļiem (*Brown, 2014*).

Skolēniem mācību procesa laikā ir svarīgi ne tikai apgūt mācību saturu, bet arī iemācīties to, kā sadarboties ar citiem skolēniem. To, ka pret citu skolēnu viedokli ir jāizturas cieņpilni un jārespektē arī citu viedoklis.

Klasē neatkarīgi no tā kādu mācību pieeju skolotājs izmanto, lai vadītu mācību procesu sastopas skolēni ar ļoti dažādu iepriekšējo pieredzi un arī to, kāda mācību pieeja katram ir atbilstošākā (*Brown, 2014*).

Tas saskan ar konstruktīvistu uzskatu, ka neviens skolēns nav kā “tukšs trauciņš, kurā var ielikt zināšanas”, bet gan katram ir atšķirīga pagātnes pieredze, kā arī ir atšķirīga kultūra, viņam apkārt. Šie faktori ir jāņem vērā jaunu zināšanu konstruēšanā (*Rajendra Kumar, 2019*).

Tāpēc konstruktīvisti uzskata, ka mācīšanās un mācīšanas process balstās mentālo konstrukciju veidošanā, jeb skolēni mācās jaunās zināšanas, sasaistot ar to, ko viņi ir zinājuši jau iepriekš. Tāpēc uzskata, ka zināšanu apguves procesā liela nozīme ir arī skolēnu attieksmei pret mācībām un tam vai skolēns ir ieinteresēts šajā procesā (*Bada, 2015*).

Svarīgi ir, lai skolēni spētu saskatīt to, kur nākotnē viņi varēs pielietot jaunapgūtās zināšanas, jo tad šīs zināšanas viņiem dos kādu nozīmi un jaunu pieredzi. Šis parāda arī to, ka zināšanām ir mainīgs raksturs, ka apgūstot jaunas zināšanas domas par iepriekšējām var mainīties un veidoties jauni uzskati (*Shively, 2015*).

Analizējot autoru domas, var piekrist tam, ka ikvienam skolēnam ir viņa iepriekšējā pieredze un zināšanas, ko nedrīkst ignorēt, jo jaunu zināšanu apguve balstās uz jau esošajām zināšanām. No tā izriet tas, ka katram skolēnam zināšanu apguves process būs individuāls, jo arī viņu jau esošā zināšanu bāze ir individuāla un atšķirīga. Kā arī jaunapgūtās zināšanas var ietekmēt, jau iepriekš apgūto un mainīt domas par kādu konkrētu lietu, jo, apgūstot jaunas zināšanas un izpētot to vairāk, skolēns to izprot dziļāk. Tāpēc ir svarīgi nodrošināt iespēju skolēnam darboties ar materiāliem, kuri atbilst viņa pašreizējām zināšanām. Ja skolēnam trūks iepriekšējās zināšanas, uz ko balstīsies jaunapgūstamais mācību saturs viņam, būs grūtības to saprast, jo trūks šis pamats, uz kura būvēt jaunās zināšanas.

Šajā apakšnodaļā tika aplūkots konstruktīvisms, tā rašanās un raksturīgākās iezīmes. Tika analizēts, kā ir mainījusies klases struktūra ienākot tajā konstruktīvisma elementiem un kā līdz ar to ir mainījusies skolotāja un skolēna loma mācību procesā. Tika aplūkota arī sadarbības un skolēnu iepriekšējās pieredzes nozīme mācību procesā, tas, kāpēc ir svarīgi skolēnam ļaut lietas izzināt no viņa šī brīža zināšanu skatupunkta individuālā apguves tempā.

Var secināt, ka konstruktīvismā balstītas mācības palīdz skolēniem zināšanas nevis precīzi atcerēties un reproducēt, bet gan izprast apgūstamā materiāla jēgu un veidot personīgu nozīmi un sasaisti ar pieredzi. Tādējādi jaunapgūtās zināšanas skolēni varēs izmantot ne tikai, atbildot uz tipveida jautājumiem, bet gan pielietot tās ikdienas dzīvē un nestandarta situācijās.

Nākamajā apakšnodaļā tiks aplūkotas 3 mācību darba organizācijas formas un mācību metodes, kuras balstītas uz kombinētās klases un konstruktīvisma principiem zināšanu konstruēšanas perspektīvā.

## 1.2. Mācīšanās zināšanu konstruēšanas perspektīvā

Šajā apakšnodaļa tika aplūkotas 3 mācību darba organizācijas formas un 4 mācību metodes, kuras balstās konstruktīvisma pamatprincipos. Šīs apakšnodaļas mērķis ir izpētīt, kāda mācību darba organizācijas forma un mācību metodes ir piemērotākās, lai veicinātu skolēnu jēgpilnu zināšanu konstruēšanu. Šīs apakšnodaļas laikā tiks nonākts pie secinājuma, kādas mācību darba organizācijas formai tiks veidots lietotnes prototips un kādas mācību darba metodes tam ir jāiekļauj.

Mācību darba organizācija klases vidē var notikt, izmantojot dažādas darba organizācijas formas. Katrai no šīm šīm darba organizācijas formām ir savas stiprās un vājās puses. Lai saprastu, kura no darba organizācijas formām vislabāk atbilst konstruktīvisma pieejai, darba autore veica sistēmisko literatūras analīzi, ko apkopoja grafiskajā organizētajā, ko var aplūkot 1.1. tabulā (Ramadhani, et al, 2019; Marchetti Maia & Furnival, 2021; Bergmann & Sams, 2012; Reidsema et al, 2017; Nuninger & Chatelet, 2020; Garrison & Vaughan, 2008; Schmidt, 2009).

1.1.tabula

Mācību organizācijas formu salīdzinājums

	<b>Tradicionālā klase</b> ( <i>Traditional classroom</i> )	<b>“Apgrīstā” klase</b> ( <i>Flipped classroom</i> )	<b>“Kombinētā” klase</b> ( <i>Bleanded classroom</i> )
<b>Definīcija</b>	Klase, kurā skolotājs skolēnam tieši dod instrukcijas un komunikācija ar skolotāju, un citiem skolēniem notiek tieši ( <i>face to face</i> ).	Hibrīdmācīšanās modelis, kombinācija starp mācībām klasē un interneta vidē. Skolēni interneta vidē apgūst teorētisko materiālu un pēc tam skolā padziļina zināšanas, piedalās praktiskās aktivitātēs un diskusijās.	Mācīšanās modelis, kurā tiek kombinētas asinhronas un sinhronas aktivitātes. Vispirms skolēni apgūst teoriju, tad viņi pielieto zināšanas problēmrisināšanas uzdevumos, mācoties darot un sadarbojoties ar citiem skolēniem. Kā arī šajā metodē tiek integrēti digitāli līdzekļi pašmācībai un mācībām attālināti.

	<b>Tradicionālā klase</b> <i>(Traditional classroom)</i>	<b>“Apgriestā” klase</b> <i>(Flipped classroom)</i>	<b>“Kombinētā” klase</b> <i>(Bleanded classroom)</i>
<b>Kur notiek mācības</b>	Klasē klātienē.	Mājās+ klasē klātienē.	Klasē klātienē + digitālajā vidē.
<b>Skolotāja loma</b>	Vada mācību darbu atrodoties klasē.	Sastāda materiālu, kas skolēniem jāapgūst mājās, vada mācību darbu klasē.	Vada mācību darbu klasē, palīdz skolēniem virzīties izziņas procesā, sagatavo individuāli apgūstamos digitālos materiālus.
<b>Skolēna loma</b>	Klausās skolotājas stāstījumā, izpilda prasītās darbības.	Patstāvīgi apgūst teorētisko materiālu, piedalās skolotājas vadītajās aktivitātēs.	Piedalīties mācību aktivitātēs, individuāli darboties ar digitālajiem materiāliem.
<b>Tehnoloģijas izmantošana</b>	Nav tipiska, bet skolotājs var integrēt.	Pielieto teorētiskās daļas apguvei.	Tiek integrēti digitālie līdzekļi individuālajam darbam.
<b>Izmantotās mācību metodes</b>	Lekcijas metode + metodes pēc skolotāja individuāliem ieskatiem.	Patstāvīgs darbs, diskusija, grupu darbs, aktīvā mācīšanās.	Problēmrisināšanas metode, mācīšanās darot ( <i>learning by doing</i> ), aktīvā mācīšanās izmantojot tehnoloģijas, pašvadīta mācīšanās, grupu darbs.

1.1. tabulā ir redzams 3 mācību darba organizāciju formu salīdzinājums – “tradicionālās klases” jeb klases, kurā tiek izmantota tiešās fiziskās klātbūtnes darba organizācija (*face to face*) principi, “apgriestās klases” (*flipped classroom*) un “kombinētās klases” (*bleanded classroom*) mācību darba organizācijas forma.

Aktīvāka skolēnu patstāvīga zināšanu apguve notiek apgriestās un kombinētās klases mācību darba organizācijas formās. Tradicionālajā klases mācību darba organizācijas modelī vairāk ir raksturīga skolotājas vadīta mācību vide, kur skolēni izpilda skolotājas norādījumus un komunicē tieši atrodoties vienā telpā.

Tradicionālajā mācību formā uzsvars tiek likts tieši uz darbu klases vidē ar nelieliem uzdevumiem, kas skolēniem jāveic mājās, lai nostiprinātu apgūto, bet mācību satura apgūšana noris klasē klātienē. Savukārt, apgriestās klases mācību darba organizācijas formā skolēni tieši

teorētisko materiālu apgūst mājās, pirms par to tiek runāts skolā un tad skolā klātienē noris zināšanu nostiprināšana un padziļināšana. Vienlīdz svarīgs mācību darbs noris gan skolēniem atrodoties mājās, gan skolā klātienē. Ja skolēns nav mājās apguvis teorētisko materiālu, viņš nevar pilnvērtīgi piedalīties mācību stundā klātienē. Savukārt, kombinētās klases mācību darba organizācijas formā tiek kombinēta mācības klases vidē ar mācībām digitālajā vidē, kurā var noritēt gan teorijas apgūšana, gan zināšanu padziļināšana. Tā kā mācību procesā tiek iesaistītas digitālās tehnoloģijas, tās sniedz iespēju skolēniem klasē ne visu laiku mācīties sinhroni. Brīžos, kad tiek izmantotas digitālās tehnoloģijas, skolēni var mācīties katrs sev piemērotā tempā un apgūt padziļinātāk tieši viņam interesējošās tēmas vai tieši pretēji tēmas, kas sagādā grūtības.

Tradicionālajā mācību darba organizācijas formā skolotājs ir aktīvs tieši mācību stundas laikā un vada mācību procesu, skaidro skolēniem teorētisko materiālu. Apgrieztās klases mācību darba organizācijas formā skolotājam ir jāvelta vairāk laika, lai sagatavotu materiālus, no kuriem skolēni apgūs teorētisko materiālu, un jāgatavo praktiskās aktivitātes stundas darbam. Savukārt, stundas laikā skolotājs ne tik aktīvi piedalās mācību procesā, bet gan uzmanīgi novēro skolēnus un analizē viņu darbības, kā arī palīdz, kad rodas nepieciešamība. Kombinētās mācīšanās darba organizācijas formas laikā skolotāji gan gatavo digitālos mācību līdzekļus, kurus skolēni var apgūt patstāvīgi, gan organizē mācību darbu klasē klātienē, gan palīdz skolēniem virzīties zināšanu apguves procesā. Tā kā šajā mācību organizācijas formā skolēni brīžiem darbojas asinhroni, skolotājam ir jāspēj vienlaikus spēt pievērsties skolēniem, kuri atrodas dažādās tēmas apguves stadijās, un palīdzēt tiem, ja rodas grūtības.

Tradicionālajā mācību darba organizācijas formā skolēns paļaujas uz skolotāja viedokli un pilda viņas uzdotos darbus. Apgrieztās klases mācību darba organizācijas formā skolēniem ir lielāka atbildība par mācību procesu, jo viņiem pašiem individuāli jāapgūst teorētiskais materiāls, lai spētu pilnvērtīgi piedalīties mācību stundā. Savukārt, kombinētās klases mācību darba organizācijas formā skolēnu atbildība ir arī par to, cik daudz viņi apgūs un cik daudz laiku mācībām viņi veltīs. Jo skolēniem ir pieejami digitālie mācību līdzekļi, kuros viņi var padziļināt savas zināšanas individuālajā tempā un atbilstoši savam līmenim.

Tradicionālajā mācību darba organizācijas formā tehnoloģijas netiek tieši izmantotas, taču skolotājs tās var integrēt pēc saviem ieskatiem. Tāpat apgrieztās klases mācību modeļi tehnoloģijām nav konkrēta loma. Tās tiek izmantotas skolēnu individuālajai teorētiskās zināšanu daļas apguvei, taču skolotājs var izvēlēties arī nepiedāvāt skolēniem apgūt šīs zināšanas, izmantojot tehnoloģijas. Savukārt, kombinētā mācību darba organizācijas forma paredz tehnoloģiju izmantošanu skolēnu individuālajam darbam, lai skolēni varētu mācību saturu apgūt sev piemērotā tempā un grūtības pakāpē. Tehnoloģiju integrēšana lielā mērā ir

atkarīga no skolotāja, taču kombinētās klases mācību modelī skolotājs nevar izvairīties no tehnoloģiju izmantošanas.

Tradicionālajā mācību darba organizācijas formā raksturīgāk ir izmantot lekcijas metodi apvienojumā ar citām metodēm pēc skolotāja ieskatiem. Apgrieztās klases mācību darba organizācijas formai ir raksturīgs skolēnu patstāvīgais darbs, apgūstot teorētisko materiālu un aktīva skolēnu darbošanās un iesaistīšanās diskusijās, zināšanu nostiprināšanas un padziļināšanas daļā. Savukārt, kombinētās klases mācību darba organizācijas formai raksturīga ir mācīšanās darot (*learning by doing*), aktīva mācīšanās izmantojot tehnoloģijas, problēmrisināšanas metode, kā arī pašvadīta mācīšanās laikā, kad skolēni patstāvīgi savā tempā strādā ar digitālajiem mācību līdzekļiem.

Izanalizējot un salīdzinot visas trīs mācību darba organizācijas formas, var secināt, ka visvairāk konstruktīvisma pieejas principi tiek pielietoti tieši kombinētās klases mācību darba organizācijas formā, kā arī tajā ir vislielākā tehnoloģiju iesaiste. Tāpēc darba autore 1.2. tabulā (*Idawati et al, 2020; Marchetti Maia & Furnival, 2021; Ramadhani & Narpila, 2018; Eteokloeous, 2018; Singh et al, 2018; Canter, 2012; Baek & Kim, 2012; Vrabec & Botosova, 2020; Ivanova, 2021; Allen, 2005; Chew et al, 2010; Zuckerman-Parker, 2008*) analizēs mācību metodes, kuras visbiežāk tiek izmantotas tieši kombinētās klases mācību darba organizācijas formā.

1.2.tabula

**Konstruktīvisma un kombinētās mācīšanās (*blended learning*) principos balstītās mācību metodes**

	<b>Problērisināšanā balstīta mācīšanās (<i>problem based laerning</i>)</b>	<b>Mācīšanās darot (<i>learning by doing</i>)</b>	<b>Aktīva mācīšanās izmantojot tehnoloģijas (<i>activ learning using technologies</i>)</b>	<b>Pašvadīta mācīšanās (<i>self-directed learning</i>)</b>
<b>Definīcija</b>	Metode, kurā skolēni tiek iesaistīti mācību procesā, kura laikā viņiem ir jāatrisina, kāda problēma izmantojot dažādas zināšanas un	Metode, kura tiek iegūtas zināšanas no pieredzes. Šai metodei raksturīga nekā neteikšana skolēniem “priekšā”, bet	Metode, kurā skolēni zināšanas iegūst praktisku darbību ceļā, kuras tiek veiktas ar tehnoloģiju un digitālo mācību līdzekļu palīdzību.	Mācību metode, kurā atbildība par mācību procesu un savu mācību mērķu uzstādīšanu ir pašam skolēnam.

	<b>Problērisināšanā balstīta mācīšanās</b> ( <i>problem based learning</i> )	<b>Mācīšanās darot</b> ( <i>learning by doing</i> )	<b>Aktīva mācīšanās izmantojot tehnoloģijas</b> ( <i>activ learning using technologies</i> )	<b>Pašvadīta mācīšanās</b> ( <i>self-directed learning</i> )
<b>Definīcija</b>	prasmes.	gan virzīšana uz to, lai skolēni paši atklāj zināšanas	Izmantotās tehnoloģijas var būt ļoti dažādas.	Skolēns pats uzstāda savus mērķus un novērtē savu izaugsmi.
<b>Skolēna loma</b>	Skolēns ir procesa centrālais dalībnieks, aktīvi darbojas, lai atrisinātu problēmsituāciju.	Skolēni ir aktīvie mācību procesa dalībnieki, kuri praktisku darbību ceļā nonāk pie zināšanām.	Skolēns aktīvi darbojās ar tehnoloģijām, kurās atrodami izglītojošie materiāli.	Skolēns pats atbildīgs par mācību mērķiem, mācību procesu un sasniegtajiem rezultātiem.
<b>Skolotāja loma</b>	Skolotājs piedāvā problēmsituāciju un ir kā atbalstītājs un virzītājs problēmrisināšanas ceļā.	Skolotājs sagatavo aktivitātes skolēniem un ar jautājumu palīdzību virza viņus uz zināšanu atklāšanu.	Skolotājs sagatavo skolēnam nepieciešamos digitālos mācību līdzekļus un nepieciešamības gadījumā atbalsta skolēnus.	Skolotājs uzrauga skolēnu mācību darbu un nepieciešamības gadījumā sniedz atbalstu un palīdz grūtībās.
<b>Centrālais procesa dalībnieks</b>	Skolēns	Skolēns	Skolēns	Skolēns

	<b>Problērisināšanā balstīta mācīšanās</b> ( <i>problem based learning</i> )	<b>Mācīšanās darot</b> ( <i>learning by doing</i> )	<b>Aktīva mācīšanās izmantojot tehnoloģijas</b> ( <i>activ learning using technologies</i> )	<b>Pašvadīta mācīšanās</b> ( <i>self-directed learning</i> )
<b>Ieguvums skolēniem</b>	Tiek attīstītas problēmrisināšanas spējas, veicina metakognīcijas prasmju attīstību, uzlabo analītiskas prasmes, kritiskās domāšanas attīstība.	Veicina kognitīvo attīstību, veicina skolēnu praktisko dzīves prasmju pilnveidi. Personīgā iesaiste veicina skolēnu pašiniciatīvu.	Veicina skolēnu digitālo prasmju attīstību, patstāvību, kognitīvo attīstību.	Veicina skolēnu patstāvību, spēju uzņemties atbildību. Plānošanas prasmju attīstība, veidojas prasme pārvarēt grūtības.
<b>Kas motivē skolēnus</b>	Vēlme atrisināt problēmsituāciju, sasaiste ar reālo dzīvi.	Iespēja praktiski darboties un izzināt lietas, sasaiste ar reālo dzīvi.	Iespēja izmantot tehnoloģijas mācību procesā, digitālo mācību līdzekļu interaktivitāte.	Iespēja pašiem būt atbildīgiem par savu mācību procesu.
<b>Sasaiste ar reālo dzīvi</b>	Tiek risinātas reālas dzīves imitētas problēmsituācijas.	Praktiska mācīšanās saistot ar skolēnu pašpieredzi, eksperimentālā mācīšanās izzinot lietas un procesus no reālās dzīves.	Mācību procesa laikā skolēni iegūst reālajai dzīvei noderīgas digitālās prasmes.	Pietuvina skolēnu mācību procesu reālajām dzīves norisēm, kad paši plāno savu darbību un arī uzņemas pilnu atbildību par to.

	<b>Problēmrisināšanā balstīta mācīšanās (<i>problem based learning</i>)</b>	<b>Mācīšanās darot (<i>learning by doing</i>)</b>	<b>Aktīva mācīšanās izmantojot tehnoloģijas (<i>activ learning using technologies</i>)</b>	<b>Pašvadīta mācīšanās (<i>self-directed learning</i>)</b>
<b>Kā iegūst zināšanas</b>	Zināšanas tiek iegūtas, veicot atklājumus problēmrisināšanas laikā.	Praktiskās izpētes procesa laikā skolēni izzin lietas tādējādi iegūstot zināšanas.	Darbojoties ar izglītības nolūkiem izmantojamām tehnoloģijām un digitāliem mācību līdzekļiem.	Patstāvīgas mācīšanās ceļā.
<b>Sadarbība ar citiem skolēniem</b>	Problēmrisināšana var tikt organizēta, kā grupu vai pāru darbs.	Eksperimentu veikšana un lietu pētīšana var noritēt, sadarbojoties ar citiem skolēniem.	Iespējama skolēnu sadarbība digitālajā vidē, ja to paredz digitālais mācību līdzeklis un tehnoloģija.	Nav izteikta sadarbība ar citiem skolēniem, taču var vērsties pie citiem skolēniem pēc padoma.

1.2. tabulā ir attēlotas kombinētās klases mācību darba organizācijas formā biežāk pielietotās mācību metodes – problēmrisināšanā balstīta mācīšanās, mācīšanās darot, aktīvā mācīšanās, izmantojot tehnoloģijas un pašvadīta mācīšanās. Šīs mācību metodes ir balstītas konstruktīvisma princīpos.

Izmantojot šīs mācību metodes, svarīga ir skolēnu aktīva iesaistīšanās mācību procesā. Problēmrisināšanas metodes raksturīgākā iezīme ir tas, ka skolēniem tiek dota problēmsituācija un viņiem ir jāizdomā, kā nonākt pie tās atrisinājuma. Šie ceļi līdz atrisinājumam var būt atšķirīgi, tāpat kā paši atrisinājumi. Respektīvi, nav viens konkrēts risinājuma ceļš, bet gan svarīgs skolēns domu gājiens un pamatojums. Arī mācību metodē mācīšanās darot nav viens pareizais risinājuma ceļš, bet gan nozīmīgs ir process un tas, ka skolēns pats nonāk pie zināšanām, nevis viņam kāds pasaka priekšā pareizo atbildi. Šis skolēna paša darbošanās ceļš

sasaucas arī ar mācību metodes, pašvadītā mācīšanās filozofiju, kurai raksturīgs tas, ka skolēns pats vada savu mācību procesu un nosaka savu mācību ceļu, vērtē savu izaugsmi. Turpretī, mācību metodes aktīvā mācīšanās, izmantojot tehnoloģijas, raksturīgākais ir tas, ka skolēni zināšanās iegūst tehnoloģiju izmantošanās laikā, aktīvi mijiedarbojoties ar tām.

Visas šīs mācību metodes ir skolēncentrētas, jo tās ir balstītas uz to, lai skolēns būtu procesa centrālais dalībnieks.

Visās 1.2. tabulā attēlotajās mācību metodēs ir nozīmīgi tas, ka skolēns aktīvi darbojas mācību procesa laikā. Trijās no šīm metodēm ir nozīmīgi, ka skolēns zināšanas apgūst praktisku darbību ceļā, taču pašvadītajā mācīšanās procesā nav tik svarīgi, ka zināšanu apguve notiek caur praktiskām darbībām, kā tas, ka skolēns pats ir atbildīgs par saviem mācību mērķiem. Atbildīgs par to, kā noritēs viņa mācību process, kā arī par atbildība par mācību rezultātiem vairāk ir pašam skolēnam. Šajā mācību metodē, mācīšanās caur praktiskām darbībām, ir vairāk skolēna paša izvēle.

Vienojošais elements skolotāja lomai ir tas, ka skolotājam vairāk ir atbalsta un mācību procesa virzītāja loma. Skolotājs sagatavo skolēniem nepieciešamos mācību materiālus atbilstošus skolēnu vajadzībām un prasmēm. Svarīgi, lai skolotājs palīdzētu brīdī, kad skolēni nonākuši grūtībās un atbalstītu viņus mācību procesā. Ja skolēni nesaņems atbalstu, viņiem var zaudēt motivāciju turpināt mācību procesu. Svarīgi arī, lai skolotāja atbalsts nebūtu tieša pareizās atbildes pateikšana, bet gan uzvirzīšana uz pareizā ceļa, kas saskan arī ar konstruktīvismu. Ja skolotājs skolēniem sniegs pareizās atbildes, viņiem zudīs motivācija tās pašiem atklāt, bet gan skolēni sāks gaidīt, kad skolotāja pateiks atbildi.

Visu šo mācību metožu izmantošana palīdz apgūt mācību saturu, bet ne tikai. Šīs mācību metodes veicina arī skolēnu kognitīvo attīstību. Mācību metodēs, kurās skolēni izmanto praktiskās darbības, tiek veicināta skolēnu dzīves prasmju pilnveide, jo izziņas procesā viņi iegūst zināšanas, kas būs noderīgas viņiem arī ārpuskolas dzīvē. Analītikas un kritiskās domāšanas prasmes no šīm metodēm vislabāk attīsta tieši problēmsituācijās balstīta mācību metode, savukārt, skolēnu digitālo prasmju pilnveide visaktīvāk noris tieši, ja tiek izmantota mācību metode, aktīvā mācīšanās darot ar tehnoloģiju izmantošanu. Savukārt, skolēnu patstāvību un spēju uzņemties atbildību veicina pašvadītās mācīšanās mācību metode. Lai palīdzētu skolēnam vispusīgi attīstīties, ir jāizmanto dažādas mācību metodes, tās kombinējot.

Kā motivējošais elements skolēniem darbojas gan vēlme atrisināt problēmsituāciju, gan iespēja pašiem praktiski darboties un būt atbildīgiem par savu mācību procesu. Arī tehnoloģiju izmantošana mācību procesā var būt kā motivējošais elements. Kā vienojošais, motivējošais elements vairākām mācību metodēm ir sasaiste ar reālo dzīvi.

Visās mācību metodēs, kuras tabulā tiek aplūkotas, skolēns zināšanas apgūš, praktiski darbojoties, nevis iegūstot zināšanas no skolotāja.

Nozīmīga mācību procesa sastāvdaļa ir arī skolēnu komunikēšana un sadarbība ar citiem skolēniem. Tāpēc tiek analizēts tas, kādas sadarbības iespējas ir, izmantojot katru no tabulā minētajām mācību metodēm. Katrā no mācību metodēm ir iespējama sadarbība starp skolēniem, taču pašvadītajā mācīšanās metodē tā ir skolēnu pašu iniciatīva. Aktīvajā mācīšanās metodē ar tehnoloģijām šī sadarbība vairāk norit tieši digitālajā vidē. Problēmrisināšanas un mācīšanās darot mācību metodēs ir iespējama tieša skolēnu sadarbība gan strādājot grupu un pāru darbos, gan palīdzot viens otram.

Izanalizējot visas četras mācību metodes, kuras tiek izmantotas kombinētajā mācību darba organizācijas formā, var secināt, ka pētījumam atbilstošākā mācību metode būs - aktīvā mācīšanās izmantojot tehnoloģijas, taču tiks ietverti elementi arī no citām analizētajām mācību metodēm.

Šajā apakšnodaļā tika aplūkotas 3 dažādas mācību darba organizācijas formas – tradicionālā mācību darba organizācijas forma, apgrieztās klases mācību organizācijas forma un kombinētās klases mācību darba organizācijas forma. Šīs mācību darba organizācijas formas tika savstarpēji salīdzinātas, lai atrastu pētījumam atbilstošāko. Kā arī tika aplūkotas 4 mācību metodes, kuras var tikt izmantotas kombinētās mācību darba organizācijas formā, tās bija problēmrisināšanā balstīta mācīšanās, mācīšanās darot, aktīvā mācīšanās izmantojot tehnoloģijas un pašvadītā mācīšanās. Tās tika analizētas, vadoties pēc iepriekš definētiem kritērijiem.

Var secināt, ka konstruktīvisma pieejā visvairāk balstās tieši kombinētās klases mācību darba organizācijas forma, tāpēc tā ir piemērotākā pētījuma izstrādei. Analizējot mācību metodes, atklājās, ka skolēna matemātiskās kompetences pilnveidei ir jāizmanto dažādas mācību metodes vai tās ir jākombinē, tāpēc pētījuma izstrādē mācību metodes tika kombinētas un pielāgotas digitālā mācību līdzekļa izstrādei. Vienojošais elements, kas ir būtisks mācību procesam, ir skolēnu praktiskas darbības nodrošināšana, pamatojoties viņu pieredzē esošajā, veidot jaunās zināšanas uz jau esošajam. Kā arī būtiski iekļaut mācību materiālos, sasaisti ar reālo dzīvi, jo tā palīdz skolēnus motivēt un veidot izpratni par to, kāpēc šīs zināšanās viņiem ir nepieciešamas.

Nākamajā apakšnodaļā tiks aplūkota zināšanu konstruēšana ģeometrijā, tas uz kādiem principiem balstās zināšanu veidošanas process par ģeometriskajiem ķermeņiem.

### 1.3. Zināšanu konstruēšana ģeometrijā

Šajā apakšnodaļā tiks detalizēti aplūkots, tieši, zināšanu konstruēšanas process ģeometrijas apguves laikā. Pievērsta uzmanība tam, kādi domāšanas veidi tiek iesaistīti, apgūstos ģeometriju, un kādi ģeometrijas uzdevumi skolēniem sagādā vislielākās grūtības un šo grūtību iemesli. Tiks meklēti arī risinājumi skolēnu atbalstam. Šīs apakšnodaļas mērķis ir izpētīt, kam jāpievērš lielāka uzmanība, lai tiktu veicināta zināšanu konstruēšana ģeometrijā un meklētas atbildes uz jautājumu kā palīdzēt skolēniem veicināt zināšanu konstruēšanas procesu ģeometrijas apguves laikā.

Matemātikas uzdevumu risināšanas process nav saistīts tikai ar to, vai skolēns izprot matemātikas mācību saturu. Lai skolēns risinātu matemātikas uzdevumus, viņam ir jāprot izplānot risināšanas procesu, novērot un analizēt savu domāšanu veidu uzdevuma risināšanas gaitā (*Naufal et al, 2021*).

To pierāda arī centralizēto eksāmenu rezultāti matemātikā 12. klasē, jo skolēni īpaši zemu sniegumu parāda tieši uzdevumos, kuros nepietiek tikai ar formulu pielietošanu. Bet gan nepieciešams izstrādāt, savu risinājuma gaitu un saredzēt kādas tieši formulas būs veiksmīgāk izmantojamas. Tas sāk parādīties jau eksāmena 2. daļas uzdevumos taču visvairāk parādās tieši 3. daļas uzdevumos (*VISC b., 2021*). Šajos uzdevumos ir nepieciešams izplānot uzdevuma risināšanas gaitu, pielietot apgūtās matemātiskās prasmes, kā arī jāsaskata un jāveido kopsakarības (*Čakāne u. c., 2016*).

Lai skolēni spētu izpildīt augstākas pakāpes matemātikas uzdevumus, tiem ir nepieciešams ne tikai zināt matemātiskās formulas, bet gan attīstīt kognitīvās domāšanas procesus un analītikas prasmes. Tātad problēmas matemātikas eksāmenu zemajos rezultātos ir nevis tāpēc, ka netiek apgūtas kādas matemātikas tēmas, bet gan netiek pievērsta pietiekoši liela uzmanība tam, kā jākonstruē zināšanas ģeometrijā, tā, lai skolēni tās prastu izmantot.

Matemātikā izšķir divus domāšanas jeb inteliģences veidus – loģiski-matemātisko un telpiski-ģeometrisko domāšanas veidu (*Chen et al, 2009*).

Lai atrisinātu ģeometrijas uzdevumus, skolēniem ir jāaktivizē dažādi domāšanas veidi. Viens no tiem ir telpiskā uztvere, īpaši brīžos, kad ir, jārisina uzdevumi par telpiskiem objektiem (*Lei et al, 2018*).

Taču, arī risinot ģeometrijas uzdevumus, skolēniem ir nepieciešamas algebriskās risināšanas prasmes, lai aprēķinātu ģeometrisko ķermeņu lielumus (*Duris et al, 2019*).

Analizējot viedokļus par loģiski – matemātisko un telpiski-ģeometrisko domāšanas veidu atklājas, ka, lai arī sākotnēji šķiet, ka algebras un ģeometrijas uzdevumi ir savstarpēji nesaistīti, tad vairāk iedziļinoties, var saskatīt to, ka, risinot ģeometrijas uzdevumus skolēniem, ir

nepieciešams kombinēt abus iepriekš minētos domāšanas veidus. Lai veiksmīgi nonāktu pie uzdevuma risinājuma, jo ģeometrijas uzdevumu risināšanas process ir komplekss un sastāv no vairākiem posmiem.

Ir skolēni, kuri algebras uzdevumos uzrāda augstu sniegumu un demonstrē augsta līmeņa rēķināšanas prasmes, algoritmu pielietošanu un dažādu problēmu risināšanu. Taču šiem skolēniem grūtības sagādā ģeometrijas uzdevumi, kuros nepieciešama vizuālā uztvere un abstrakcija (*Nahmias & Teicher, 2021*).

Lai atrisinātu ģeometrijas uzdevumu par telpiskiem objektiem, skolēniem svarīgi ir izprast to, no kādām ģeometriskajām figūrām telpiskais objekts ir konstruēts (*Duris et al, 2019*).

Šo telpisko domāšanas un vizualizēšanas prasmi skolēniem palīdz attīstīt eksperimenti un pētījumi par ģeometriskajiem ķermeņiem. Pētījumu veidā izpētīt to, kādi izskatās šo telpisko ķermeņu izklājumi (*Cunška, 2013*).

Lai to veiksmīgi izdarītu matemātikas apguves procesā, svarīga loma ir vizuālajam attēlojumam, ar kuru palīdzību skolēns šīs lietas var ieraudzīt un apgūt prasmi domās iztēloties šīs vizualizācijas. (*Kaufmann, 2009*).

Skolēni var prast izmantot nepieciešamās formulas uzdevuma risināšanai, taču, ja viņi nespēs vizuāli iztēloties, kā izskatās konkrētais ģeometriskais ķermenis, viņiem var rasties grūtības uzdevuma risināšanas gaitā. Jo uzdevuma risināšanas gaitā, jāapvieno prasme izmantot formulas un izprast telpiskā ķermeņa īpašības. Apgūt šo prasmi skolēniem palīdz, ja viņiem tiek sniegta iespēja, dažādu praktisku uzdevumu veidā izpētīt to, kā veidojas telpiskie ģeometriskie ķermeņi. Tas palīdzēs skolēniem arī izprast šo ģeometrisko objektu veidojošo ģeometrisko figūru īpašības. Kad skolēni būs izpratuši ģeometrisko ķermeni, tad viņi spēs atlasīt atbilstošās formulas un veikt atbilstošos algebriskos aprēķinus.

Pjērs van Hīls (*Pierre Van Hiele*) ir izstrādājis teoriju par to, ka ģeometriskajām formām un ķermeņiem ir 5 attīstības stadijas (*Van Hiele, 1999*). Autori Erezs Nahmias (*Erez Nahmias*) un Mina Teičere (*Mina Teicher*) šīs stadijas definē kā ķermeņa atpazīšanu, tā analizēšanu, šī ģeometriskā ķermeņa pieņemšanu, padziļinātāku izpēti un, visbeidzot, detaļu precizēšanu (*Nahmias & Teicher, 2021*).

Savukārt Mičels de Villiers (*Michael de Villiers*) šīs stadijas raksturo, kā vizualizēšanu, ģeometriskā ķermeņa analizēšanu, pamata ģeometrisko elementu iepazīšanu, ģeometrisko figūru iepazīšanu un telpiskas ģeometrisko ķermeņu iepazīšanu (*Villiers, 2010*).

Skolēniem ģeometriskie ķermeņi jāapgūst pakāpeniski - sākot no vienkāršākajiem, tos apgūstot pakāpeniski, pāriet uz kompleksākiem. Pjēra Van Hīla 5 stadiju teorija apliecina to, cik liela nozīme ģeometrisko ķermeņu apguves procesā ir vizualizācijām. Tām ir jābūt sākot no vienkāršākām līdz jau detalizētākām apgūstot sarežģītākus ģeometriskos ķermeņus.

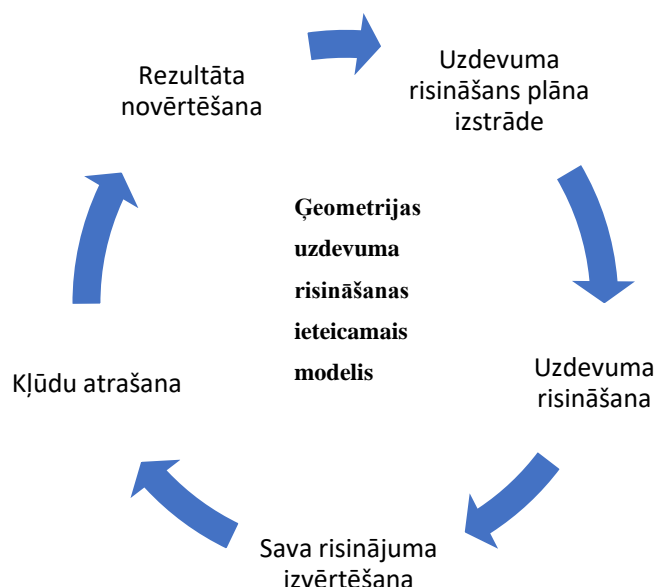
Pēc Pjēra van Hīla domāšanas līmeņu teorijas ģeometriskie uzdevumi ar pierādījumiem atbilst 5. jeb visgrūtākajam līmenim. Jo tajos no skolēna ne tikai tiek prasīts nonākt līdz pareizam uzdevuma atrisinājumam, bet arī paskaidrot, kāpēc rezultāts ir šāds, izmantojot loģiskus apgalvojumus. Lai to izdarītu, skolēnam ir nepieciešams vispirms galvā nonākt pie uzdevuma risināšanas plāna. (*Nahmias & Teicher, 2021*).

Skolēnu pierādījumi ģeometriskajos uzdevumos nereti parāda to, ka vienu uzdevumu ir iespējams atrisināt dažādos, pilnīgi atšķirīgos veidos. Taču, nozīmīgākais ir, lai skolēns spētu izskaidrot savu domu gājienu un loģiskās sakarības ģeometriskajos ķermeņos, pamatojot savu viedokli (*Avotiņa, u.c., 2021*).

Tāpēc, risinot ģeometrijas uzdevumus šajā sarežģītākajā pakāpē, svarīga ir arī skolēnu komunikācijas prasme. Skolēniem ir jāspēj pamatot savu risinājuma ceļu tā, lai cilvēks, kurš lasa šo risinājumu, spētu to izprast (*Kusumah et al, 2020*).

Ģeometrisko pierādījumu rakstīšana ir augstākais grūtības līmenis ģeometrijas uzdevumos. Tas no skolēniem pieprasa kompleksas darbības, skolēniem vispirms ir jāizdomā, kā atrisināt uzdevumu, tad tas jāatrisina un, tad, visbeidzot, vēl jāizdomā, kā citiem paskaidrot, kāpēc atbilde ir tieši šāda. Šāda tipa uzdevumos svarīgi ir, lai skolēns spētu izteikties tādā veidā, lai citi spētu uztvert viņa domu gājienu. Tieši kompleksie uzdevumi parāda vai skolēnam ir izpratne par ģeometriskajiem ķermeņiem vai arī viņš ir tikai iemācījies mehāniski izmantot ģeometrijas formulas.

Risinot kompleksākus ģeometrijas uzdevumus, ir jāveic vairāki secīgi soļi, lai nonāktu pie pareizā atrisinājuma un pārlicinātos, ka risinājuma procesā nav radušās kļūdas. To var darīt vairākos veidos, viens no veidiem, kā to darīt redzams 1.2.attēlā (*Nahmias & Teicher, 2021; Čakāne u. c., 2016*).



### 1.2.att. Ģeometrijas uzdevuma risināšanas shēma

1.2. attēlā ir redzams, ka, risinot sarežģītākus ģeometrijas uzdevumus, kuros nepieciešams, ne tikai pielietot formulu, bet gan pašam veidot savu risinājuma ceļu būtu vēlams vadīties pēc plāna. Vispirms tiek izstrādāts risinājuma plāns, respektīvi, vispirms skolēns izdomā kā uzdevums varētu tikt risināts. Pēc tam notiek šī uzdevuma risināšana pēc izdomātā plāna, kad uzdevums atrisināts, skolēnam vajadzētu izvērtēt savu risinājumu un identificēt pieļautās kļūdas, ja tādas ir. Tad novērtēt savu rezultātu, vai uzdevums ir pabeigts vai arī, ja tika atrastas kļūdas, tad izpildīt šo darbību virkni atkārtoti izlabojot kļūdas, tik ilgi kamēr skolēna prāt ir sasniegts labākais rezultāts uzdevuma risināšanā. Uzdevuma risināšana pēc šādas struktūras attīstīs skolēna analizēšanas prasmes un palīdzēs pašam identificēt kļūdas risinājumā un tās izlabot.

Skolēni, risinot nestandarta uzdevumus nereti, var nonākt, pie viena risinājuma dodoties pa pilnīgi atšķirīgiem risinājumā ceļiem. Šādā brīdī ir svarīgi, lai skolēns savu rīcību būtu pamatojis ar loģiskiem un pamatotiem spriedumiem. Jo nestandarta uzdevumu risināšana ir radošs process (Avotiņa, u.c., 2021).

Šāda veida uzdevumu risināšana un ļaušana skolēnam iejusties pētnieka lomā palīdz skolēnam justies spējīgam brīdī, kad viņš nonācis līdz risinājumam. Atmodina skolēnos zinātkāri, palīdz apvienot fragmentāras zināšanas no dažādām matemātikas jomām un attīstīt loģisko domāšanu. Taču pirms šādas darbības piedāvāšanas skolotājam jābūt pārliecinātam, ka skolēnam pietiks zināšanas un prasmes šī uzdevuma atrisināšanai (Nahmias & Teicher, 2021).

Tāpēc skolotājam kritiski ir jāizvērtē, kuri uzdevumi ir piemēroti konkrētajai klasei, kā arī individuāli katram skolēnam, jo skolēnu prasmes ir atšķirīgas. Ja skolotājam uzdevuma veikšanas laikā būs skolēniem, jāpiedāvā papildu informācija, uzdevuma grūtības pakāpe

samazināsies proporcionāli piedāvātajam papildus informācijas daudzumam (*Gumiero & Pazuch, 2021*).

Pētniecības uzdevumi ir vērtīgi skolēniem, jo attīsta ne tikai viņu matemātiskās prasmes, bet arī prasmes plānot un analizēt. Taču ir rūpīgi jāizvērtē, vai skolēni ir gatavi šādiem uzdevumiem. Ja skolēniem uzdevums būs par grūtu un tie netiks galā, var rasties pretējs process un šādi uzdevumi veicinās skolēnos nepatiku pret matemātiku. Pētniecības uzdevumi arī sniedz iespēju skolēniem vienkopus izmantot dažādu matemātikas jomu zināšanas un parāda skolēniem plašāku to pielietojumu, nevis tikai standarta ikdienas uzdevumos. Ja skolēniem tiks piedāvāta iespēja pielietot savas zināšanas dažāda veida uzdevumos, viņiem zināšanas būs vieglāk pielāgot nestandarta situācijām un neapjukt tajās.

Tā kā skolotājs ir mācību procesa vadītājs, viņam ir jāļauj skolēnam attīstīties, piedāvājot arvien grūtākas pakāpes uzdevumus, un jādod iespēja apgūt jaunas zināšanas. Taču, jaunu zināšanu apguve ir iespējama tikai tad, kad skolēnam ir uzkrāta pietiekama iepriekšējo zināšanu pieredze (*Plostniece & Žimante, n.d.*).

Tas rada skolotājiem izaicinājumu atrast veidu, kā skolēnos veidot jaunas izpratnes, un pamatojoties uz iepriekš apgūto veidot jaunas padziļinātas zināšanas ģeometrijā (*Nahmias & Teicher, 2021*).

Lai konstruētu skolēnu izpratnē jaunas zināšanas par ģeometriskajiem ķermeņiem, viņiem, vispirms ir jāizprot iepriekš apgūtais. Ja iztrūks kāds posms ģeometriskos ķermeņu apguves procesā, skolēns nespēs pilnvērtīgi izprast arī jaunapgūstamo mācību saturu. Jo jaunapgūstamās lietas balstīsies uz viņam jau nesaprotamo. Tāpēc svarīgi pārlicināties, ka skolēnam nerodas fragmentāras zināšanas. Bet gan skolēns izprot ģeometriskos ķermeņus pilnībā un pakāpeniski, virzoties uz sarežģītākām tēmām, iepriekšējās nepaliek tikai daļēji apgūtas.

Skolotājiem būtu jāatceras, ka matemātikas mācību saturam un metodēm, kā to pasniegt būtu jābūt dinamiskām (*Machisi, 2021*).

Kas vienam skolēnam būs piemērots, citam var nebūt piemērots. Tāpēc skolotājam uzdevumus vajadzētu pielāgot atbilstoši skolēnu zināšanu līmenim un veidam, kādā šie skolēni veiksmīgāk apgūst zināšanas (*Plostniece & Žimante, n.d.*).

Tāpēc svarīgi ir tas, ka skolotājs reaģē uz skolēnu paustajām idejām par to, kā varētu apgūt mācību saturu. Skolēni var izteikt metodes, kas viņiem ir vispiemērotākās. Skolēnu idejas nevajadzētu ignorēt, bet gan kopā ar skolēniem tas izvērtēt (*Gumiero & Pazuch, 2021*).

Ja skolēni izsaka vēlmi pēc digitālu mācību līdzekļu integrācijas, skolotājs var kombinēt digitālo mācību līdzekļu izmantošanu ar citām mācību metodēm, lai veicinātu skolēnu zināšanu konstruēšanu (*Daniela u.c., 2018*).

Izmantotajām mācību metodēm matemātikas stundās vajadzētu būt mainīgām un piemērotām skolēnu vajadzībām. Noderīgi ir ieklausīties skolēnu paustajās idejās. Šādi uzklauso skolēnu idejas var atklāties jaunas veiksmīgas mācību metodes. Ja skolotājs uzklausa skolēnu idejas, tas veicina skolēnus domāt veidus, kā veiksmīgāk apgūt jauno mācību saturu, kā rezultātā veiksmīgāk noris skolēnu ģeometrijas zināšanu konstruēšana.

Šajā apakšnodaļā tika aplūkots, kādā veidā skolēni apgūst ģeometriskos ķermeņus, kādi domāšanas veidi tiek iesaistīti šajā procesā. Kādi uzdevumu veidi prasa no skolēniem vislielāko izpratni, kā arī vizualizāciju nozīmība ģeometrijas uzdevumos. Tika aplūktas 5 stadijas ģeometrijas ķermeņu apgūvē un izstrādāta shēma, pēc kuras risināt sarežģītākus ģeometrijas uzdevumus. Tika runāts par skolēna, kā pētnieka lomu risinot ģeometrijas uzdevumus un par iepriekšējo zināšanu nozīmi jaunu zināšanu veidošanas procesā.

Var secināt, ka, lai skolēni spētu izpildīt sarežģītākus ģeometriskos uzdevumus, kuros viņiem, ir nepieciešama izpratne, svarīgi, lai tiktu kombinēta gan vizuāla izpratne, gan spējas pielietot formulas un izpratne par tām. Nozīmīgi, lai mācību procesā skolēns secīgi apgūtu ģeometriskos ķermeņus pa pakāpēm, balstoties uz jau esošajām zināšanām. Tāpēc pētījumā tika izveidots digitāls materiāls, ar kura palīdzību skolēni varēs secīgi iziet cauri soļiem, lai izpētītu ģeometrisko ķermeņus un to aprēķināšanas formulas un izprastu to jēgu, nevis tās mehāniski izmantotu.

## 2. SPĒLISKOŠANAS RISINĀJUMI ĢEOMETRIJĀ

Lai veicinātu skolēnu zināšanu konstruēšanas procesu, ģeometrijas apguves laikā ir nepieciešams veicināt skolēnu motivāciju mācību darbam. To izdarīt var palīdzēt spēliskošanas elementu integrācija mācību procesā. Tāpēc šajā nodaļā tiks aplūkots, kas ir spēliskošana, kā tā atšķiras no spēlēm. Kā ar spēliskošanas elementu palīdzību iespējams veicināt skolēnu iekšējās un ārējās mācību motivācijas palielināšanos. Kā arī tiks aplūkots, kā tieši ģeometrijas apguves laikā iespējams integrēt spēliskošanas risinājumus.

Šīs nodaļas rakstīšanas mērķis ir izprast kā ar spēliskošanas elementu palīdzību veicināt skolēnu zināšanu konstruēšanas procesu. Kā arī, vai spēliskošanas elementu izmantošana mācību materiālu izveidē var veicināt skolēnu motivāciju tos izmantot, kā rezultātā veicināt skolēnu izpratnes veidošanos par konkrēto ģeometrijas tematu, kurš tiek aplūkots mācību materiālā.

### 2.1. Spēliskošana kā izglītības aktualitāte

Šajā apakšnodaļā tiks aplūkots, kas ir spēliskošana un kā tā atšķiras no spēlēm un to izmantošanas izglītībā. Tiks pētīti spēliskošanas elementu izmantošanas ieguvumi izglītības procesam, kā arī analizēti iespējamie riski ar, kuriem var saskarties, izmantojot spēliskošanas elementus mācību procesā. Šīs apakšnodaļas mērķis ir izpētīt, kas ir spēliskošana un kādus ieguvumus tās elementu integrācija mācību procesā var sniegt skolēnu zināšanu konstruēšanas procesa pilnveidei.

Pastāv dažādas versijas par spēliskošanas aizsākumiem. Daži pētnieki uzskata, ka spēliskošanas aizsākumi ir meklējami karaļņamos pirms tūkstošiem gadu, tajā laikā izmantotajās apbalvojumu sistēmās. Taču nozīmīgs solis spēliskošanas vēstures iezīmēšanā bija 1896. gads. Šajā gadā uzņēmums *Sperry & Hutchinson (S&H)* aizsāka zīmodziņu krāšanu par konkrētas naudas summas iztērēšanu, ko vēlāk varēja apmainīt pret dažādiem labumiem. Taču izglītībā spēliskošanu sāka izmantot tikai 20. gadsimta 70. gados (*Kim et al, 2017*).

Spēliskošanas aktualitāte aizvien turpina augt un nav pazīmju šīs aktualitātes pieauguma samazinājumam (*Kapp, 2012*).

Tā kā spēliskošanas aktualitāte izglītības procesā arvien pieaug, ir nozīmīgi izprast to, kas ir spēliskošana un kā tā atšķiras no spēļu izmantošanas mācību procesā.

Lai gan spēliskošana un spēles ir līdzīgi jēdzieni un iekļauj līdzīgus elementus, tas nav viens un tas pats (*Harismayanti et al, 2020*). Tām ir gan kopīgas, gan atšķirīgas iezīmes, kuras

var aplūkot 2.1. attēlā (Alomari et al, 2019; An, 2020; Hill & Brunvan, 2018; Harismayanti et al, 2020; Kapp, 2012).



### 2.1.att. Spēļu un spēliskošanas kopīgās un atšķirīgās iezīmes

2.1. attēlā var aplūkot spēļu un spēliskošanas kopīgās un atšķirīgās iezīmes. Ja spēles būtība ir orientēta uz konkrēto spēli kā darbības virzītāju, tad spēliskošana ir skolēncentrēta. Tās pamatā ir skolēna vajadzības, spēļu elementus izmantojot tikai kā palīglīdzekļus. Spēliskošanā nozīmīgs ir arī stāstījums. Ar tā palīdzību skolēni tiek vadīti cauri mācību uzdevumiem, veidojot saistošu un motivējošu mācību vidi. Iesaistot veicamos uzdevumus mācību satura apguvei, skolēniem saistošā stāstā vai kontekstā, tas rada skolēnos vēlmi veikt nepieciešamos uzdevumus, lai palīdzētu stāsta varoņiem. Šo uzdevumu izpildes laikā notiek netiešā mācīšanās, skolēns to neuztver par mācību procesu, taču apgūst mācību saturu.

Gan spēlēs, gan spēliskošanā tiek izmantoti punkti, nozīmītes un citi apbalvojumu veidi. Ja spēlēs tie tiek izmantoti, lai skolēnos veicinātu sacensības garu, tad spēliskošanā tie tiek izmantoti, lai motivētu skolēnus nonākt pie vēlāmā mērķa.

Spēlei parasti ir definēti visi noteikumi un arī norises vieta. Taču spēliskošanā nav tik stingri noteikumi un norises vieta. Spēliskošanā skolēniem tiek dotas arī izvēles iespējas, kuras var nedaudz pamainīt mācību procesa gaitu.

Spēle nereti ir viena konkrēta aktivitāte ar izglītojošu vai izklaidējošu mērķi. Taču spēliskošana ir ar konkrētu mērķi veidots sistemātisks aktivitāšu kopums, kurš paredzēts mērķa sasniegšanai. Tātad ar spēliskošanas palīdzību var sasniegt mācību mērķus veiksmīgāk nekā ar spēļu palīdzību, jo šādi var izveidot vienotu aktivitāšu kopumu, kur visas aktivitātes virza

skolēnu uz mācību satura apguvi. Katra nākamā aktivitāte vai nu padziļina skolēnu izpratni vai arī parāda apgūstamo mācību saturu no cita skatupunkta, atklājot iepriekš neapgūtas nianšes.

Spēlei beidzoties ir viegli saskatāms spēles tiešais rezultāts, tas, kurš spēlē uzvarējis vai cik punktus ieguvis. Turpretī spēliskošanas rezultātus nav tik viegli saskatīt, jo spēliskošanas elementu izmantošanas rezultāts var būt gan skolēni, kuri ir motivēti piedalīties mācību procesā, gan veicināta skolēnu sadarbība un citi aspekti, kuri ir atkarīgi no mērķa, kādam spēliskošana tiek izmantota. Ar spēliskošanas palīdzību arī var pielāgot katram skolēnam labāko motivējošo elementu, jo katram skolēnam šis motivējošais aspekts ir individuāls.

Gan spēlēm, gan spēliskošanai kā vienojošais elements ir arī līderu sarakstu un līmeņu izmantošana, taču atšķiras mērķis, ar kādu tie tiek izmantoti. Spēlēs šie elementi tiek izmantoti, lai skolēnos radītu sacensības garu un vēlmi sasniegt augstāku līmeni vai vietu līderu sarakstā. Savukārt, spēliskošanā šie elementi tiek izmantoti, lai skolēns varētu saprast, cik tālu mācību satura apguves procesā viņš ir nonācis, palīdzētu strukturēt mācību satura apguves procesu.

Gan spēles, gan aktivitātes ar spēliskošanas elementiem ir aktivitātes, kurās skolēni labprāt iesaistās. Kā arī abās šajās darbībās skolēniem ir jāvadās pēc konkrētiem noteikumiem. Spēlēs pie šiem noteikumiem ir jāpieturas stingrāk, taču spēliskošanā tie ir ne tik noteikti, bet daļa noteikumi jāievēro obligāti. Gan spēlēs, gan spēliskošanā balstītas aktivitātes var būt gan individuāli veicamas, gan arī tādas, kuras vērstas uz skolēnu savstarpējās sadarbības veicināšanu.

Lai vairāk izprastu, kas ir spēliskošana, ir jāaplūko autoru sastādītas definīcijas par to. Pēc autoru Anastasijas Linas Betsas (*Anastasia Lynn Betts*), Nikas Fabienkes (*Nika Fabienke*) un Metjū Farbera (*Matthew Farber*) domām spēliskošana ir spēļu elementu un mehānismu izmantošana aktivitātēs, kuras nav spēles. Kā piemērus šiem elementiem autori min digitālās nozīmītes, labāko spēlētāju jeb līderu sarakstus un punktus (*Betts et al, 2021*).

Kornēlija Nih Popescu (*Cornelia Nih Popescu*), Elodija Attie (*Elodie Attie*) un Laetitia Čadouteau (*Laëtitia Chadouteau*) piekrīt, ka spēliskošana ir spēļu, tai skaitā arī videospēļu, stratēģijas, principu un elementu izmantošana ārpus spēļu situācijās. Ar mērķi, lai saistošā veidā veicinātu iepriekš noteikto vēlamu rezultātu ātrāku un veiksmīgāku sasniegšanu (*Popescu et al, 2022*).

Abās iepriekš minētajās definīcijās parādījās vienojošais elements, ka spēliskošana ir spēļu elementu izmantošana ārpus spēlēm, lai veicinātu konkrēta mērķa sasniegšanu. Taču pedagogijas nozarei visatbilstošāk spēliskošanu definē Helēna Martinsa (*Helena Martins*) un Artemisa Doresa (*Artemisa Dores*). Viņuprāt, spēliskošana ir pedagogiski plānota aktivitāte, kuras izpildei izmanto atbilstoši izvēlētus un atbilstoša skaita spēļu mehānismus. Šiem spēļu

mehānismiem ir jābūt pielāgotiem kontekstam, vēlamajam sasniedzamajam rezultātam, kā arī mācību mērķim ko vēlas sasniegt ar šo aktivitāti (*Martins & Dores, 2021*).

Šajās definīcijās iezīmējas spēliskošanas raksturīgākās iezīmes. Galvenā iezīme ir spēļu elementu izmantošana situācijās ārpus spēlēm, taču šī spēļu elementu izmantošana nevar būt bezmērķīga. Tai ir jābūt mērķtiecīgai, ar mērķi skolēniem palīdzēt sasniegt vēlamos mācību sasniegumus.

Nonākot līdz mērķim, ar kādu vēlaties izmantot spēliskošanas elementus, ir nepieciešams piedomāt pie vairākiem kritērijiem, kuri redzami 2.1. tabulā (*An, 2020; Harismayanti et al, 2020; Barata et al, 2015; Hill & Brunvan, 2018*). Veiksmīgi integrēti spēliskošanas risinājumi sniegs pozitīvu efektu mācību procesam, turpretī neveiksmīgi vai kļūdaini integrēti spēliskošanas elementi mācību procesā var radīt negatīvu efektu un problemātiskas situācijas.

2.1. tabula

**Spēliskošanas elementu izmantošanas iespējama pozitīvais un negatīvais iespaids uz mācību procesu**

<b>Kritērijs</b>	<b>Pozitīvs iespaids</b>	<b>Negatīvs iespaids</b>
<b>Apbalvojumu izmantošana</b>	Apbalvojumu izmantošana motivē skolēnus iesaistīties aktīvāk nodarbībā.	Skolēni darbības var sākt veikt tikai gadījumā, ja par to saņem apbalvojumu.
<b>Spēliskošanas elementu izmantošana</b>	Mērķtiecīgi un jēgpilni izmantoti veicina skolēnu motivāciju un iesaisti.	Bezmērķīga punktu vai nozīmīšu lietošana nogurdina skolēnus, neveicina vēlmi iesaistīties.
<b>Sacensības elements</b>	Sacensības gars veicina skolēnu iesaisti, rodas vēlme uzrādīt labāko rezultātu.	Var demotivēt redzot, ka rezultāti ir zemāki nekā citiem. Vai tieši pretēji, ka rezultāti ir augstākie un nav nepieciešamība censties.
<b>Citu skolēnu rezultātu aplūkošana, sadarbošanās.</b>	Iespēja mācīties no citiem, saredzēt citu stiprās puses, palīdzēt viens otram.	Var radīt nepatīkamas emocijas, ja neprot izpildīt uzdevumu vai daudz kļūdas.
<b>Dizains</b>	Pārdomāts dizains veicina skolēnu iesaisti, rada interesi par aktivitāti.	Nepārdomāts dizains var radīt skolēnos nepatiku un nevēlēšanos iesaistīties saturiski labi veidotā aktivitātē.

Kritērijs	Pozitīvs iespaids	Negatīvs iespaids
<b>Autonomija</b>	Darbojas kā motivējošs faktors.	Var radīt situāciju, kad skolēns nenonāk pie vēlamā mērķa.
<b>Iespēja palikt esošajā vai pāriet nākamajā līmenī</b>	Skolēniem dota iespēja nostiprināt zināšanas.	Skolēns var pārāk ilgi uzturēties vienā līmenī, vai pretēji pārlekt līmeņiem.
<b>Kā motivējošais elements</b>	Spēliskošanas elementu izmantošana rada skolēniem saistošāku mācību procesu, motivē tos iesaistīties.	Pārmērīga skolēnu motivēšana var viņus nogurdināt un radīt nevēlēšanos iesaistīties.

2.1. tabulā ir apkopoti kritēriji, kuri veiksmīgas vai tieši pretēji neveiksmīgas spēliskošanas elementu integrēšanas laikā var radīt iespaidu uz mācību procesu.

Apbalvojumi ir viens no populārākajiem spēliskošanas elementiem (Alomari et al, 2019). Šī elementa izmantošana motivē skolēnus aktīvāk iesaistīties mācību darbā un pamudina pievērsties notiekošajam klasē. Taču situācijā, kad ja skolēniem par katru paveikto darbu tiek piedāvāts apbalvojums, tas var radīt situāciju, kad skolēns darbības veiks tikai tad, ja par to viņam pienāksies kāds apbalvojums. Šāds skolēnu paradums var ne tikai ietekmēt negatīvi mācību procesu, bet arī negatīvi iespaidot skolēnu personības veidošanos.

Ne tikai, izmantojot apbalvojumus, ir jāpiedomā pie tā, cik daudz tos izmantot, bet šis risks pastāv, izmantojot visus spēliskošanas elementus. Atbilstošā daudzumā integrēti spēliskošanas elementi mācību procesā veicina skolēnu iesaisti un motivāciju mācību darbam. Taču, ja spēliskošanas elementi tiek izmantoti pārāk daudz, skolēni pie tiem pierod un tie skolēnus sāk nogurdināt. Ja šie elementi tiek izmantoti bez konkrēta mērķa, tas nerada skolēnos motivāciju iesaistīties mācību darbā, jo skolēni nesaredz jēgpilnumu šīm nodarbēm.

Kā vēl viens no spēliskošanas elementiem ir sacensības elements, tas izpaužas kā līderu saraksts un labāko skolēnu apbalvošana. Šis elements veiksmīgi strādā tiem skolēniem, kuriem izdodas iegūt panākumus. Viņus motivē censties vēl labāk, lai iegūtu vietu augstāk līderu sarakstā. Taču, ja šie skolēni pieradīs, ka viņi vienmēr ir labākie, šis aspekts vairs nedarbosies. Taču skolēniem, kuriem veicas sliktāk, šis spēliskošanas elements radīs pretēju efektu, radīsies sajūta, ka viņš, lai cik ļoti censtos, tā pat nevar nonākt līderu saraksta augšgalā, tāpēc nav nozīmes piedalīties aktivitātēs.

Taču tam, ka skolēni var aplūkot viens otra sniegumu ir arī pozitīvais aspekts. Citu skolēnu rezultātu aplūkošana var palīdzēt skolēniem saskaņot klasesbiedru stiprās puses, ko viņi iepriekš nav pamanījuši. Kā arī, redzot, ka kādam skolēnam nepadodas konkrēts mācību saturs,

skolēns kam tā padodas var nolemt doties viņam palīdzēt, tādējādi uzlabojas skolēnu savstarpējā sadarbība. Jāņem vērā arī emocionālais aspekts. Skolēnam var rasties nepatīkamas emocijas par to, ka citi skolēni redz viņa neveiksmes. Negatīvās emocijas darbosies kā nemotivējošs aspekts mācību procesā.

Veidojot spēliskošanas aktivitātes, skolotājam ir jāpiedomā arī pie vizuālā noformējuma. Ja dizainiski šīs aktivitātes ir veiksmīgi izveidotas, tās veicina skolēnu iesaisti un mācību process norit veiksmīgi. Turpretī, ja saturiski labi izveidotām spēliskotām mācību aktivitātēm būs vāji veidots dizains, šis ārējais izskats var radīt skolēniem nepatiku pret šo aktivitāti un nevēlēšanos tajā piedalīties.

Vēl viens no spēliskošanas aspektiem ir daļējas autonomijas piedāvāšana skolēniem. Tā var izpausties kā izvēle skolēnam, vai palikt un pildīt esošā līmeņa uzdevumus vai doties uz nākamo uzdevumu līmeni. Šis aspekts skolēnam sniedz motivāciju, jo viņš pats ir procesa noteicējs. Skolēns var pavadīt tik ilgu laiku, cik viņam nepieciešams pie konkrēta mācību satura apguves pirms doties tālāk pie padziļinātākas tēmas apguves. Taču, ja skolēnam tiek dota pārāk liela autonomija, tas var radīt situācijas, kad skolēns nerasniedz mācību mērķi. Skolēns viena līmeņa uzdevumos var uzturēties pārāk ilgi vai pretēji pārlēkt pāri uzdevumu līmeņiem, tos neapgūstot.

Spēliskošanas elementi darbojas kā efektīvs skolēnus motivējošs palīgīdzeklis mācību procesā. Taču, ja šie elementi tiek izmantoti pārmērīgi daudz, tad spēliskošana var izraisīt skolēnos pretējas sajūtas. Brīžos, kad skolotāja atkal piedāvā spēliskotus uzdevumus, skolēni var noslēgties un atteikties tos veikt, jo var būt noguruši no pārlielas motivēšanas.

Tas, kā skolēni reaģēs uz spēliskošanas elementu izmantošanu, ir atkarīgs no katra individuālā skolēna. Vienādu spēliskošanas elementu izmantošana var vienus skolēnus motivēt, bet citus tieši pretēji demotivēt (An, 2020).

Ir definēti 3 skolēnu tipi pēc tā, kā viņi mijiedarbojas ar spēliskošanas elementiem:

- Skolēni, kuri šāda veida aktivitātēs piedalās visvairāk un uzrāda labākos sasniegumus.
- Skolēni, kuri uzrāda zemākos sniegumus un ārēji šķiet, ka viņus neinteresē notiekošās aktivitātes.
- Skolēni, kuri sākotnēji uzrāda labu sniegumu, taču pēc neilga laika viņu sniegums nokrītas līdz vidējam līmenim (Barata et al, 2015).

Tātad katra skolēna reakcija uz konkrētu spēliskošanas elementu izmantošanu var būt atšķirīga. Līdz ar to var atšķirties arī viņu uzrādītais sniegums un tas vai šīs aktivitātes motivēs skolēnu mācību darbībai.

Šajā apakšnodaļā tika aplūkots, kas ir spēliskošana, tās definīcijas. Analizēts, ar ko spēliskošana atšķiras no spēlēm un kas spēlēm ir kopīgs ar spēliskošanu. Tika analizēti aspekti, kurus veiksmīgi vai ne tik veiksmīgi izmantojot spēliskošanas integrēšanā mācību procesā, var radīt pozitīvu vai negatīvu iespaidu uz to. Kā arī tika aplūkots veids, kā skolēni reaģē uz spēliskošanas elementu izmantošanu mācību procesā.

Var secināt, ka spēliskošanas elementiem ir spēcīgs motivējošais aspekts. Taču, integrējot tos mācību procesā, uzmanība ir jāpievērš vairākiem aspektiem. Neveiksmīgi integrēti spēliskošanas elementi radīs negatīvu iespaidu uz mācību procesu. Kā arī skolotājam izmantojamie spēliskošanas elementi ir jāizvēlas katrai klasei un skolēnam individuāli, jo skolēni uz vieniem un tiem pašiem spēliskošanas elementiem var reaģēt atšķirīgi. Pamatojoties uz izpētīto, pētījuma empīriskā daļa tiks balstīta uz spēliskošanas principiem.

Nākamajā apakšnodaļā tiks aplūkota smalkāk spēliskošana kā mācīšanās motivācijas veicinātāja. Tas, kādu iespaidu uz mācīšanās motivāciju atstāj spēliskošanas elementi un kā tos veiksmīgāk izmantot, lai skolēnus motivētu mācību procesam.

## **2.2. Spēliskošana kā mācīšanās motivācijas veicinātāja**

Lai veicinātu skolēnu zināšanu konstruēšanas procesu, svarīga ir skolēnu motivācija. Tāpēc šajā apakšnodaļā tiks aplūkots kā ar spēliskošanas elementu palīdzību iespējams veicināt skolēnu mācību motivācijas palielināšanos. Tiks analizēta skolēnu iekšējā un ārējā motivācija, tas, kādi spēliskošanas elementi var veicināt mācību motivācijas palielināšanos. Šīs apakšnodaļas rakstīšanas mērķis ir noskaidrot, kā ar spēliskošanas elementu izmantošanas palīdzību var veicināt skolēnu motivāciju mācību procesam, lai tiktu veicināta veiksmīgāka skolēnu zināšanu konstruēšana.

Spēliskošanas galvenais mērķis nav izklaidēt skolēnus, bet gan veicināt skolēnu mācīšanās motivāciju (*Harismayanti et al, 2020*). Lai izprastu, kas ir mācīšanās motivācija, ir jāaplūko autoru domas par to.

Autori Teemu Laine (*Teemu Laine*) un Renijs Lindbergs (*Renny Lindberg*) raksta, ka mācīšanās motivācija ir iemesls, kāpēc skolēns iesaistās mācību aktivitātē un ir iesaistīts mācību procesā visā tā garumā (*Laine & Lindberg, 2020*).

Arī Džonatans Teilors (*Jonathan Taylor*) piekrīt tam, ka mācīšanās motivācija ir skolēnus mācību procesā iesaistošs faktors. Kā arī viņš apgalvo, ka mācīšanās motivācija palielina skolēnu enerģiju mācību procesam un norāda virzību, kādā tas noritēs (*Taylor, 2018*).

Iepriekš minētajās autoru domās vienojošais aspekts ir tas, ka mācību procesā svarīgs ir skolēnus motivējošais elements. Lai skolēni aktīvi iesaistītos mācību procesā, ir nepieciešams aktivizēt viņu mācību motivāciju.

Mācību procesā skolēnus visveiksmīgāk var motivēt skolotājs un viņa izstrādātie mācību materiāli. Mācību motivācija var veidoties gan no iekšējiem, gan ārējiem motivējošajiem stimuliem. Tā skolēniem palīdz mācīties efektīvi (*Makewa et al, 2015*).

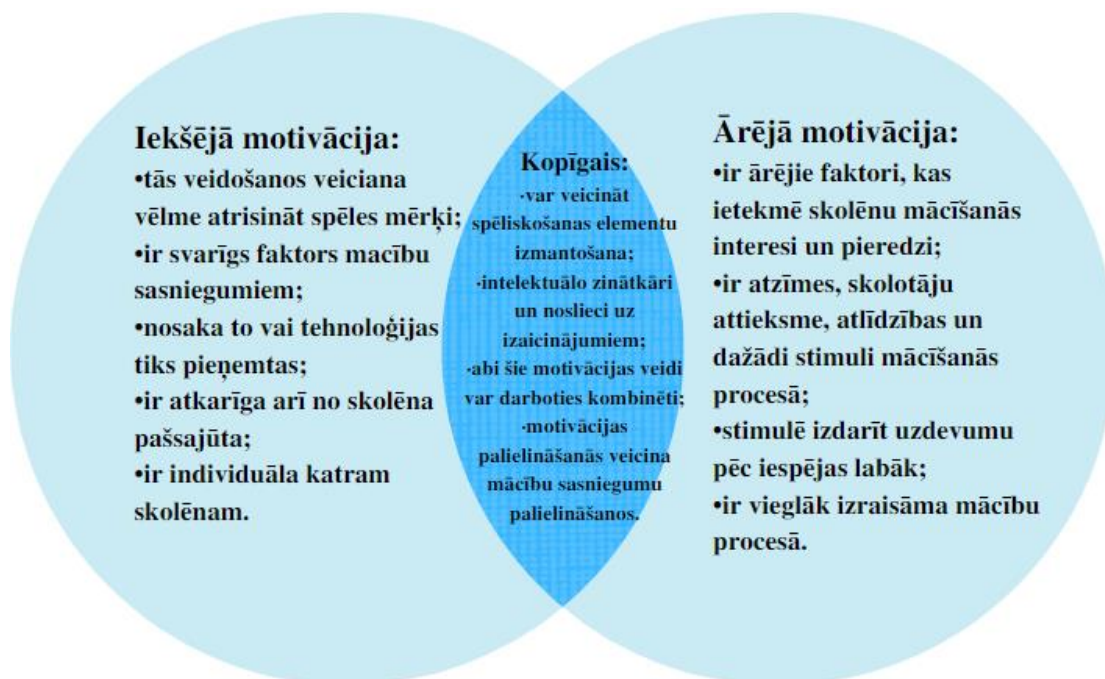
Apkopojot autoru domas, par mācību motivāciju parādās tas, ka skolotājs ir galvenais skolēnu motivētājs. Skolotāja uzdevums ir izveidot tādu mācību vidi, kurā skolēni var efektīvi mācīties, taču tiem nav jābūt tikai ārējiem stimuliem, bet var veicināt arī skolēnu iekšējo vēlmi mācīties.

Tā kā skolēnu vēlmi mācīties var stimulēt gan iekšējie, gan ārējie faktori, tas liek domāt, ka skolēnu mācīšanās motivācijai arī pastāv dažādi paveidi.

To apstiprina arī pašnoteikšanās teorija (*self-determination theory*), kura nosaka, ka motivācija var būt gan autonoma, gan kontrolēta. Šī teorija nosaka, ka pastāv iekšējā motivācija un ārējā motivācija, ko veicina dažādi ārēji stimulējoši faktori un atlīdzības. (*Deci & Ryan, 2012*).

Kā arī to apstiprina mācīšanās motivācijas iedalījums vairākās apakš sadaļās. To skaitā ir iekšējā mācīšanās motivācija (*internal motivation*), ārējā mācīšanās motivācija (*external motivation*) un amotivācija jeb demotivācija (*Hallifax et al, 2020*).

Lai saprastu, kā atšķiras šie mācīšanās motivāciju veidi un kurš no tiem ir svarīgāks aplūkojiet 2.2. attēlu (*Laine & Lindberg, 2020; Rouse, 2013; Sun et al, 2017 & Gomez et al, 2010*).



## 2.2. attēls. Iekšējās un ārējās mācīšanās motivācijas kopīgās un atšķirīgās iezīmes

2.2. attēlā ir aplūkotas iekšējās un ārējās mācīšanās motivācijas kopīgās un atšķirīgās iezīmes.

Iekšējā mācību motivācija ir katram skolēnam individuāla, un to nosaka dažādi skolēnu ietekmējošie faktori, to skaitā arī skolēna konkrētā brīža emocionālais stāvoklis. Ja skolēns ir noskumis vai noraizējies, tad skolēna iekšējās motivācijas veidošanos ir grūtāk stimulēt nekā, ja skolēns ir labā garastāvoklī un viņa domas nekas nedomā.

Iekšējā motivācija ir svarīgs faktors skolēnu mācību sasniegumu veidošanā, taču savukārt, ārējā motivācija vairāk veicina skolēnus uzdevumu izdarīt pēc iespējas labāk. Uzdevuma veikšana, lai uzrādītu labāko sniegumu, ne vienmēr nodrošina arī skolēna pilnvērtīgu zināšanu apguvi.

Ja iekšējo motivāciju veicina skolēnu vēlme atrisināt spēles uzdevumu un nonākt pie risinājuma, tad ārējo motivāciju veicina ārēji motivējošie elementi. Tie ir vēlme iegūt vairāk punktus, izdarīt spēles uzdevumu labāk nekā citiem. Tāpat ārējo motivāciju var veicināt apbalvojumi un skolotāja attieksme, kā arī uzslavas skolēniem par paveikto darbu.

Nereti iekšējā un ārējā motivācija mācību procesā nav atdalītas viena no otras un darbojas kombinēti. Abu šo motivācijas veidu stimulācija veicina skolēnu intelektuālo zinātkāri, mācību sasniegumu palielināšanos, kā arī vēlmi skolēniem pieņemt dažādus izaicinājumus.

Abas iepriekš minētos motivācijas veidus var veicināt mācību procesā, integrējot spēliskošanas elementus. Veiksmīgi izmantoti spēliskošanas elementi mācību procesā skolēnus motivē gan emocionālā, gan personiski nozīmīgā veidā, kā arī socializēšanās veidā (Harismayanti et al, 2020).

Vairākos pētījumos ir pierādījies, ka spēliskošanas izmantošana mācību procesā veicina skolēnu mācību motivācijas, iesaistes mācību procesā un mācību sasniegumu uzlabošanu (Hallifax et al, 2020).

Tā kā skolēni labprātāk iesaistās mācību norisē, ja tajā tiek izmantoti spēliskošanas elementi. Tad gadījumā, ja skolotājs vēlas veicināt skolēnu vēlmi izmantot viņa radītos mācību materiālus, tad skolotājam tajos būtu vēlams integrēt kādus no spēliskošanas elementiem (Su, 2016).

Pētījumos ir pierādījies, ka mācību procesā izmantoti spēliskošanas elementi palīdz skolēniem uzrādīt augstākus mācību sasniegumus (Barata et al, 2015). Tas ir izskaidrojams ar to, ka skolēniem ir lielāka motivācija apgūt mācību saturu un viņiem ir spēcīgāka interese iesaistīties mācību procesa norisē.

Taču, neskatoties uz spēliskošanas elementu izmantošanas pozitīvajiem aspektiem, skolotājam ir ļoti jāizvērtē, cik daudzus no šiem elementiem mācību stundās izmantot. Kā arī skolotājam ir rūpīgi jāizvērtē, kādi spēliskošanas elementi katrā situācijā ir atbilstošākie (Hill & Brunvan, 2018).

Spēliskošanas elementi ir tikai kā papildinājums mācību procesam, un tie var mācību procesu arī pārsātināt un novērst skolēnu domas no tā. Tas, cik daudz šos elementus izmantot savā mācību procesā ir atkarīgs tikai no skolotāja paša individuālajām vēlmēm un radošās pieejas, lai tos veiksmīgi integrētu mācību procesā.

Taču izmantojot spēliskošanas elementus, kuri stimulē skolēnu ārējo motivāciju skolotājiem ir rūpīgi jāizvērtē, cik daudz tos izmantot. Ja šie ārējie stimulējošie spēliskošanas elementi, piemēram, dažādi apbalvojumi, tiks izmantoti par daudz, skolēniem var rasties iespaids, ka kaut kas ir jādara tikai gadījumā, ja par to pretī tiks saņemts kāds apbalvojums vai labums (An, 2020).

Situācijā, kad tiek stimulēti tikai ārējā motivācija un tas darīts patstāvīgi, neveicina skolēnu iekšējās motivācijas veidošanu. Kā arī skolēniem vairs nav svarīgas iegūtās zināšanas un prasmes, viņus interesē tikai tas, vai viņiem par uzdevuma izpildi pienāksies kāds apbalvojums.

Jāņem vērā tas, ka spēliskošanas elementu izmantošana ietekmē katru skolēnu individuāli (Barata et al, 2015). Tas spēliskošanas elements, kas vienu skolēnu efektīvi motivēs otram var nedot nekādu motivējošo efektu vai pat radīt tieši pretēji demotivējošu efektu.

Tāpēc, lai izvērtētu, kādus spēliskošanas elementus katrā situācijā izvēlēties vispirms jāaplūko, kādi ir šie elementi un kādu motivējošo aspektu tie sniedz. To var aplūkot 2.2. tabulā (Laine & Lindberg, 2020; Hallifax et al, 2020; Su, 2016; Rouse, 2013; Sun et al, 2017).

## Spēliskošanas elementu motivējošais faktors

Spēliskošanas elements	Motivējošais faktors
Spēliskošanas elementu pielāgošana	Spēliskošanas elementu pielāgošana skolēnu individuālajam mācīšanās stilam un klases kopējam mācīšanās stilam palīdz atrast piemērotākos un tos pārveidot atbilstoši, lai tie veicinātu skolēnu iekšējās un ārējās motivācijās veidošanos.
Spēlētāja profils, jeb avatars	Var radīt skolēnu iekšējās motivācijas palielināšanos, jo skolēns caur šo spēles tēlu sasaista spēlē notiekošo ar sevi.
Dizainiski veiksmīgi iekļauti spēliskošanas elementi	Veiksmīgi integrēti spēliskošanas elementi palielina gan skolēnu iekšējo, gan ārējo motivāciju. Taču, ja elementi ir dizainiski neveiksmīgi iekļauti, tie var nemotivēt skolēnus mācību darbam.
Stāsta iekļaušana	Stāsta izmantošana palīdz skolēniem iejusties uzdevumā, kā arī palīdz sasaistīt uzdevumu ar viņu līdzšinējo pieredzi, kā rezultātā tiek veicināta skolēnu iekšējā motivācija.
Iekļaujošas vides radīšana	Ja skolēniem tiek radīta vide, kurā viņiem ir sajūta, ka viņi ir daļa uzdevuma, viņiem palielinās iekšējā motivācija to veikt.
Punktu, apbalvojumu izmantošana	Punktu un apbalvojumu izmantošana veicina skolēnu ārējo motivāciju, jo skolēni vēlas iegūt pēc iespējas augstāku rezultātu un uzrādīt augstāku rezultātu kā citiem skolēniem, lai iegūtu apbalvojumu, skolēnos rodas sacensības gars.
Laika ierobežošana	Ierobežojot skolēniem atļauto laiku uzdevuma veikšanai, viņi tiek vairāk motivēti iesaistīties uzdevuma veikšanā, lai paspētu to paveikt atvēlētajā laikā.

2.2. tabulā ir aplūkoti spēliskošanas motivējošie elementi, un kā tieši tie motivē skolēnus mācību darbam.

Punktu, apbalvojumu un laika ierobežošanas izmantošana ir spēliskošanas elementi, kuri ietekmē skolēnu ārējo motivāciju. Ar to palīdzību skolēni tiek motivēti izdarīt uzdevumu pēc iespējas ātrāk vai labāk, lai iegūtu vairāk punktus un sasniegtu augstāko rezultātu vai labāku rezultātu kā citiem skolēniem. Taču šis motivējošais faktors strādās tikai uz spējīgākajiem vai veiksmīgākajiem skolēniem, jo skolēni, kas vienmēr iegūs zemākos rezultātus, nebūs motivēti censties, jo domās, ka tāpat atkal iegūs zemāko rezultātu. Taču, ja tiek salīdzināta skolēna personīgā rezultāta dinamika, tad tas ir motivējošs faktors visiem skolēniem, jo skolēns sacenšas pats ar savu sniegumu, cenšoties to uzlabot.

Kā, piemēram, ja skolēniem par matemātikas testa izpildi tiek piešķirti punkti, kuri klasē tiek savstarpēji salīdzināti, tad daļai skolēnu tas darbosies kā papildus motivējošais faktors iegūt augstāku rezultātu. Taču skolēniem, kas parasti iegūst zemākus rezultātus matemātikas testos šis būs kā demotivējošs aspekts, jo skolēns jau pirms uzdevuma veikšanas paredzēs, ka viņš saņems zemāko rezultātu un nevēlēsies censties šo uzdevumu veikt. Taču, ja skolēna matemātikas testa rezultāti tiks salīdzināti tikai ar viņa paša iepriekšējiem testa rezultātiem un vērā ņemts, par cik punktiem viņš ieguvis vairāk vai mazāk. Tad tas motivēs visus skolēnus, jo katram skolēnam būs iespēja uzrādīt labāko rezultātu.

Iekļaujošas vides, stāsta un avatara izmantošana ir spēliskošanas elementi, kuri stimulē skolēna iekšējās motivācijas pastiprināšanos. Šo elementu izmantošana skolēniem rada iespaidu, ka viņi ir daļa no stāsta, tāpēc viņos rodas iekšēja vēlme šo stāstu atrisināt. Izmantojot šos spēliskošanas elementus, skolēniem var izveidot uzdevumu kompleksus, kuri izveidoti tematiski, vijoties cauri stāstam un veidojot skolēnos motivāciju tos atrisināt.

Lai skolēniem veicamie mācību uzdevumi, kuros integrēti spēliskošanas elementi, būtu saistoši, tiem jābūt arī dizainiski labi veidotiem. Veiksmīgi un pārdomāti dizainiski veidoti uzdevumi motivē skolēnus tos veikt, taču, ja uzdevums izveidots neveiksmīgi, tas var radīt pretēju efektu. Piemēram, labi izveidots un ar spēliskošanas elementiem papildināts digitālais mācību līdzeklis skolēniem neliksies saistošs, ja tajā būs graudaini elementi vai arī krāsas būs nesaderīgas un radīs nogurdinošu sajūtu acīm, uz to skatoties.

Svarīgi ir pievērst uzmanību arī spēliskošanas elementu pielāgošanai skolēnu individuālajām vajadzībām. Jo tie spēliskošanas elementi, kuri vieniem skolēniem var darboties motivējoši un veicināt mācību procesa apguvi, citiem skolēniem var nebūt saistoši un radīt vēlmi nepiedalīties mācību aktivitātēs.

Šajā apakšnodaļā tika aplūkots, kas ir mācību motivācija, tās iedalījums iekšējā un ārējā mācību motivācijā, kas ir kopīgs un atšķirīgs iekšējai un ārējai mācību motivācijai. Tas, kā spēliskošana darbojas, kā motivējošais elements un kādi tieši spēliskošanas elementi darbojas, kā motivējošie elementi un kā tie veicina skolēnu mācību motivāciju.

Var secināt, ka spēliskošanas veicināta, iekšējā mācību motivācija uzlabo skolēnu mācību sniegumu. Taču visveiksmīgākos rezultātus var sasniegt, ja tiek kombinēta gan iekšējā gan ārējā mācību motivācija un spēliskošanas metodes tiek pielāgotas skolēnu individuālajām vajadzībām. Pamatojoties uz šo, pētījumā tiks kombinēti izmantoti gan ārējo, gan iekšējo motivāciju veicinoši spēliskošanas elementi. Tas tiks darīts ar mērķi, veicināt skolēnu vēlmi izmantot radīto digitālo mācību materiālu, kā arī lai veicinātu augstāku mācību sasniegumu veidošanos.

Nākamajā apakšnodaļā tiks aplūkota spēliskošanas elementu izmantošanas pieredze dažādās ģeometrijas apguves tēmās.

### 2.3. Spēliskošanas elementu izmantošana ģeometrijā

Šajā apakšnodaļā tiks aplūkots, kā spēliskošanas elementus var iekļaut ģeometrijas apguves procesā, kā arī tiks sniegti piemēri no tā kā to ir darījuši dažādi pētnieki. Šīs apakšnodaļas rakstīšanas mērķis ir izprast, kā tieši ģeometrijas zināšanu konstruēšanas procesā ir iespējams integrēt dažādus spēliskošanas elementus, kas jāņem vērā tos integrējot mācību materiālos, mācību procesā.

Spēliskošanas elementi var tik integrēti dažādās mācību jomās, lai veicinātus skolēnu mācību sniegumu uzlabošanu un mācību motivācijas palielināšanu (*Brigham, 2019*).

Ģeometrijas mācību saturu var apgūt ar dažādu spēliskošanas elementu palīdzību. Kādus spēliskošanas elementus labāk izvēlēties ir atkarīgs gan no skolotāja individuālā darba stila, gan no apgūstamā ģeometrijas satura.

Lai labāk izprastu kādus spēliskošanas elementus integrēt, apgūstot ģeometrijas mācību saturu, lietderīgi ir aplūkot pētniecībā atspoguļotās piemērus, kā katru spēliskošanas elementu var iekļaut ģeometrijas mācību saturā. To varat aplūkot 2.3. tabulā (*Brigham, 2019; Kamalodeen et al, 2021; Jaggernauth et al, 2018; Doan, 2018; Wassie & Zergaw, 2019; Adamo, 2016*), kura veidota, pārveidojot 2.2. tabulu, aizstājot motivējošo faktoru ar veidiem, kā iekļaut spēliskošanu ģeometrijas apgūvē un konkrētiem piemēriem no pētniecības.

2.3. tabula

Spēliskošanas elementu iekļaušanas iespējamie veidi mācību stundās un mācību materiālos

Spēliskošanas elements	Kā iekļaut ģeometrijas mācību stundā/veidojot mācību materiālus	Piemērs
Spēliskošanas elementu pielāgošana	Skolotājam veidojot mācību materiālus, kuros vēlas iekļaut spēliskošanas elementus, vai, izvēloties jau gatavus materiālus, ir jāpiedomā, kā šos elementus pielāgot dažādiem skolēniem. To var darīt, veidojot dažāda veida darba lapas, no kurām skolēni var izvēlēties sev atbilstošāko.	Darba lapas ar dažādiem grūtības līmeņiem ( <i>Jaggernauth, 2018</i> ).

Spēliskošanas elements	Kā iekļaut ģeometrijas mācību stundā/veidojot mācību materiālus	Piemērs
Spēlētāja profils, jeb avatars	Skolēniem piešķirot katram individuālu avataru digitālā mācību līdzeklī, tas skolotājam palīdz atpazīt katra skolēna darbības. Kā arī avatars var būt kā palīgs, kurā skolotājs apslēpj norādes skolēniem.	Mathsinger (Adamo, 2016)
Dizainiski veiksmīgi iekļauti spēliskošanas elementi	Skolotājam izmantojot jau gatavus spēliskošanas elementus vai pašam tos veidojot, ir jāpievērš uzmanība vai tie saskan ar uzdevuma dizainu.	<i>Geogebra</i> (Wassie & Zergaw, 2019)
Stāsta iekļaušana	Veidojot ģeometrijas uzdevumus, skolotājs tos var ietvert stāstā. Taču, ietverot uzdevumus stāstā, tajā ir jāiekļauj pamatojums, kāpēc skolēniem jāpilda katrs no šiem uzdevumiem.	Uzbrukuma kartīšu veidošana (Doan, 2018)
Iekļaujošas vides radīšana	Veidojot uzdevumu kompleksu, skolotājs var radīt skolēniem ilūziju, ka skolēns ir tematiska uzdevuma varonis un šī uzdevuma izpilde kļūst svarīga pašam skolēnam.	Uzbrukuma kartīšu veidošana (Doan, 2018)
Punktu, apbalvojumu izmantošana	Skolotājs skolēniem par uzdevumu veikšanu var gan piešķirt, gan atņemt punktus, kā arī sagatavot apbalvojumus par paveikto darbu.	Olu spēle, Znook, UNO (Brigham, 2019)
Laika ierobežošana	Skolotāju skolēniem dažādu uzdevumu izpildei var ierobežot laiku, lai radītu labāku efektu, vēlams iekļaut laika atskaiti. Iekļaujot laika ierobežojumu, skolotājam jābūt pārliecinātam, ka atvēlētajā laikā ir iespējams paveikt uzdevumu.	Tanagrami (Kamalodeen et al, 2021) Olu spēle (Brigham, 2019)

2.3. tabulā ir redzami veidi, kā iekļaut spēliskošanas elementus ģeometrijas mācību stundās, kā arī veidojot mācību materiālus. Kā arī tabulā ir iekļauti piemēri katram spēliskošanas elementam, kā pētnieki to ir iekļāvuši ģeometrijas apgūvē.

Spēliskošanas elementu pielāgošana skolēnu vajadzībām ir integrējama, kā dažādu grūtības līmeņu darba lapu sagatavošana. Ja tiek izmantoti dažādas grūtības līmeņi, skolēni var izvēlēties vai tos pildīt secīgi pēc kārtas vai pildīt uzreiz kādu noteiktu līmeni, vai arī skolotāja var dot nosacījumu, ka darba lapas jāpilda secīgi (Jaggernaut, 2018).

Spēliskošanas elementus var pielāgot skolēnu vajadzībām ne tikai darba lapu formā, bet arī izstrādājot uzdevumus skolēniem digitālajā vidē. Kā arī izmantojot jau gatavus risinājumus skolotājiem vēlams izvērtēt materiālu un pielāgot to atbilstoši klases vajadzībām vai arī katra skolēna vajadzībām.

Ietverot ģeometrijas uzdevumos skolēnu spēlētāja profilus jeb avатарus – tas gan padara mācību procesu skolēniem personīgāku, gan sniedz skolotājam iespēju identificēt katra skolēna sniegumu pēc skolēna izveidotā avatara un segvārda. Taču skolēni viens otram var palikt anonīmi tādējādi skolēni nebaidīsies kļūdīties ģeometrijas uzdevumu izpildes laikā.

Taču avatars digitālos mācību materiālos var tik izmantots arī kā skolēnu palīgs un gids mācību materiālā. Caur šo avatara skolotājs var nodot skolēniem dažādus padomus un nepieciešamās formulas uzdevumu izpildei, kā arī avatars var darboties kā atgādnē, pie kuras skolēni vērsas, ja nonāk grūtībās uzdevuma izpildes laikā (*Adamo, 2016*).

Iekļaujot spēliskošanas elementus ģeometrijas mācību līdzeklī vai mācību stundā nedrīkst aizmirst arī par to, ka šiem elementiem ir dizainiski jābūt vienotiem ar veicamajiem ģeometrijas uzdevumiem.

Kā veiksmīgs piemērs, kā savienot spēliskošanas elementus ar digitālu mācību līdzekli ir *Geogebra*. Šajā mācību līdzeklī spēliskošanas elementi palīdz skolēniem nevis novērst to uzmanību un palīdz virzīties ģeometrisko ķermeņu apguves process (*Wassie & Zergaw, 2019*).

Skolotājam, domājot par stāsta iekļaušanu, kā arī iekļaujošās vides radīšanu, ir jābūt skaidri izdomātam scenārijam, kurā tad viņš vēlas integrēt šos ģeometrijas uzdevumus. Abi šie spēliskošanas elementi ir savstarpēji saistīti un var būt izmantoti vienlaicīgi, taču tajā pašā laikā var būt arī katrs pats par sevi.

Veicot uzdevumus, kuros skolēns ģeometrijas uzdevumus risina, lai palīdzētu kādam tēlam no stāsta vai pats ir stāsta varonis, tas palīdz skolēniem uzdevumus padarīt personiski nozīmīgākus. (*Doan, 2018*).

Punktu un apbalvojumu kā spēliskošanas elementa izmantošana ir populārs veids kā ģeometrijas uzdevumu risināšanu padarīt skolēniem saistošāku, jo viņi par to iegūst kāda veida labumu (*Brigham, 2019*).

Skolotājam ietverot punktu sistēmu, savos uzdevumos ir jāpārdomā, par ko tieši punkti tiks piešķirti, un cik daudz, lai nerastos situācijas, kad skolēni iegūst punktus, arī neveicot uzdevumus. Svarīgi, lai punktu piešķiršana veicinātu skolēnu vēlmi ģeometrijas uzdevumus veikt pēc iespējas labāk.

Lai organizētu mācību darbu ģeometrijas stundās var izmantot arī laika ierobežošanu uzdevuma izpildei, tādējādi skolotājam ir ērtāk izplānot stundas plānu, ieplānojot, cik ilgs laiks jāparedz uzdevuma izpildei. Var ne tikai ierobežot atvēlēto laiku uzdevuma izpildei, bet arī

uzņemt laiku, cik ilgā laikā skolēni paveic uzdevumu vai cik uzdevumus viņi var paveikt atvēlētajā laikā, tādējādi veicinot skolēnus uzdevumus paveikt pēc iespējas ātrāk (*Kamalodeen et al, 2021; Brigham, 2019*).

Ierobežojot laiku uzdevuma izpildei vai rosinot skolēnus uzdevumus veikt pēc iespējas ātrāk, ir jāuzmanās vai tādēļ necietīs ģeometrijas mācību saturs un skolēni uzdevumus nesāks veikt nekvalitatīvi, izlaižot nozīmīgas uzdevuma detaļas.

Šajā apakšnodaļā tika aplūkots, kā spēliskošanas elementus var integrēt tieši ģeometrijas apguves procesā, lai veicinātu skolēnu mācību motivācijas palielināšanos. Tika aplūkots kā konkrēti integrējams katrs no spēliskošanas elementiem, kā arī sniegts piemērs no citu pētnieku pieredzes, kā viņi ir integrējuši spēliskošanas elementus ģeometrijas apguves procesā, lai veicinātu skolēnu zināšanu konstruēšanu.

Var secināt, ka spēliskošanas elementi ir veiksmīgi integrējami dažādos ģeometrijas mācību materiālos un uzdevumos. Ar to palīdzību iespējams veicināt veiksmīgu skolēnu ģeometrijas zināšanu konstruēšanas procesu, jo skolēni ir motivētāki šim procesam. Tāpēc arī lietotnes prototipā telpisko ģeometrisko ķermeņu apguvei tiks integrēti spēliskošanas elementi.

### 3. EMPĪRISKĀ DAĻA

#### 3.1. Pētījuma metodoloģija un norise

Pētījuma empīriskās daļas mērķis ir izpētīt, vai ar lietotnes, kura papildināta ar spēliskošanas elementiem, palīdzību ir iespējams veicināt skolēnu izpratnes veidošanos par telpisko ģeometrisko ķermeņu laukumu un tilpumu, kā arī to aprēķināšanu. Tas tika darīts, analizējot šobrīd pieejamās lietotnes, kuras ar spēliskošanas elementu palīdzību varētu veicināt skolēnu izpratnes pilnveidošanos par telpisko ģeometrisko ķermeņu laukuma un tilpuma aprēķināšanu. Kā arī, balstoties teorētiskajā daļā izpētītajā un lietotņu analīzes laikā iegūtajos secinājumos, izveidots prototips lietotnei, ar kuras palīdzību tiktu veicināta skolēnu izpratne par ģeometrisko ķermeņu tilpuma un laukuma aprēķināšanu. Izmēģināts prototips reālā pedagoģiskajā vidē, un veikti secinājumi par to vai lietotnes prototipa izmantošana veicināja skolēnu izpratnes veidošanos par telpisko ģeometrisko ķermeņu tilpumu un laukumu.

Pētījumā tika izmantotas 4 empīriskās pētījuma metodes:

1. Lietotņu izvērtējums pēc izstrādātiem kritērijiem.
2. Pedagoģiskās situācijas modelēšana un pedagoģiskais novērojums.
3. Skolēnu aptauja, izmantojot anketas un zināšanu pārbaudes testus.
4. Skolotāju intervēšana izmantojot daļēji strukturēto interviju.

Pētījuma izstrādes laikā vispirms tika analizēta zinātniskā literatūra par zināšanu konstruēšanas procesu ģeometrijas apguves laikā, kā arī par spēliskošanu un tās nozīmi skolēnu motivācijas veicināšanā. Pamatojoties uz iegūtajām atziņām, no zinātniskās literatūras analīzes tika izveidoti kritēriji, pēc kuriem izanalizēt šobrīd interneta vidē pieejamās lietotnes, kuras palīdzētu skolēniem pilnveidot izpratni par telpisko ģeometrisko ķermeņu laukuma un tilpuma aprēķināšanu. Pēc šo kritēriju izveides tika veikta lietotņu atlasīšana un analizēšana pēc izstrādātajiem kritērijiem (skatīt pielikumu nr. 1.).

Vadoties pēc iegūtajiem secinājumiem no lietotņu analizēšanas un iegūtajām atziņām no pētījuma teorētiskās daļas, tika izveidots lietotnes prototips, prototipu veidošanas rīkā *Genially*. Prototipā atspoguļotas lietotnes galvenās funkcionalitātes un skolēniem ir iespēja mijiedarboties ar to, radot ilūziju, ka tā ir patstāvīgi darboties spējīga lietotne.

Lietotnes prototipa izstrādes laikā tika veikts izmēģinājuma pētījums, kura laikā šobrīd skolā strādājoša matemātikas skolotāja izmēģināja lietotnes prototipa darbību, kā arī to, kā darbojas integrētie *Google forms* testi. Šī izmēģinājuma pētījuma laikā skolotāja lietotnes prototipu izmēģināja 2 reizes. Pēc pirmā izmēģinājuma skolotāja izteica ieteikumus par

ģeometrijas mācību saturu, par to kā to labāk atspoguļot, lai veicinātu skolēnu izpratnes veidošanos par telpisko ģeometrisko ķermeņu laukuma un tilpuma aprēķināšanas procesu. Pēc otrās lietotnes prototipa izmēģinājuma reizes matemātikas skolotāja parādīja vietas, kurās ir neprecīzi novietoti interaktīvie laukumi, kā arī tie noved uz nepareizajiem slaidiem. Šāda skatījuma no malas iegūšana no matemātikas skolotājas palīdzēja izstrādāt lietotnes prototipu pilnvērtīgāku un atbilstošāku 8. un 9. klases skolēnu vajadzībām.

Pēc prototipa pabeigšanas un uzlabojumu veikšanas pēc izmēģinājuma pētījuma, tika veikta pedagoģiskās situācijas modelēšana, kuras laikā skolēniem tika piedāvāts izmēģināt lietotnes prototipu. Pirms un pēc lietotnes prototipa izmēģināšanas skolēniem bija jāaizpilda anketas ( skatīt pielikumu nr. 5. un 6.) kurās skolēniem tika jautāts par viņu pieredzi ar šāda tipa mācību līdzekļiem un viņu viedoklis par šo lietotnes prototipu. Kā arī skolēniem tika jautāts vai viņu prāt šādas lietotnes izmantošana veicinātu viņu izpratnes attīstību par telpiskajiem ģeometriskajiem ķermeņiem, kas pēc tam tiks salīdzināts ar skolēna rezultātiem lietotnes izmēģinājuma laikā. Skolēnu anketās norādītos datus un iegūtos rezultātus *Google forms* integrētajos testos lietotnes prototipā var salīdzināt, pateicoties katram skolēnam piešķirtam individuālajam kodam, ar kura palīdzību skolēni sniegtie dati ir atpazīstami, taču paši skolēni paliks anonīmi, un iegūtos datus varēs analizēt, gan kvalitatīvi analizējot skolēnu individuāli izteiktos viedokļus, gan kvantitatīvi ar aprakstošās statistikas palīdzību.

Pēc lietotnes prototipa izmēģināšanas klasē tika veiktas daļēji strukturētās intervijas ar klases matemātikas skolotājiem (skatīt pielikumu nr. 3. un 4.), lai uzzinātu viņu viedokli par šādu lietotņu izmantošanu mācību procesā. Vai skolotāji būtu gatavi mācību procesā integrēt šāda tipa digitālus mācību materiālus un kādus pozitīvus un negatīvus aspektus viņi saredz šādu digitālu materiālu izmantošanā matemātikas stundās.

Respondentu izlase tika veidota no 2 8.klasēm un 1 9.klases, kopā veidojot 50 skolēnus un 2 šo klašu matemātikas skolotājas, kā arī 1 neatkarīga matemātikas skolotāja. Apzināti tika izvēlēts izmantot tieši 8. un 9. klases, lai varētu aplūkot. vai skolēnu attieksmē pret digitāliem mācību līdzekļiem ar spēliskošanas elementiem, kā arī zināšanu konstruēšanas procesā ģeometrijā iespaidu ir atstājusi kompetenču pieejas ienākšana skolās. Jo 8. klases jau 2 gadus mācās pēc kompetenču pieejas, taču 9. klase mācās pēc līdzšinēja izglītības standarta. Kā arī daļēji apzināti tika izvēlēti tikai vienas skolas respondenti, pirmkārt tāpēc, lai rezultātus neietekmētu skolu atšķirības, otrkārt tas tika darīts, ņemot vērā valstī esošo epidemioloģisko situāciju.

### **3.2. Telpisko ģeometrisko ķermeņu izpētes temats ģeometrijā – standarta maiņa**

Šis apakšnodaļas mērķis ir izpētīt, kā ir mainījies telpisko ģeometrisko ķermeņu apguves temats, ienākot jaunajam papildinātajam izglītības standartam, saprast, kurā klasē apgūst katru no telpiskajiem ģeometriskajiem ķermeņiem, un atrast telpisko ģeometrisko ķermeni, kuru šobrīd vienlaikus apgūst 8. klasē mācoties pēc jaunā izglītības standarta un 9. klasē, pēc esošā izglītības standarta.

Līdz šim Latvijā matemātikas skolotāji veidojot savu mācību procesu vadījās pēc VISC izstrādātās Matemātikas 1-9. klasei mācību priekšmeta programmas parauga. Šis materiāls nebija obligāti lietojams, taču tas palīdzēja skolotājiem orientēties tajā, kā realizēt Valsts pamatizglītības standartā un Pamatizglītības standartā matemātikā noteiktās prasības (Izglītības satura un eksaminācijas centrs, 2005). Kā arī palīdzēja skolotājam izplānot, kad apgūt katru no matemātikā apgūstamajiem tematiem, tā lai tie papildinātu viens otru un skolēni varētu izmantot vienā tematā apgūtās zināšanas arī citos. Ja skolotājs vēlējas viņš varēja arī pats izstrādāt savu matemātikas mācību priekšmeta programmu ievērojot visas Pamatizglītības standartā matemātikā un Valsts pamatizglītības standartā noteiktās prasības.

Taču sākot jau no 2020./2021. mācību gada Latvijā pakāpeniski tiek ieviests jaunais papildinātais izglītības standarts. Līdz ar izglītības standarta maiņu skolotājiem radās nepieciešamība nomainīt arī mācību programmas pēc, kurām tie vadās, organizējot mācību procesu. Skolotājiem kā atbalsta materiāls tika sagatavots jauns, projekta Skola 2030 ietvaros, matemātikas priekšmeta programmas paraugs. Sākotnēji to ieviesa 1., 4., 7., 10. klasē un secīgi tam pievienojas arī pārējās klases. Nākamajā mācību gadā (2022./2023. mācību gadā) šis jaunais izglītības standarts darbosies visās vispārīzglītojošajās klasēs. Šajā jaunajā pilnveidotajā mācību standartā tiek ietverta kompetenču pieeja un mācību priekšmetu sadalīšana jomās (Skola 2030, 2018). Matemātikas mācību priekšmets turpmāk būs matemātikas mācību jomas sastāvā.

Līdz ar mācību standarta maiņu mainās arī mācību satura plānojums jeb tas, ko skolēniem katrā klasē būtu jāapgūst. Kā arī tiek mainīta pieeja, ar kādu skolēni apgūst telpisko ķermeņu tilpuma aprēķināšanu. Analizējot, šīs pārmaiņas, vadīsimies pēc matemātikas mācību priekšmeta programmas paraugiem, kuri tika izstrādāti 2005. un 2019. gadā.

Lai labāk izprastu telpisko ģeometrisko ķermeņu apguves procesa plānojuma maiņu, tie tiks salīdzināti ar 3.1.tabulas palīdzību (Izglītības satura un eksaminācijas centrs, 2005; VISC, 2019; VISC a., 2021). Tabulā tiek norādīts, kurā klasē atbilstoši mācību priekšmetu programmas paraugiem tiek apgūta konkrētā ģeometriskā ķermeņa tilpuma aprēķināšana.

## Telpisko ģeometrisku ķermeņu apguves plānojums

Telpiskais ģeometriskais ķermenis	Kad tika apgūts līdzšinējā mācību standartā.	Kad tiek apgūts papildinātajā mācību standartā.
Kubs	5. klase	6. klase
Taisnstūra paralēlskaldnis	5. klase	3. klase, tilpuma noteikšana ar kubiem. 6. klase, aprēķini. Izzin kā veidojas tilpuma formula.
Taisna prizma.	9. klase	8. klase
Regulāra prizma.	9. klase	Matemātika I
Piramīda	9. klase	Matemātika I
Regulāra piramīda.	9. klase	Matemātika I
Cilindrs	9. klase	8. klase
Konuss	9. klase	Matemātika I
Lode	9. klase	Matemātika I

3.1. tabulā ir redzams, ka līdz ar papildinātā izglītības standarta ienākšanu ir izmanījies plānojums, kad tiek apgūti telpiskie ģeometriskie ķermeņi.

Pēc Skolas 2030 ievietotā mācību priekšmeta programmas parauga pirmos priekšstatus par ģeometrisku ķermeņu tilpumu skolēni apgūst jau 3. klasē, praktisku darbību ceļā. Viņi no kubiem, kuriem jau ir zināms tilpums, veido taisnstūra paralēlskaldņus un tad izskaita, cik kubi izmantoti, tādējādi uzzinot taisnstūra paralēlskaldņa tilpumu. Taču ar tilpuma formulām skolēni iepazīsies tikai 6. klasē, taču pozitīvi ir tas, ka šīs tilpuma formulas tiks atklātas praktisku darbību ceļā.

Skola 2030 izstrādātajā mācību priekšmeta programmas paraugā ir paredzēts, ka taisnstūra paralēlskaldņa un kuba laukumu aprēķināšanu skolēni apgūs 6. klasē, savukārt, līdzšinējā mācību standartā skolēni to apguva 5. klasē.

Tāpat iepazīšanās ar pirmajām tilpuma formulām papildinātajā izglītības standartā noris vēlāk, taču ar nākamo telpisko ģeometriju ķermeņu tilpumu aprēķināšanu skolēni papildinātajā mācību standartā iepazīsies agrāk. 8. klasē pēc Skola 2030 izstrādātā mācību priekšmeta programmas parauga ir jāapgūst taisnas prizmas un cilindra tilpuma aprēķināšana. Savukārt, pēc līdzšinējās mācību priekšmetu programmas parauga skolēni to apguva 9. klasē, kopā ar pārējo telpisko ķermeņu tilpumu aprēķināšanu.

Turpretī papildinātajā mācību standartā pārējo telpisko ģeometriju ķermeņu tilpumu aprēķināšanu apgūs skolēni vidusskolā apgūstot priekšmetu matemātika I. Tāpat daļēji

ģeometrisko ķermeņu tilpumu aprēķināšanas temats no vispārējās pamatizglītības ir pārcelts uz vispārējās vidējās izglītības mācību saturu.

Lai gan pēc Skola 2030 ievietotā mācību priekšmeta programmas parauga skolēni apgūs mazāk telpisko ķermeņu tilpumu aprēķināšanu, tajā pašā laikā viņi to darīs padziļinātāk. Jo šajā mācību priekšmeta programmas paraugā ir minēts, ka ir jāvelta laiks, lai skolēni praktisku darbību ceļā izzinātu tilpuma aprēķināšanas formulas, nevis tās mehāniski pielietotu. Tas sasauca arī ar konstruktīvisma pieeju, respektīvi, skolēni paši atklāj zināšanas nevis iegaumē skolotājas pateikto vai mācību grāmatā atrasto tilpuma aprēķināšanas formulu.

Izanalizējot abus šobrīd spēkā esošos vispārējās izglītības standartus, atklājas, ka vienlaikus skolēni šobrīd 8. un 9. klasē apgūst cilindra tilpuma aprēķināšanu, tāpēc tieši šis ģeometriskais ķermenis tiks iekļauts prototipā.

### **3.3. Telpisko ģeometrisko ķermeņu tilpuma aprēķināšanas apguves lietotnes**

Šobrīd interneta vidē pieejams liels skaits dažādu lietotņu, kuras paredzētas gan mācību, gan izklaides nolūkiem. Latvijas iedzīvotāji interneta piekļūšanai visbiežāk izmanto tieši mobilos telefonus vai viedtālruņus, tie ir 65 % iedzīvotāju. Taču jauniešu vidū šis skaitlis sasniedz jau 96 % no aptaujātajiem jauniešiem (Oficiālās statistikas portāls, 2019).

Tā kā viedtālrunis ir populārākais interneta resursu piekļuves avots jauniešu vidū, tad ir jāaplūko tieši lietotnes, ar kuru palīdzību iespējams apgūt telpisku ķermeņu tilpuma aprēķināšanu viedtālruņos. Taču ne visas pieejamās lietotnes darbojas uz visām viedtālruņu operētājsistēmām.

Latvijas iedzīvotāju vidū 70.88 % ir viedtālruņi ar *Android* operētājsistēmu. *IOs* operētājsistēma, kura tiek lietota *Apple* firmas ierīcēs, ir tikai 28.34 % viedtālruņu lietotāju (StatCounter, 2022). Tāpēc tika analizētas lietotnes telpisko ģeometrisko ķermeņu tilpuma aprēķināšanas apguvei, kuras pieejamas *Google Play* veikalā. Jo *Google Play* veikals ir pieejams visiem *Android* operētājsistēmas lietotājiem.

Lai atlasītu atbilstošākās lietotnes izpratnes veicināšanai par telpisko ģeometrisko ķermeņu tilpuma aprēķināšanu, *Google Play* veikala meklētājā tika ievadīti atslēgas vārdi – *volume geometry*. Vārds *volume* apzīmē tilpumu, savukārt, vārds *geometry* apzīmē ģeometriju. Ievadot šos atslēgas vārdus meklētājā, tas atlasīja 251 lietotni. Lai atlasītu 10 atbilstošākās lietotnes, tās tika analizētas divās atlasēs kārtās, vadoties pēc pieejamās informācijas par tām,

Google Play veikalā. Tika izmantota gan informācija no lietotņu aprakstiem, gan arī pieejamie attēli no tām.

Lietotņu 1. atlasē procesā laikā lietotnes tika analizētas, izvērtējot tās no 4 aspektiem. Šie aspekti bija:

1. Vai lietotne nav saistīta ar terminu, *volume* tā izpratnē, ka *volume* nozīme ir skaņa.
2. Vai lietotne ietver atbilstošu saturu, respektīvi vai lietotnē tiek aplūkots mācību saturs par ģeometriskajiem ķermeņiem.
3. Vai lietotnes vienīgā funkcija nav dažādu ģeometrisko ķermeņu lielumu aprēķināšana, respektīvi vai tā nedarbojas kā kalkulators.
4. Vai lietotne ir bezmaksas.

Analizējot pirmo aspektu, atklājās, ka 19 no atlasītajām lietotnēm ir saistītas ar mūziku. Analizējot otro aspektu, par lietotņu satura atbilstību balstoties informācijā, ko var redzēt Google Play veikalā parādās, ka 37 no atlasītajām lietotnēm nav saturs par ģeometriskajiem ķermeņiem. Taču, analizējot šo lietotņu pamanāmās funkcijas, to aprakstos atklājās, ka 123 no tām darbojas, kā dažāda veida kalkulatori, ar kuru palīdzību iespējams aprēķināt dažādus ģeometriskos lielumus un tajās nav satura, kas veicinātu skolēnu izpratnes veidošanos par ģeometrisko ķermeņu tilpuma aprēķināšanu. Kā arī pētījumā tika analizētas tikai bezmaksas lietotnes, tāpēc tika atlasītas maksas lietotnes, lai tās neanalizētu tālākajā pētījuma gaitā. Analizējot, cik no lietotnēm ir bezmaksas, ir redzams, ka 20 no analizētajām 251 lietotnes ir maksas, tāpēc tās netika smalkāk analizētas. Dažām no lietotnēm bija sastopami arī vairāki no šiem aspektiem vienlaicīgi. Pēc atlasē kritēriju analīzes kopsavilkuma 65 lietotnes tika atlasītas 2. atlasē posmā, jo tās atbilda visiem šiem atlasē aspektiem, jeb, respektīvi, tajās nebija sastopami šie aspekti. Ar lietotņu 1. atlasē posma datiem var iepazīties šeit: [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Jd6VQYaTMGaW1QfR0-fhTM4ka1Pvf45ytCx\\_rivKVIM/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Jd6VQYaTMGaW1QfR0-fhTM4ka1Pvf45ytCx_rivKVIM/edit?usp=sharing)

Lietotņu atbilstības 2. atlasē posmā tika analizētas iepriekš atlasītās 65 lietotnes pēc 4 citiem aspektiem. 2. posma atlasē aspekti bija šādi:

1. Vai lietotnē skolēniem ir pieejama interaktivitāte (skolēni var darboties nevis lietotne ir kā atgāde par formulām un teoriju).
2. Vai lietotnē skolēni var mijiedarboties ar materiālu, nevis to tikai apskatīt (digitālas mācību grāmatas, bez interaktivitātes, mācību video apkopojumi).
3. Vai lietotnē ir angļu valodā, vai arī to ir iespējams izvēlēties, kā arī tika izvērtēts vai šīs lietotnes saturs, varētu atbilst mērķa grupai.
4. Vai lietotnes saturs ir par telpisko ģeometrisko ķermeņu laukumiem un tilpumiem.

Analizējot, vai lietotne nav tikai ģeometrijas formulu un teorijas apkopojums, atklājās, ka 38 no lietotnēm tādas ir. Respektīvi, tajās dažādā veidā tika apkopota un pasniegta informācija par ģeometriskajiem ķermeņiem vai arī tās bija kā ģeometrijas formulu atgādnēs.

12 no lietotnēm bija mācību grāmatu digitālas versijas lietotņu formā, kurās skolēniem nebija iespējas līdzdarboties, piemēram pildīt lietotnēm mācību grāmatā ietvertos uzdevumus.

Analizējot to, kādā valodā lietotne ir pieejama, parādījās, ka ne visas no lietotnēm ir pieejamas angļu valodā, kā arī dažās no pieejamajām lietotnēm nebija atbilstošas pētījuma mērķa grupai, jo to saturs bija paredzēts maziem bērniem. Kopā gan lietotnes, kuras neatbilda valodas dēļ, gan tās kuru saturs neatbilda mērķa grupai bija 8.

Lai gan šajā atlasē grupā visas lietotnes bija par ģeometriskajiem ķermeņiem, ne visās saturs bija par ģeometrisko ķermeņu laukumiem un tilpumiem. Šādas lietotnes, kurās netika aplūkoti ģeometrisko ķermeņu laukumi un tilpumi, bija 11.

Ar 2.atlases posma lietotņu atlasē datiem padziļinātāk var iepazīties šeit: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1PmbnbKIPswk3P1-47AXrZynE0rbHw6BXGDZ7PY1KeLQ/edit?usp=sharing>

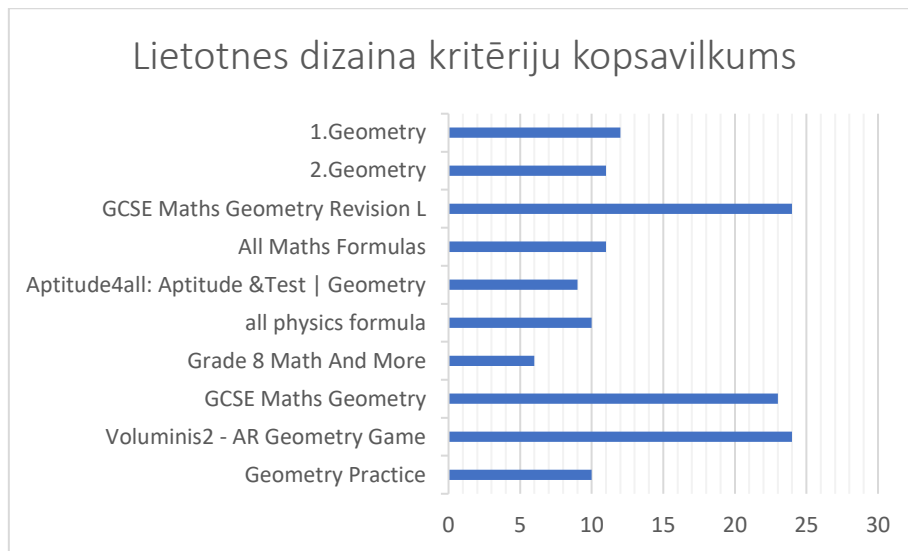
Šajā 2. atlasē posmā no 65 lietotnēm tika atlasītas 10 atbilstošākās. Šīs 10 lietotnes tika analizētas, vadoties pēc kritēriju tabulas (skatīt pielikumu nr. 1.). Kritēriji tika sadalīti 3 grupās:

- Lietotnes dizaina kritēriji;
- Ģeometrijas apguves kritēriji;
- Pedagoģiskie kritēriji.

Katrs kritērijs tika izvērtēts liketra skalā no 0 līdz 3, kritēriju apzīmējumi bija šādi:

- 0 - pilnībā neatbilst;
- 1 - vairāk neatbilst, nekā atbilst;
- 2 - vairāk atbilst, nekā neatbilst;
- 3 - pilnībā atbilst.

Lai lietotnes tiktu izvērtētas maksimāli objektīvi, un izvairītos no personīgā iespaida par lietotni, tika izstrādāts kritēriju izvērtējuma apraksts katram kritērijam, pēc kura orientējās, izvērtējot lietotnes. Vispirms lietotnes tika izvērtētas, analizējot to no lietotnes dizaina kritēriju aspekta (skatīt pielikumu Nr. 2.), analīzes kopsavilkums attēlots 3.1. attēlā. Lietotnes 12 dizaina kritērijos kopā varēja saņemt 36 punktus.

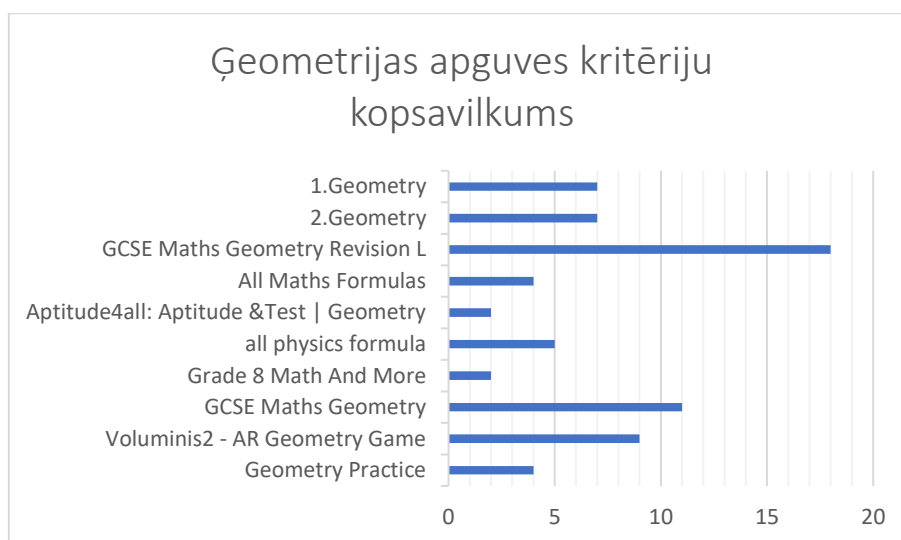


### 3.1. Attēls. Lietotnes dizaina kritēriju izvērtējuma kopsavilkuma grafiks

3.1. attēlā redzams, ka salīdzinoši lielāku izvērtējuma punktu skaitu ir ieguvušas 3 lietotnes: *Voluminis2 - AR Geometry Game*, *GCSE Maths Geometry Revision L*, *GCSE Maths Geometry*. Taču pārējās lietotnes ir ieguvušas ne vairāk kā 1/3 no iespējamajiem punktiem par lietotnes dizaina kritērijiem.

Šīs lietotnes bija pilnvērtīgāk izstrādātas, iekļaujot gan tehniskas, gan funkcionālas detaļas, lai atvieglotu un uzlabotu lietotāja pieredzi tajās. Katrai no šīm labākajām lietotnēm bija gan savas stiprās, gan vājās puses. *Voluminis2 - AR Geometry Game* lietotnei bija nepieciešams obligāts interneta pieslēgums, taču tajā pašā laikā šī ir vienīgā lietotne, kurā skolēniem ir iespējams mijiedarboties ar klasesbiedriem un skolotājs var redzēt skolēnu sniegumu, ja viņš pievienojas klases vienotajai telpai. Visas 3 šīs lietotnes ir salīdzinoši intuitīvas, tajās viegli orientēties, neizmantojot lietošanas instrukciju, kā arī tajās veiksmīgi integrēt spēliskošanas elementi.

Pēc tam lietotnes tika analizētas, vadoties pēc 7 ģeometrijas apguves kritērijiem, kuros kopā lietotnēm bija iespējams iegūt līdz 21 punktam, lietotņu iegūtos rezultātus iespējams aplūkot 3.2 attēlā.

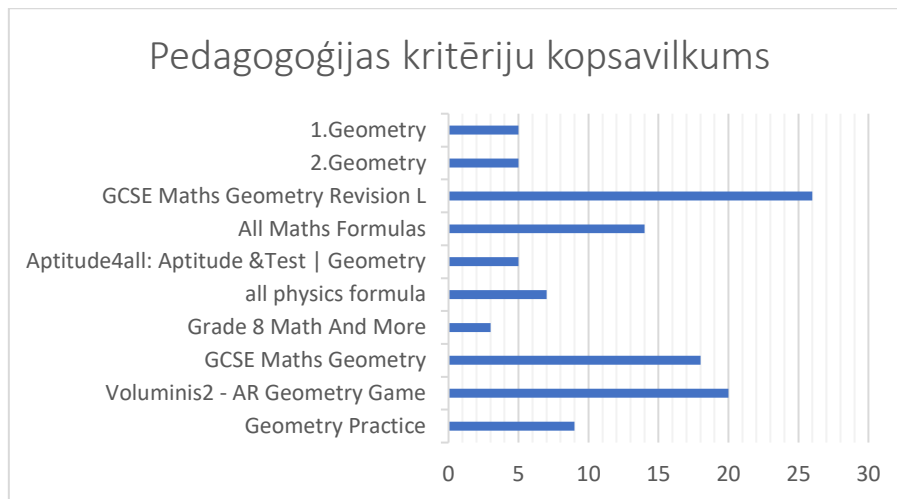


### 3.2. attēls. Lietotnes ģeometrijas apguves kritēriju izvērtējuma kopsavilkuma grafiks

Kā redzams 3.2. attēlā arī ģeometrijas apguves kritērijos tāpat kā lietotnes dizaina kritērijos augstākos vērtējumus ir saņēmušas 3 lietotnes: *Voluminis2 - AR Geometry Game*, *GCSE Maths Geometry Revision L*, *GCSE Maths Geometry*. Šajā sadaļā lietotnes tika analizētas no ģeometrijas apguves aspekta. Tika analizēts, vai lietotne piedāvā telpisko ģeometrisko ķermeņu izklājumus, vai tiek piedāvāti daudzveidīgi uzdevumi telpisko ģeometrisko ķermeņu tilpuma un laukuma aprēķināšanai, kā arī vai tiek pastāstīts vai dota iespēja izzināt, kā rodas šīs formulas, kuras izmantojot var aprēķināt ģeometrisko ķermeņu tilpumu un laukumu.

Šajā sadaļā labāko rezultātu ieguva lietotne *GCSE Maths Geometry Revision L*, kura pārējo lietotņu vidū izcēlās ar plašu teorētisko atgādņu klāstu, ko iespējams aplūkot uzdevuma pildīšanas laikā, kā arī šajā lietotnē tika piedāvāti daudzveidīgi uzdevumi, un skolēniem atgādnēs pastāstīts par to, kāpēc tilpuma un laukuma aprēķināšanas formulas ir tieši tādas. Kā arī katra uzdevuma atgādnēs pievienots plašs skaidrojums par to kā tas būtu jārisina un kāda ir pareizā atbilde, ko skolēns var izmantot gadījumā, ja pats nespēj atrisināt uzdevumu. Šajā ģeometrijas apguves kritēriju sadaļā daudzas no lietotnēm ieguva ļoti zemu punktu skaitu, jo tajās bija iekļauti vienvēidīgi uzdevumi, kuri skolēnos neraisīja izpratni par to kā un kāpēc veidojas ģeometrisko ķermeņu laukumu un tilpumu formulas, bet gan aptvēra tikai mehānisku to risināšanu.

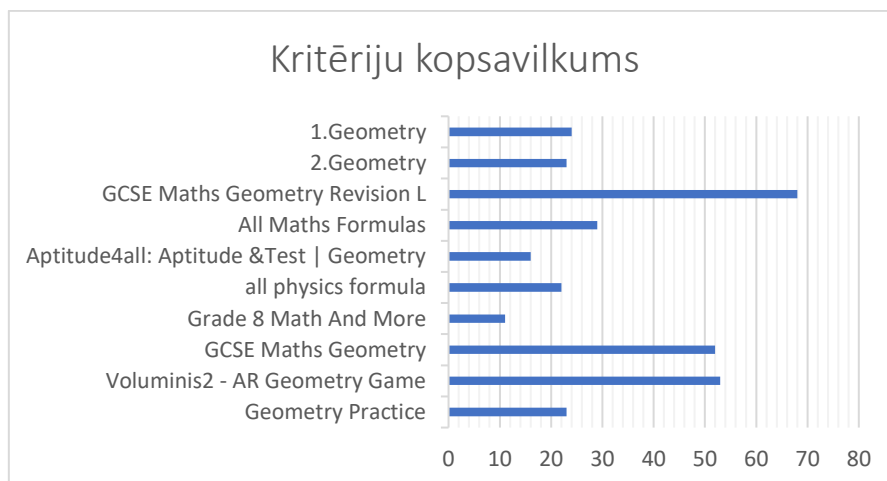
Kā pēdējie tika aplūkoti pedagoģisko kritēriju izpilde lietotnēs. Šajā grupā aplūkotie kritēriji analizēja to, vai lietotne veicina skolēnu aktīvu mācīšanos, vai tajās ir iekļauti elementi, kas palielina skolēnu motivāciju tās izmantot, vai skolēniem ir iespējams redzēt pareizo atbildi kļūdas gadījumā, kā arī risinājuma ceļu, kā nonākt līdz pareizajai atbildei. Tika analizētas arī iespējas aplūkot mācību progresu un atgādņu esamība, kā arī uzdevumu daudzveidība un sarežģītība, sakārtotība pa tematiem. Tika aplūkoti 9 pedagoģiskie kritēriji un kopā varēja iegūt 27 punktus. To kādus rezultātus šajos kritērijos ieguvušas lietotnes variet aplūkot 3.3. attēlā.



### 3.3. attēls. Lietotnes pedagoģisko kritēriju izvērtējuma kopsavilkuma grafiks

3.3. attēlā redzams, ka arī pedagoģiskajos kritērijos augstākos rezultātus uzradījušas tās pašas 3 lietotnes, kas abos iepriekšējos kritēriju blokos: *Voluminis2 - AR Geometry Game*, *GCSE Maths Geometry Revision L*, *GCSE Maths Geometry*. Arī šajā kritēriju blokā visaugstāko punktu skaitu ir ieguvusi lietotne *GCSE Maths Geometry Revision L*, kura izcēlās starp pārējām ar iespēju skolēnam aplūkot viņa mācību progresu, kā arī piedāvāto daudzveidīgo uzdevumu klāstu. Piedāvātie uzdevumi ir sakārtoti pa apguves tēmām un iekļauj dažādas sarežģītības pakāpes uzdevumus. Lietotnēs, kuras saņēma mazāko punktu skaitu, uzdevumi bija vienkārši un nepiedāvāja skolēniem redzēt uzdevumu izpildes progresu, kā arī tajās trūka elementu, kas veicinātu skolēnu aktīvu iesaistīšanos un motivāciju lietot lietotnes.

Saskaitot kopā visos trīs kritēriju blokos iegūtos punktus redzams, ka izteikti augstākus rezultātus ir, ieguvušas 3 lietotnes, kā tas redzams 3.4 attēlā.



### 3.4. attēls. Lietotņu izvērtējuma kritēriju kopsavilkuma grafiks

3.4.attēlā redzams, ka ar iegūtiem 68 punktiem no maksimāli iespējamajiem 84 kā veiksmīgāk izstrādātā lietotne tieši ģeometrisko ķermeņu tilpuma aprēķināšanas prasmju pilnveidei ir *GCSE Maths Geometry Revision L*. Tāpat arī otrā un trešā veiksmīgākās lietotnes

ir jau iepriekš kritēriju bloku analizē aplūkotās *AR Geometry Game* un *GCSE Maths Geometry*. Šīs trīs lietotnes pārliecinoši visos trīs kritēriju blokos bija novērtētas visaugstāk.

Analizējot šīs lietotnes, ar daudzveidīgu kritēriju palīdzību atklājās, ka dažas ir, izveidotas veiksmīgāk, taču citas ne tik veiksmīgi, lai tās varētu izmantot skolēnu zināšanu pilnveidei par ģeometrisko ķermeņu laukumu un tilpumu aprēķināšanu.

Šajā lietotņu analizēšanas procesā apstiprinājās, ka šobrīd trūkst lietotnes, kuras palīdzētu skolēniem nostiprināt zināšanas par telpisko ģeometrisko ķermeņu laukuma un tilpuma aprēķināšanu un veicinātu skolēnu izpratnes veidošanos par to, kā ir radušās šīs tilpuma un laukuma aprēķināšanas formulas un kāpēc tās ir tieši tādas.

No šīs lietotņu analizēšanas var secināt, ka ir svarīgi, lai tiktu piedāvāti daudzveidīgi uzdevumi, kuriem būtu sasaiste arī ar ikdienas dzīvi, lai veicinātu skolēnu motivāciju iesaistīties aktīvā mācību procesā ar lietotnes palīdzību. Kā arī skolēniem ir nepieciešama iespēja izsekot savam mācību progresam un iespējas orientēties tajā, kādas tēmas uzdevumus viņi vēlas pildīt un atlasīt atbilstošas grūtības pakāpes uzdevumus. Kā arī lietotņu analizēšanas laikā atklājās, ka šobrīd bezmaksas nav pieejama lietotne, kura skolēniem ļautu secīgi pa posmiem iziet cauri tam, kā rodas ģeometrisko ķermeņu tilpuma aprēķināšanas formula, un radīt skolēnos izpratni par to, kāpēc tā tāda ir nevis veicinātu skolēnos šīs formulas mehānisku iegaumēšanu bez izpratnes.

### **3.4. Lietotnes “Izzinām telpiskos ģeometriskos ķermeņus” prototipa izveides procesa raksturojums**

Lietotnes prototipa izveide balstījās iegūtajās atziņās no izpētītās teorētiskās literatūras par veidu, kā noris zināšanu konstruēšana ģeometrijas apgūvē, kā arī par to, kas tad ir spēliskošanas elementi un kā tos integrēt lietotnes prototipā tā, lai tie veicinātu skolēnu mācību motivāciju.

Sākotnēji lietotnes prototipa ideja tika skicēta uz papīra lapām, lai labāk izprastu kā vēlamā izzināmo ģeometrijas mācību saturu iekļaut lietotnes prototipā. Pēcāk skices pārnestas programmā *app.diagrams.net*. Skiču izveide notika 3 stadijās:

- Sākotnējās idejas skice (skatīt pielikumu nr.7.);
- Ģeometrijas satura atspoguļojuma skice (skatīt pielikumu nr.7.);
- Spēliskošanas elementu iekļaušanas skice (3.5.attēls).

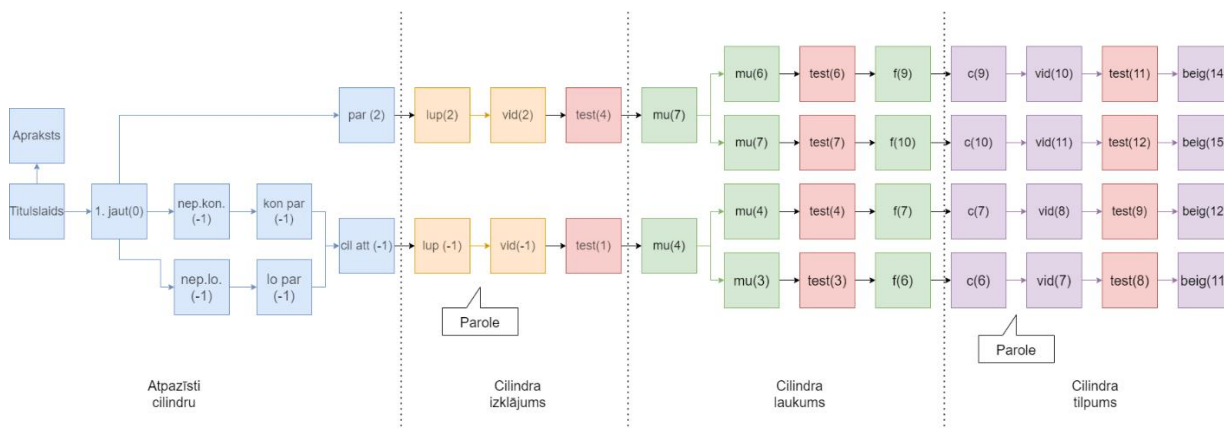
Sākotnējās idejas skicē atspoguļojās pirmie idejas uzmetumi, kā arī tika apkopots, kādiem etapiem skolēniem ir jāvirzās cauri, lai veidotos izpratne par telpisko ķermeņu laukuma un

tilpuma aprēķināšanu. Kā arī, tika apkopotas idejas par to ar kādiem spēliskošanas risinājumiem, varētu veicināt skolēnu vēlmi izmantot aplikācijas prototipu. Šajā pirmajā skices posmā tika nonākts pie idejas, ka tiks izmantoti šādi spēliskošanas elementi:

- Stāsta izmantošana, lai veidotu skolēnos pārliecību, ka viņi veic uzdevumus nevis, kā mācību procesa sastāvdaļu, bet gan viņos veidotos iekšējā motivācija tos veikt, lai palīdzētu atrisināt stāstā atspoguļotās problēmas, situācijas no reālās dzīves.
- Punktu izmantošana – tā darbosies gan kā ārēji motivējošais elements skolēniem, gan skolotājiem palīdzēs izprast to, cik daudz kļūdas skolēns ir pieļāvis, darbojoties lietotnē, izprast, kāds ir bijis viņa darbības ceļš. Kā arī šī punktu sistēma palīdzēs pētījuma ietvaros izanalizēt skolēnu rīcību lietotnes prototipa lietošanas laikā.

Kad tika saprasts, kāds ģeometrijas mācību saturs jāiever lietotnes prototipā. Un nolemts, ar kādu spēliskošanas elementu palīdzību tiks motivēti skolēni izmatot šo lietotni, bija nepieciešams sastrukturēt ģeometrijas apgūstamo mācību saturu pa slaidiem, un tika izveidota 2. skice.

2.skicē tika atspoguļots tikai ģeometrijas mācību saturs bez iekļautiem spēliskošanas elementiem, taču iekļaujot spēliskošanas elementus, nepieciešamo slaidu skaits palielinās. Jo katram slaidam ir jāgatavo vairākas variācijas ar iespējamiem scenārijiem, cik punktus skolēns varētu, iegūt atrodoties konkrētajā lietotnes prototipa stadijā. Tāpēc bija nepieciešams izveidot 3. lietotnes prototipa skici, kurā tika atspoguļota spēliskošanas elementu integrācija lietotnes prototipā. Jo šajā rīkā nenotiek automātiskas darbības, lai nomainītu skolēniem punktu skaitu, ir jāgatavo jauns slaidis ar attiecīgo punktu skaitu. Tādiem slaidiem attiecīgi ir jābūt atbilstoši katrai pozīcijai, kurā skolēns atrodas ar visiem iespējamajiem iegūstamo punktu skaitiem. Spēliskošanas elementu integrācija redzama 3.5. attēlā.



### 3.5. Attēls. 3.skice, lietotnes prototipa shematisks attēlojums

3.5. attēlā ir shematiski attēlots telpisko ģeometrisko ķermeņu apguves lietotnes prototips. Katrs ģeometrisko ķermeņu apguves un izpratnes posms ir attēlots atšķirīgā krāsā. Ar sarkano

krāsu ir attēloti integrētie *Google forms* testi. Skaitļi apzīmē punktu sistēmu, ar vārdu parole ir atzīmētas vietas, kurās, lai tiktu tālāk skolēniem, ir jāievada atbilstoša parole, kuru viņš ieguva prototipa izpildes laikā.

Pēc lietotnes skiču izstrādes pabeigšanas tika uzsākta lietotnes prototipa izveide rīkā *Genially*. Prototipu iespējams aplūkot – [ej.uz/kstestesana](http://ej.uz/kstestesana). *Genially* ir rīks, kurš paredzēts interaktīva satura veidošanai, lai palīdzētu piesaistīt cilvēku uzmanību, veicinātu to iesaisti, kā arī radītu atmiņa paliekošus materiālus. Kā arī *Genially* atbalsta integrēt dažādas saites un ārējo saturu, piemēram, *Google forms*.

Šis rīks tika izvēlēts, jo tas piedāvā vienkāršotā veidā izveidot ilūziju par funkcionējošu lietotni. Šajā rīkā viss saturs tiek veidots slaidu formātā un kustība pa slaidiem notiek ar pogu un interaktīvo laukumu palīdzību. Iespējams ietver logus ar parolēm, lai skolotājs varētu pārliecināties vai skolēni pilda uzdevumus lietotnē vai tikai pārslēdz slaidus. Kā arī iespējams interaktīvā veidā aplēpt dažādus objektus tā, lai skolēniem radītu saistošāku uzdevumu izpildi.

Rīkā *Genially* lietotnes prototipa izveide noritēja veidojot atbilstošus slaidus un tos savienojot ar interaktīvo laukumu palīdzību. Lai saprastu kā skolēniem, veicas laikā, kad viņi mijiedarbojas ar šo lietotnes prototipu, tajā tika integrēti *Google forms* testi. Katra testa sākumā skolēnam ir jānorāda savs personalizētais kods, tādējādi skolēns paliek anonīms šī pētījuma ietvaros taču ir iespējams kvalitatīvās analīzes ceļā analizēt katra skolēna individuālo sniegumu un salīdzināto ar viņa izteiktajām domām anketā. Kā arī ar šo kodu palīdzību ir iespējams novērot to, cik tālu skolēni ir, tikuši lietotnes izpildes laikā, un saprast katra skolēna uzvedību lietotnes pildīšanas laikā.

### **3.5. Lietotnes prototipa aprobācijas raksturojums un rezultāti**

Lietotnes prototipu skolēniem tika lūgts izmēģināt, piekļūstot tam, caur saiti [ej.uz/kstestesana](http://ej.uz/kstestesana). Tā kā visiem skolēniem ir pieejami viedtālruņi ar interneta pieslēgumu skolas vadība norādīja, lai prototipa izmēģināšanai skolēni lieto tos nevis prototipa izmēģināšana noritēja datorklasē. Tā kā prototips tika veidots, plānojot, ka tas tiks testēts, izmantojot datorus, tad vietām skolēniem bija grūtāk saredzēt kādus fontus vai arī grūtāk darboties ar *Google forms*, taču tikai daži no skolēniem norādīja uz šādām problēmām, pārējie bija apmierināti arī ar prototipa izskatu viedtālruņu ekrānos.

Kamēr skolēni izmēģināja prototipu, tika novērots viņu darbības process un bija iespējams konstatēt, ka programmatūra *Genially* uz dažu modeļu viedtālruņiem nomaina krāsas izstrādātajam materiālam. No tā var secināt, ka, veidojot šādus digitālus mācību materiālus un

lūdzot skolēniem, tos izmantot no saviem viedtālruniem ir jāreķinās, ka dažādās operētājsistēmās mācību materiāls var izskatīties atšķirīgi.

Kad skolēni prototipā nonāca līdz pirmajiem risināmajiem ģeometrijas uzdevumiem, daļa skolēnu tos risināja turpat prototipā, digitālajā vidē, taču daļa skolēnu izvēlējās risināt uzdevumus savās pierakstu kladēs un prototipā iesniegt tikai atrisinājumu. Uz to norādīja arī viena no skolotājām intervijā: “*Ir skolēni, kam nav atbilstošu prasmju, lai pildītu darbu digitāli.*”. Tas pierāda, ka ne visi skolēni jūtas brīvi digitālajā vidē, kā arī darboties papīra formātā viņiem ir ierastāks darba veids. Taču tas nemazināja skolēnu interesi par prototipu un virzīšanos tālāk pa uzdevumiem.

Prototipa izpildes laikā daļa no skolēniem saskārās ar interneta pārklājuma problēmām, respektīvi, viņi uz brīdi pazaudēja interneta pārklājumu un tāpēc viņiem nācās sākt pildīt prototipu atkal no jauna, to apliecina arī tas, ka pirmajā *Google forms* zināšanu pārbaudes testā ir iesniegtas 80 atbilžu, lai gan prototipa testēšanā piedalījās 50 skolēni. Ar skolēnu sniegtajām atbildēm iespējams iepazīties šeit: [https://docs.google.com/spreadsheets/d/16h0EzLyqb71dO5vqISETf4UspfvvVZHsgZlhZw\\_FLTM/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/16h0EzLyqb71dO5vqISETf4UspfvvVZHsgZlhZw_FLTM/edit?usp=sharing)

Tas apliecina, ka pirms šāda tipa digitālu materiālu izmantošanas ir jānodrošina skolēni ar stabilu interneta pārklājumu, vai arī izvēlētajam digitālajam mācību līdzeklim ir jābūt tādām, lai skolēni nezaudē progresu, saskaroties ar interneta pārklājuma problēmām.

Pirmajā zināšanu pārbaudes testā skolēni uzrādīja pārlicinošu sniegumu. Šajā testā tika pārbaudītas skolēnu zināšanas par cilindra laukumu. Lielākā daļa skolēnu tika galā ar doto uzdevumu un veiksmīgi to izpildījuši virzījās tālāk prototipa izpildes procesā.

Var konstatēt, ka visi skolēni pirmo zināšanu konstruēšanas fāzi veica veiksmīgi un varēja virzīties tālāk zināšanu konstruēšanas procesā.

Analizējot otro zināšanu pārbaudes testu, dati pieejami šeit: [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1bEqOyzU9a7NCa2yVAam\\_9m28Wkm8RBeT\\_rwfWIHlZTw/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1bEqOyzU9a7NCa2yVAam_9m28Wkm8RBeT_rwfWIHlZTw/edit?usp=sharing), kurā skolēniem bija, jāaprēķina mucas izgatavošanai nepieciešamais materiāla daudzums, respektīvi, jāaprēķina mucas laukums. Šeit skolēni nonāca situācijā, kurā viņiem nepateica, ka ir nepieciešams aprēķināt tieši laukumu, bet gan viņiem pašiem bija jānonāk pie šāda secinājuma.

Analizējot skolēnu iesniegtās atbildes, ir redzams, ka tās ir ļoti dažādas. Tā kā skolēniem cilindra laukums bija jāaprēķina pakāpeniski, tādējādi atvieglot aprēķināšanas procesu. Katras izklājuma detaļas laukumu, aprēķinot atsevišķi un pēc tam saskaitot visus 3 laukumus kopā, skolēniem izveidojas, cilindra laukums. Uzdevums apzināti tika radīts šādā veidā, lai sniegtu iespēju skolēniem izprast to, no kā sastāv cilindra laukuma formula un kā tā veidojas. Kā arī pēc katras atbildes ievadīšanas skolēniem tika jautāts, vai viņi aprēķiniem izmantoja

formulu, ja jā kādu. Šis palīdz noteikt, vai skolēns ir izvēlējies pareizo formulu un vai skolēnam ir izpratne par to, kā aprēķina ģeometrisku figūru laukumus. Kā redzams datos, daļai skolēnu tas sagādāja grūtības un ir pieļautas ne tikai kļūdas aprēķinos, bet arī ir izvēlēta nepareiza formula. Tas nozīmē, ka skolēni šīs formulas ir, izvēlējušies pēc atmiņas, nevis izprotot to nozīmi.

Var konstatēt, ka šajā brīdī atklājās neapgūts mācību saturs par ģeometrisko ķermeņu tilpumu aprēķināšanu, un skolēniem būtu nepieciešami papildus uzdevumi par šo tēmu.

Kā arī uz šo zināšanu pārbaudes testu ir iesniegtas vairs tikai 37 atbildes, tas izskaidrojams ar to, ka daļa skolēnu interneta problēmu dēļ tā arī nenonāca līdz šai vietai prototipā, kā arī bija daži skolēni, kuri nespēja pāriet uz nākamajiem uzdevumiem, bet gan devās uz nākamajiem uzdevumiem.

Analizējot šo situāciju, var secināt, ka ir nepieciešams iestrādāt mehānismu, kurš neļauj skolēniem, neaizpildot testu doties tālāk mācību materiālā. Šajā prototipā iestrādātajos testos skolēniem, lai tos iesniegtu obligāti, bija jāaizpilda visi laukumi, lai novērstu tukšu testu iesniegšanu, taču daži skolēni to apgāja šajās vietās, kur viņi nezināja atbildes, ieliekot punktu, tādējādi aizpildot laukumu.

Lai nonāktu pie 3 zināšanu pārbaudes testa skolēniem, bija jāaizpilda uzdevums, kura laikā viņi ieguva paroli – vārdu Tilpums. Paroles lauku izmantošana palīdz saprast, vai skolēni veic uzdevumus vai tikai pāriet no viena uzdevuma uz nākošo.

Kā redzams pēc 3 zināšanu pārbaudes testa, skolēnu sniegtās atbildes pieejamas šeit: [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1v4Ck1x1Vw7pVC7fwJwDUgVnTUVchPL\\_Ei74T1pukpow/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1v4Ck1x1Vw7pVC7fwJwDUgVnTUVchPL_Ei74T1pukpow/edit?usp=sharing), līdz šim testam nonāca tikai 22 no 50 skolēniem. Tas izskaidrojams ar to, ka daļai skolēnu bija interneta problēmas, kā arī daļai skolēnu pietrūka laika uzdevuma izpildei. Laika trūkums uzdevuma izpildei ir izskaidrojams arī ar to, ka daļa skolēnu, strādājot ar prototipu paralēli savos viedtālrunos, darīja arī citas lietas, ko varēja novērot, apstaigājot klasi un vērojot, vai skolēniem nav nepieciešama kāda palīdzība prototipa izpildes laikā.

Pēc tilpuma izrēķināšanas skolēniem tika jautāts, kā rodas tilpuma formula, analizējot skolēnu sniegtās atbildes, ir redzams, ka daļa skolēnu izprot tilpuma formulas rašanos, taču daļa skolēnu vēl joprojām nav izpratuši to, kā veidojas tilpuma formula.

No tā var secināt, ka prototipā ir jāpalielina daļa, kurā skolēni izzin, to, kā veidojas tilpuma formulas, lai skolēniem, kuri to neprot, būtu iespēja to izzināt.

Pēc prototipa aizpildīšanas skolēniem tika lūgts aizpildīt anketu, kuras pirmais jautājums bija, cik punktus prototipa izpilde laikā skolēns ir saņēmis. Datus iespējams aplūkot šeit: [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1edg0zMuWV5fLOBYV\\_vGILweQYH5hIivKqV9yTwPQKJc/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1edg0zMuWV5fLOBYV_vGILweQYH5hIivKqV9yTwPQKJc/edit?usp=sharing). Analizējot skolēnu iesniegtos datus, var redzēt, ka lielākā daļa zina šo skaitli, tātad viņiem šis spēliskošanas elements “punktu izmantošana” ir darbojies kā

motivējošais elements. Kā arī šī punktu sistēma palīdz noteikt to, līdz kurai vietai prototipa izpildes laikā skolēns bija nonācis, vai viņš prototipu izpildīja līdz galam.

Var konstatēt, ka punktu sistēma ne visiem skolēniem darbojas kā motivējošais elements, kas apstiprinās arī teorētiskajā daļā izpētītajā, ka ne visi spēliskošanas elementi visiem skolēniem darbojas kā motivējošie elementi.

Lai gan prototipa izpildes laikā iegūtajos datos nav statistiski nozīmīgas atšķirības starp 8. un 9. klašu skolēnu sniegtajiem rezultātiem, pedagoģiskā novērojuma laikā bija redzams, ka 8. klases skolēni ir vairāk sagatavoti šādam mācību darbam. Viņiem darbs ar digitālajiem mācību līdzekļiem šķita ierastāks un neradīja virkni jautājumu, kā arī šiem skolēniem ir labāk attīstītas patstāvīgās mācīšanās prasmes. 8. klašu skolēni spēja labāk koncentrēties uzdotajam uzdevumam, un mazāk darīja blakus lietas prototipa izpildes laikā. Ar to arī izskaidrojams proporcionāli lielais 8. klašu skolēnu iesniegto rezultātu īpatsvars 3. zināšanu pārbaudes testā.

Aplūkojot datus, 8. klases skolēnus var atpazīt, pēc tā ka viņu skolēnu piešķirtā koda 3. cipars ir 8, bet devītajām klasēm, tas ir 9.

Pēc pedagoģiskā novērojuma veikšanas var secināt, ka 8. klašu skolēni, kuri jau 2 gadus mācās pēc kompetenču pieejas un jaunā papildinātā izglītības standarta, šobrīd ir vairāk gatavi darbam ar šāda tipa digitāliem mācību materiāliem zināšanu konstruēšanas procesa uzlabošanai.

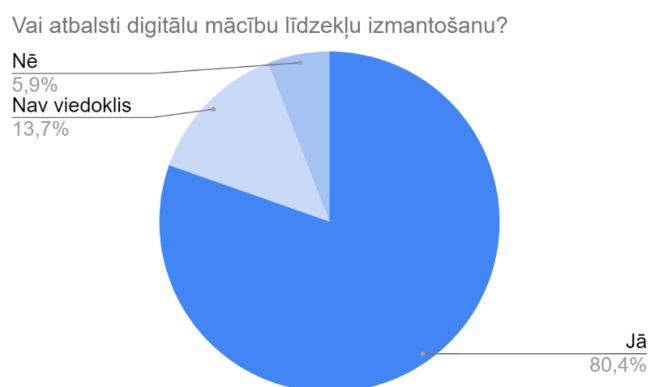
### **3.6. Skolotāju un skolēnu viedoklis par prototipu**

Pirms skolotāju viedokļa jautāšanas par prototipu, skolotājiem tika jautāts par to, kāda ir viņu attieksme pret digitālu mācību līdzekļu lietošanu vispār. Skolotāju interviju analīzes rezultātā tika noskaidrots, ka visi skolotāji savā mācību darbā izmanto dažādus digitālus mācību līdzekļus gan latviešu, gan angļu valodā. Skolotāju biežāk izmantotie digitālie mācību līdzekļi ir *soma.lv*, *uzdevumi.lv*, kā arī skolotāji mācību darbam izmanto platformu *kahoot* un *Google* piedāvātās iespējas. Visās šajās digitālajās platformās ir integrēti arī spēliskošanas risinājumi, vai arī skolotājam pašam ir iespēja tos integrēt. Skolotāji izvēlas izmantot digitālos mācību līdzekļus, lai padarītu mācību procesu skolēniem saistošāku un dažādotu mācību metodes. Tas saskan arī ar teorētiskajā daļā izpētīto, ka digitāli mācību materiāli ar integrētiem spēliskošanas elementiem veicina skolēnu mācību motivāciju, tātad skolēniem šis mācību materiāls šķiet saistošāks.

Jautājot skolotāju viedokli par spēliskošanas elementu izmantošanu mācību procesā, skolotāji atzīst, ka spēliskošanas risinājumi ir izmantojami matemātikas apgūvē, taču tie jāizmanto mērķtiecīgi un atbilstošās proporcijās, kas saskan arī ar teorētiskajā daļā pausto ideju,

ka, ja spēliskošanas risinājumi tiek izmantoti pārāk daudz, tie sāk skolēnus nevis motivēt, bet tieši demotivēt.

Tāpat kā skolotājiem arī skolēniem pirms prototipa izmēģināšanas tika jautāts, vai viņi atbalsta digitālu risinājumu izmantošanu mācību darbā, kā tas redzams 3.6. attēlā. Tas tika darīts anketēšanas veidā, pirms prototipa izmēģināšanas. Ar pilniem anketēšanas rezultātiem varat iepazīties šeit: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1EAGeHsXFWFMEF46upY-IjvTbtmpC-3xRHNT7iFAk7jQ/edit?usp=sharing>.



**3.6.att. Skolēnu viedoklis par digitālu mācību līdzekļu izmantošanu pirms prototipa izmēģināšanas**

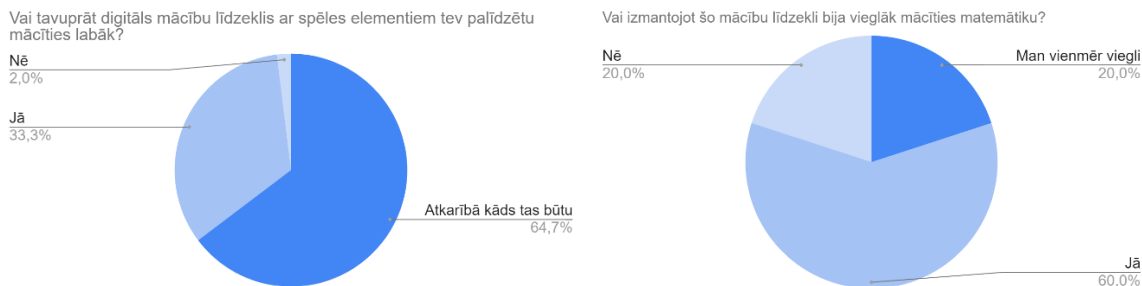
3.6. attēlā ir redzams, ka 80 % skolēnu atbalsta dažāda veida digitālu mācību risinājumu izmantošanu mācību darbam un tikai nedaudz mazāk nekā 6 % skolēnu ir pret digitāliem mācību līdzekļiem. Arī pēc prototipa izmēģināšanas skolēniem tika uzdots šis jautājums, bet tad tikai 2 % skolēnu bija pret digitālu mācību līdzekļu izmantošanu. No tā var secināt, ka šī prototipa izmēģināšana uzlaboja skolēnu iespaidu par digitāliem mācību līdzekļiem. Ar pilniem anketēšanas rezultātiem pēc prototipa izmēģināšanas varat iepazīties šeit: [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1edg0zMuWV5fLOBYV\\_vGILweQYH5hIivKqV9yTwPQKJc/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1edg0zMuWV5fLOBYV_vGILweQYH5hIivKqV9yTwPQKJc/edit?usp=sharing).

Pēc tam, kad skolēni bija, izmēģinājuši šo prototipu, skolotājiem tika jautātas viņu domas par to, vai šāds digitāls mācību līdzeklis būtu integrējams mācību stundās. Uz šo jautājumu skolotāji sniedza pozitīvas atbildes, norādot, ka viņuprāt ir vērtīgi jauni digitāli mācību materiāli, kā arī norāda uz to, ka šim prototipam būtu nepieciešama pilnveidošana pirms to pilnvērtīgi iekļaut mācību procesā.

Skolotājiem tika jautāts arī viņu viedoklis par to, kam ir jābūt digitālā mācību līdzeklī, lai viņi vēlētos to izmantot savās mācību stundās. Uz šo jautājumu skolotāji norādīja, ka vēlētos iespēju redzēt skolēnu rezultātus, to dinamiku. Būtu vēlama iespēja izvēlēties atbilstošas grūtības pakāpes uzdevumus, kā arī uzdevumi, lai sagatavotos tematam. Vēl skolotāji norāda,

ka ir svarīgi, lai digitālais mācību līdzeklis būtu saistošs skolēniem, kas saskan ar teorijā aplūkoto mācību motivācijas veidošanos.

Pirms prototipa izmēģināšanas skolēniem tika jautāts, vai viņuprāt digitāls mācību līdzeklis ar spēles elementiem palīdzētu viņiem mācīties matemātiku labāk. Un pēc prototipa izmēģināšanas skolēniem tika jautāts, vai tieši konkrētais izmēģinātais prototips viņu prāt viņiem atvieglotu matemātikas mācīšanos. Skolēnu sniegtās atbildes varat redzēt. 3.7. attēlā.

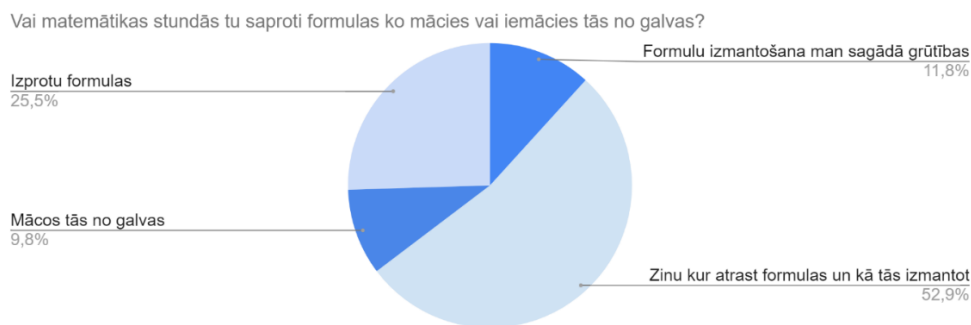


**3.7.att. Skolēnu viedoklis par digitālu spēliskošanas elementu papildinātu materiālu izmantošanu matemātikas apguvei pirms prototipa izmēģināšanas un viedoklis par to pēc prototipa izmēģināšanas**

Kā redzams 3.7. attēlā 33.3 % skolēnu uzskata, ka jebkāda digitāla mācību līdzekļa integrēšana ar spēles elementiem matemātikas mācību procesā viņiem palīdzēs mācīties labāk. Skolēniem tika jautāts par spēles elementiem, nevis spēliskošanas elementiem, lai neradītu skolēnos apmulsumu gadījumā, ja viņi nezina vārda spēliskošana nozīmi. Pēc prototipa izmantošanas skolēniem tika jautāts jau par konkrētā prototipa izmantošanu un matemātikas mācību procesa atvieglošanu, un šajā gadījumā jau 60 % skolēnu atbildēja apstiprinoši. Kā arī 20% skolēnu norādīja, ka matemātikas apgūšana viņiem nesagādā grūtības. No šī var konstatēt, ka šādas lietotnes izmantošana palīdzētu skolēniem zināšanu konstruēšanas procesā par telpiskajiem ģeometriskajiem ķermeņiem.

Jautājot skolotāju viedokli par to, vai ir svarīgi, lai skolēni izprastu formulas, nevis tās mehāniski izmantotu, skolotāji norāda, ka tas ir svarīgi, taču laika trūkuma dēļ ne vienmēr to var īstenot. Kā arī viena no skolotājām uzskatīja, ka formulas vispirms ir jāiemācās mehāniski un tad var pievērsties to izprašanai un ģeometrisko spriedumu veikšanai.

Arī skolēniem tika uzdots šāda veids jautājums tikai viņiem tika jautāts par to vai, viņi apgūstamās formulas izprot vai vienkārši mācās tās no galvas, skolēnu sniegtās atbildes redzamas 3.8. attēlā.



**3.8.att. Skolēnu atbildes uz jautājumu vai viņi matemātikas formulas mācās no galvas vai izprot tās?**

Kā redzams 3.8. attēlā tikai nedaudz vairāk nekā 25 % skolēnu izprot matemātikas formulas. Gandrīz 10 % no skolēniem tās vienkārši mācās no galvas bez izpratnes par tām, bet gandrīz 53 % skolēnu zina, kur atrast šīs formulas, un arī zina, kā tās izmantot. Taču, kā pierādījās prototipa aprobācijas laikā, lielāka daļa šo skolēnu zina, kā izmantot šīs formulas tikai standartsituācijās. Brīžos, kad jautājums tiek noformulēts savādāk, skolēni apjūk un nespēj atbildēt, kāda formula viņiem ir nepieciešama.

Jautājot skolēniem viņu viedokli par izmēģināto prototipu, tika saņemtas ļoti pozitīvas atsauksmes. Skolēni uzskata, ka šis prototips bija vērtīgs un, veicot uzlabojumus tajā, būtu veidojams kā patstāvīgs mācību līdzeklis. Skolēniem patīk, ka bija iespējams mācīties matemātiku savādākā veidā, un izteica vēlmi izmantot izstrādāto prototipu atkārtoti. Skolēni ieteica arī vērtīgus uzlabojumus prototipa turpmākai attīstībai. Diemžēl dažiem skolēniem pietrūka laika prototipa izpildei, jo darbu apgrūtināja interneta pārklājuma problēmas.

No skolēnu atsauksmēm var secināt, ka skolēnu prāt šāda tipa lietotnēm ir potenciāls mācību procesā un tās palīdz skolēniem apgūt un atkārtot mācību saturu.

### **3.7. Ieteikumi darbam ar digitāliem spēliskošanas elementu papildinātiem mācību materiāliem skolēnu izpratnes veicināšanai par ģeometriskajiem ķermeņiem 8.-9. klasē**

Pamatojoties izpētītajā teorētiskajā literatūrā un iegūtajās atziņās lietotnes prototipa izstrādes un aprobācijas laikā, tika izstrādāti ieteikumi skolotājiem šāda tipa digitālu materiālu integrēšanai mācību procesā.

Ieteikumi integrējot digitālus spēliskošanas elementu papildinātus mācību materiālus:

- Saprast kādas tehnoloģijas ir pieejamas skolēniem klasē - pirms meklēt kādus digitālus mācību materiālus izmantot ir svarīgi uzzināt, kāda ir tehnoloģiju pieejamība klasei. Jo liela daļa izstrādāto materiālu ir piemēroti lietošanai tikai uz viena tipa ierīcēm, piemēram, uz viedtālruniem vai uz datoriem.
- Izmēģināt skolotājam pašam konkrēto mācību materiālu – tas nepieciešams, lai skolotājs saprastu, vai un kādas priekšzināšanas skolēniem ir nepieciešamas šī materiāla izmantošanai, kā arī skolotāja īstenotajam atbalstam skolēniem, kuri nonākuši grūtībās, strādājot ar šo materiālu.
- Nebaidīties no tehnoloģiskiem izaicinājumiem – nereti skolotājiem digitālu mācību materiālu izmantošana rada izaicinājumu, jo šķiet, ka pietrūks digitālās prasmes tā izmantošanai. Nevajag, kautrēties lūgt padomu skolēniem, palīdzēt darbā ar digitālajiem mācību materiāliem, jo skolēniem tehnoloģiju jomā nereti ir attīstītākas prasmes.
- Izpētīt, vai piedāvātās ilustrācijas ir kvalitatīvas – svarīgi, lai skolotājs novērtētu mācību materiālā iekļautās telpisko ķermeņu ilustrācijas, ja tās būs nekvalitatīvas, tās var skolēniem radīt maldīgu priekšstatu par telpiskā ģeometriskā ķermeņa izskatu.
- Izvērtēt, vai spēliskošanas elementi nenovērš skolēnu uzmanību/nedemotivē – spēliskošanas elementi ne vienmēr sniedz pozitīvu aspektu, ja tie ir ieviesti neapdomīgi, tad skolēni var nevēlēties mijiedarboties ar mācību materiālu tieši šo spēliskošanas elementu dēļ.
- Pievērst uzmanību tam, vai skolotāja var redzēt skolēnu sniegumu – izvēloties šāda tipa mācību materiālu, ir svarīgi, lai skolotāja var sekot līdz skolēnu sniegumam, lai varētu gan palīdzēt skolēniem, ja novēro, ka skolēns saskaras ar grūtībām, kā arī lai varētu novērot vai skolēni savās viedierīcēs vispār mijiedarbojas ar digitālo mācību līdzekli.

- Pārliecināties, vai skolēniem pieejams stabils interneta pieslēgums – ja mācību materiāls ir interneta vidē, vai tā ir lietotne, kurai nepieciešams interneta pieslēgums skolotājam vispirms vajadzētu pārliecināties, vai visiem skolēniem ir pieejams stabils interneta pieslēgums un kas notiek brīdī, ja skolēniem pazūd internets, vai jāsāk uzdevuma izpilde no jauna, vai var turpināt. Interneta problēmas var sabojāt skolēniem mijiedarbību ar mācību materiālu.
- Vai iespējams saglabāt progresu un turpināt darbu nākamajā stundā – ja materiāls ir apjomīgāks, kas paredzēts izmantot ne tikai vienu reizi ir svarīgi, lai skolēni varētu saglabāt savu mācību progresu un nākamajā reizē turpināt no iesāktās vietas.
- Ja izmanto materiālu svešvalodā pārliecināties, ka skolēniem ir atbilstošas zināšanas šajā svešvalodā, un sagatavot svarīgāko terminu tulkojumus – apgūstot ģeometriju ar digitālo mācību materiālu palīdzību, ir svarīgi, lai skolēni saprastu visus vārdus digitālajā mācību materiālā. Pastāv iespēja arī, ka skolēni pieļaus kļūdas tieši valodas barjeras dēļ.

## NOBEIGUMS

Darba izstrādes procesā tika iegūtas atbildes uz **pētījuma jautājumiem**:

1. Kā uzlabot skolēnu zināšanu konstruēšanas procesu par telpiskajiem ģeometriskajiem ķermeņiem 8.-9. klasē?

Skolēnu zināšanu konstruēšanas procesu par telpiskajiem ģeometriskajiem ķermeņiem ir iespējams veicināt ar digitālu mācību materiālu palīdzību, kuros skolēns secīgi apgūst telpisko ģeometrisko ķermeņu tematu sākot no pamatiem un uz pamat zināšanām būvējot jaunās. Svarīgi dot iespēju skolēniem, ja ir palikusi kāda neapgūta lieta iepriekš to apgūt pirms jaunās mācību satura apgūšanas, jo jaunās zināšanas balstās jau esošajās.

2. Ar kādu spēliskošanas elementu palīdzību var veicināt skolēnu izpratnes veidošanos par tilpuma formulām?

Lai veicinātu skolēnu izpratnes veidošanos par tilpuma formulām, var izmantot dažādus spēliskošanas elementus pēc skolotāja individuālajiem ieskatiem un klases vajadzībām. Taču svarīgākais ir, lai izmantotie spēliskošanas elementi veicinātu skolēnu mācību motivācijas palielināšanos un tie tiktu pārdomāti integrēti mācību materiālā.

Ģeometrijas zināšanu konstruēšanas procesā īpaši svarīga ir secīga tematu apguve, kā arī vizualizācijas. Nepieciešams ņemt vērā katra skolēna individuālās zināšanas un sniegt iespēju skolēnam konstruēt jaunās zināšanas no viņam nepieciešamā līmeņa. To izdarīt var palīdzēt digitālu risinājumu izmantošana, radot iespēju katram skolēnam mācīties individuālā darba tempā.

Pārdomāti integrēti spēliskošanas elementi var palīdzēt veicināt skolēnu iekšējās un ārējās mācību motivācijas palielināšanos. Taču pārmērīga to integrēšana var radīt arī pretēju efektu un novērst skolēnus no zināšanu konstruēšanas procesa.

Tikai dažas no pieejamajām lietotnēm ir atbilstošas integrēšanai mācību procesā, un arī to integrēšanu mācību procesā var ierobežot skolēnu valodas barjera, jo neviena no lietotnēm nav latviešu valodā.

Pētījuma rezultātā tika formulēti šādi **secinājumi**:

1. Skolēni ir motivēti mācību darbā izmantot ar spēliskošanas elementiem papildinātu lietotni ģeometrisko ķermeņu tilpuma apguvei, kā arī lietotnes izmantošana var palīdzēt veicināt skolēnu zināšanu konstruēšanas procesu, jo katram skolēnam ir iespēja darboties individuālajā tempā, pievēršot vairāk uzmanības apgūstot sev nepieciešamo un izzinot formulu veidošanos.

2. Skolotāji ir ieinteresēti integrēt savā mācību procesā šāda tipa digitālus mācību līdzekļus, taču atzīst, ka viņiem pietrūkst tehnoloģisko prasmju, lai to varētu darīt ar pārliecību.
3. Skolēni, kuri mācās pēc jaunā papildinātā izglītības standarta, ir vairāk sagatavoti darbam ar šāda tipa digitāliem mācību līdzekļiem, kā arī viņiem ir pietiekošas patstāvīgās mācību prasmes, lai zināšanu konstruēšanas process varētu noritēt individuāli mijiedarbojoties ar digitālo mācību līdzekli.
4. Lietotnes prototipa izveide apliecināja, ka šāda tipa digitāli mācību materiāli ir veiksmīgi izmantojami mācību procesā un veicina skolēnu zināšanu konstruēšanu par telpiskajiem ģeometriskajiem ķermeņiem, taču, lai lietotnes prototips varētu būt pilnvērtīga mācību procesa sastāvdaļa, tas ir jāizveido kā patstāvīga lietotne un jāpilnveido tā.
5. Skolēnu pilnvērtīgu zināšanu veidošanos un prasmes tās izmantot nestandarta situācijās ir iespējams veicināt ar spēliskošanas elementiem papildinātām lietotnēm, kuras balstās zināšanu konstruēšanas principos. Tāpēc kā risinājumu pētāmajai problēmai var piedāvāt šāda tipa lietotņu izstrādi un integrēšanu mācību procesā kā pilnvērtīgu mācību procesa sastāvdaļu.

**Turpmāk pētījumos** būtu lietderīgi izpētīt kā ilgtermiņā mācību procesā integrētu lietotņu izmantošana ietekme skolēnu mācību motivāciju. Izpētīt, vai skolotāji būtu ieinteresēti šāda veida lietotņu integrēšanā mācību procesā kā pilnvērtīgu mācību procesa sastāvdaļu. Izpētīt kādu ietekmi digitālu mācību materiālu integrēšana, kuri balstīti zināšanu konstruēšanas principos, mācību procesā atstāj uz skolēnu sekmēm un centralizēto eksāmenu rezultātiem tieši izpratnes daļā. Kā arī būtu, vēlams izpētīt vai skolēniem ir pietiekošas patstāvīga darba prasmes, lai zināšanu konstruēšanas process varētu noritēt, mijiedarbojoties ar digitālajiem mācību līdzekļiem.

## IZMANTOTĀ LITERĀTŪRA

1. Adamo, N. (2016). A Study of the Effects of Teaching Avatars on Students' Learning of Surveying Mathematics. *International journal of information and communication technology education*, 12(2), 1-13. Continuous Volume. DOI:[10.4018/IJICTE.2016040101](https://doi.org/10.4018/IJICTE.2016040101)
2. Allen D., Tanner K. (2005). Infusing active learning into the large-enrollment biology class: seven strategies, from the simple to complex. *Cell Biol Educ* 4(4), 262-268. doi: 10.1187/cbe.05-08-0113
3. Alomari, I., Al-Samarraie, H., & Yousef, R. (2019). The role of gamification techniques in promoting student learning: A review and synthesis. *Journal of Information Technology Education: Research*, 18, 395-417. <https://doi.org/10.28945/4417>
4. An, Y. (2020). Designing effective gamified learning experiences. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 3(2), 62-69. <https://doi.org/10.46328/ijte.v3i2.27>
5. Avotiņa, M., Opmans, M., Opmans, R., Valdats, M. & Zīlīte, A. (2021). *Mācību priekšmetu olimpiāžu un to risinājumu krājums. Matemātika*. Valsts izglītības satura centrs.
6. Bada, S. O. (2015). Constructivism Learning Theory: A Paradigm for Teaching and Learning. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 5(6), 66-70. DOI: 10.9790/7388-05616670
7. Baek, Y. & Kim, H. K. (2012). Designing and Developing the Virtual English Adventure in Second Life. In H. H. Yang & S. C. Yuen (eds), *Handbook of Research on Practices and Outcomes in Virtual Worlds and Environments (2 Volumes)*, (pp. 686-705). IGI Global. DOI: 10.4018/978-1-60960-762-3.ch038
8. Barata, G., Gama, S., Jorge, J. & Gonçalves, D. (2015). Gamification for smarter learning: tales from the trenches. *Smart Learning Environments*, 2(10). DOI 10.1186/s40561-015-0017-8
9. Bergmann, J. & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education.
10. Betts, A. L., Fabienke, N. & Farber, M. (2021). The Quest for Learning: Promoting Engagement and Disciplinary Literacy Through Game-Based Quests. In L. Haas & J. Tussey (eds.), *Disciplinary Literacy Connections to Popular Culture in K-12 Settings* (pp. 203-230). IGI Global. DOI: 10.4018/978-1-7998-4721-2.ch010
11. Brigham, J. (2019). *Can Games Work for You? - Teacher Perceptions of Gamification in Mathematics Grades 6-8*. [Doctoral dissertation, Kennesaw State University]. Retrieved from: [https://digitalcommons.kennesaw.edu/seceddoc\\_etd/20](https://digitalcommons.kennesaw.edu/seceddoc_etd/20) Skatīts: 07.03.22.

12. Brown, L. (2014). Constructivist Learning Environments and Defining the Online Learning Community. *Journal on School Educational Technology*, 9(4), 1-6. Retrieved from: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1097626> Skatīts: 4.02.2022.
13. Čakāne, L., France, I., Kālis, M. & Ančupāns, A. (2016). *Matemātikas centralizētais eksāmens 2015./2016.m.g.; skolēnu rezultātu un snieguma analīze*. Valsts izglītības satura centrs.
14. Canter, M. (2012). E-CONTENT - LEARNING BY DOING. *eLearning & Software for Education*, 1, 445-448. DOI:10.5682/2066-026X-12-071
15. Chen, J., Moran, S. & Gardner, H. (2009). *Multiple Intelligences Around the World*. Jossey-Bass.
16. Chew, E., Tuner, D. A. & Jones, N. (2010). In Love and War: Blended Learning Theories for Computer Scientists and Educationists. In F. L. Wang, J. Fong & R. Kwan (eds.), *Handbook of Research on Hybrid Learning Models: Advanced Tools, Technologies, and Applications*, (pp. 1-23), Information Science Publishing. DOI: 10.4018/978-1-60566-380-7.ch001
17. Cooper, P. A. (1993). Paradigm Shifts in Designed Instruction: From Behaviorism to Cognitivism to Constructivism. *Educational Technology*, 33(5), 12-19. Retrieved from: <https://www.jstor.org/stable/44428049> Skatīts: 7.02.2022.
18. Cunska, A. (2013). *IKT LIETOJUMA IESPĒJAS MATEMĀTIKAS MĀCĪŠANĀ SKOLĀ*. Promocijas darbs, Latvijas Universitāte. DSpace, Latvijas Universitātes repozitorijs. Pieejams: [https://dspace.lu.lv/dspace/bitstream/handle/7/4848/34516-Aija\\_Cunska\\_2013.pdf?sequence=1](https://dspace.lu.lv/dspace/bitstream/handle/7/4848/34516-Aija_Cunska_2013.pdf?sequence=1)
19. Daniela, L., Rubene, Z. & Goba, L. (2018). *Datu apkopojums un ārvalstu un Latvijas pieredzes analīze par digitālo mācību līdzekļu pieejamību un izmantošanu vispārējās izglītības mācību satura nodrošināšanai*. Izglītības un zinātnes ministrija.
20. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2012). Self-determination theory. In P. A. M. Van Lange, A. W. Kruglanski, & E. T. Higgins (Eds.), *Handbook of theories of social psychology* (pp. 416–436). Sage Publications Ltd. <https://doi.org/10.4135/9781446249215.n21>
21. Dewey, J. (1938). *Experience And Education*. Free Press.
22. Doan, Q. (2018). *Gamification to Math Activities*. Retrieved from: [https://www.researchgate.net/publication/322244034\\_Gamification\\_to\\_Math\\_Activities](https://www.researchgate.net/publication/322244034_Gamification_to_Math_Activities) Skatīts: 06.03.22.
23. Duris, V., Šumny, T. & Pavlovičova, G. (2019). Student Solutions of Non-traditional Geometry Tasks. *TEM Journal*, 8 (2), 642-647. DOI: 10.18421/TEM82-44

24. Eteokloeous, N. (2018). Employing Educational Robotics for the Development of Problem-Based Learning Skills. In M. Khosrow-Pour (ed), *Encyclopedia of Information Science and Technology, Fourth Edition (10 Volumes)*, (pp. 2492-2502). IGI Global. DOI: 10.4018/978-1-5225-2255-3.ch217
25. Garrison, D. R & Vaughan, N. D. (2008). *Blended Learning in Higher Education: Framework, Principles, and Guidelines*. John Wiley & Sons.
26. Gil-Perez, D., Guisasola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., Pessoa de Carvalho, A. M., Martinez Torregrosa, J., Salinas, J., Valdes, P., Gonzales, E., Gene Duch, A., Dumas-Carre, A., Tricarico, H & Gallego, R. (2002). Defending Constructivism in Science Education. *Science & Education, 11*, 557-571. <https://doi.org/10.1023/A:1019639319987>
27. Gomez, E. A., Wu, D., & Passerini, K. (2010). Computer-supported team-based learning: The impact of motivation, enjoyment, and team contributions on learning outcomes. *Computers & Education, 55*(1), 378-390. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.02.003>
28. Gumiero, B. S., & Pazuch, V. (2021). Teachers Knowledge Mobilized in Geometry Lessons and Contingency Situations. *International Electronic Journal of Mathematics Education, 16*(1), em0620. <https://doi.org/10.29333/iejme/9371>
29. Gupta, N. & Kumar, H. (2017). Costructivism based pedagogy for academic improvement at elementary level. *Scholarly Research Journal for Interdisciplinary Studies, 4*(35), 6526-6532. Retrieved from: [https://www.researchgate.net/publication/321018062\\_CONSTRUCTIVIST\\_BASED\\_PEDAGOGY\\_FOR\\_ACADEMIC\\_IMPROVEMENT\\_AT\\_ELEMENTARY\\_LEVEL](https://www.researchgate.net/publication/321018062_CONSTRUCTIVIST_BASED_PEDAGOGY_FOR_ACADEMIC_IMPROVEMENT_AT_ELEMENTARY_LEVEL) Skatfits: 5.02.2022.
30. Hallifax S., Lavoué E. & Serna A. (2020). To Tailor or Not to Tailor Gamification? An Analysis of the Impact of Tailored Game Elements on Learners' Behaviours and Motivation. In: I. Bittencourt, M. Cukurova, K. Muldner, R. Luckin & E. Millán (eds) *AIED 2020: Artificial Intelligence in Education. Lecture Notes in Computer Science, vol 12163*. Springer, Cham. [https://doi-org.datubazes.lanet.lv/10.1007/978-3-030-52237-7\\_18](https://doi-org.datubazes.lanet.lv/10.1007/978-3-030-52237-7_18)
31. Harismayanti, I., Putra, I. N. & Santosa, M. H. (2020). *Gamification in English Teaching and Learning*. Nilacakra.
32. Hill, D. & Brunvan, S. (2018). Gaming the System: Helping Students Level up Their Learning. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education, 30*(1), 70-79.
33. Idawati, I., Setyosari, P., Kuswandi, D. & Ulfa, S. (2020). The Effects of Problem Solving Method and Cognitive Flexibility in Improving University Students' Metacognitive Skills. *Journal for the Education Gifted Young Scientists, 8*(2), 651-665. DOI:10.17478/JEGYS.652212

34. Ivanova, T. (2021). ACTIVE LEARNING THROUGH TECHNOLOGICALLY-BASED DECISIONS. *Proceedings of CBU in Social Sciences*. 2, 142-148. DOI:10.12955/pss.v2.213
35. Izglītības satura un eksaminācijas centrs. (2005). *Matemātika 1.-9. klasei. Mācību priekšmeta programmas paraugs*. Pieejams: <https://www.visc.gov.lv/lv/media/2665/download> Skatīts: 20.03.22.
36. Jaggernauth, S. J., Ramsawak-Jodha, N., Kamalodeen, V.J., Dedovets, Z., Barrow, D. & Figaro-Henry, S. (2018). Exploring Gamification for Reinforcing Geometrical Concepts and Skills at the Primary Level in Trinidad: A Mixed Methods Pilot Study. *Caribbean Curriculum*, 26, 65-98. Retrieved from: [https://www.researchgate.net/publication/331531401\\_Exploring\\_Gamification\\_for\\_Reinforcing\\_Geometrical\\_Concepts\\_and\\_Skills\\_at\\_the\\_Primary\\_Level\\_in\\_Trinidad\\_A\\_Mixed\\_Methods\\_Pilot\\_Study](https://www.researchgate.net/publication/331531401_Exploring_Gamification_for_Reinforcing_Geometrical_Concepts_and_Skills_at_the_Primary_Level_in_Trinidad_A_Mixed_Methods_Pilot_Study) Skatīts:13. 03.22.
37. Kamalodeen, V. J., Ramsawak-Jodha, N., Figaro-Henry, S., Jaggernauth, S. & Dedovets, Z. (2021). Designing gamification for geometry in elementary schools: insights from the designers. *Smart Learning Environments*, 8(36). <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00181-8>
38. Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. John Wiley & Sons.
39. Kaufmann, H. (2009). Virtual Environments for Mathematics and Geometry Education. Themes in science and technology education: special edition. (131-152). Retrieved from: [https://www.researchgate.net/publication/233894481\\_Virtual\\_Environments\\_for\\_Mathematics\\_and\\_Geometry\\_Education](https://www.researchgate.net/publication/233894481_Virtual_Environments_for_Mathematics_and_Geometry_Education) Skatīts: 12.02.22.
40. Kim, S., Song, K., Lockee, B. & Burton, J. (2017). *Gamification in Learning and Education: Enjoy Learning Like Gaming*. Springer.
41. Kusumah, Y. S., Kustiawati, D. & Herman, T. (2020). The Effect of GeoGebra in Three-Dimensional Geometry Learning on Students' Mathematical Communication Ability. *International Journal of Instruction*, 13(2), 895-908. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13260a>
42. Laine, T. & Lindberg, R. (2020). Designing Engaging Games for Education: A Systematic Literature Review on Game Motivators and Design Principles. *IEEE TRANSACTIONS ON LEARNING TECHNOLOGIES*, 13(4), 804-820. DOI:10.1109/TLT.2020.3018503
43. Lei, X., Zhang, A., Wang, B., Rau, P.P.(2018). Can Virtual Reality Help Children Learn Mathematics Better? The Application of VR Headset in Children's Discipline Education.

*Cross-Cultural Design. Applications in Cultural Heritage, Creativity and Social Development* (60-69). DOI:10.1007/978-3-319-92252-2\_5

44. Machisi, E. (2021). Grade 11 Students' Reflections on their Euclidean Geometry Learning Experiences. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(2), em1938. <https://doi.org/10.29333/ejmste/9672>

45. Makewa, L. N. & Ngussa, B. M. (2015). Curriculum Implementation and Teacher Motivation: A Theoretical Framework. In N. P. Ololube, P. J. Kpolovie & L. N. Makewa (eds.), *Handbook of Research on Enhancing Teacher Education with Advanced Instructional Technologies* (pp. 244-258). IGI global. DOI: 10.4018/978-1-4666-8162-0.ch013

46. Mamakou, I. (2009). Project-Based Instruction for ESP in Higher Education. In R. De Cassia veiga Marriott & P. Lupion Torres (Eds.), *Handbook of Research on E-Learning Methodologies for Language Acquisition* (pp. 456-479). Information Science Reference. DOI: 10.4018/978-1-59904-994-6

47. Marchetti Maia, C. & Furnival, A. C. (2021). Information Literacy Practices Using Active Teaching-Learning Methodologies in Higher Education. In E. Da Silva & M. L. Pomim (Eds), *Role of Information Science in a Complex Society* (pp. 124-144). IGI Global. DOI: 10.4018/978-1-7998-6512-4.ch008

48. Martins, H. & Dores, A. (2021). Fun and Games: How to Actually Create a Gamified Approach to Health Education and Promotion. In R. A. P. Queiros & A. J. Marques (eds.), *Handbook of Research on Solving Modern Healthcare Challenges With Gamification* (pp. 258-278). Medical Information Science Reference. DOI: 10.4018/978-1-7998-7472-0.ch014

49. Mittal, N., Chaudhary, M. & Alavi, S. (2019). An Evaluative Framework for the Most Suitable Theory of Mobile Learning. In S. Alavi & V. Ahuja (Eds.), *Managing Social Media Practices in the Digital Economy* (pp. 1-24). Business Science Reference. DOI: 10.4018/978-1-7998-2185-4

50. Nahmias, E. & Teicher, M. (2021). Improvement of Learning Skills in Geometry Incorporating a Metacognitive Learning Model in Boys Compared to Girls. *Journal of Education and Learning*, 10(5), 51-62. doi:10.5539/jel.v10n5p51

51. Naufal, M. A., Abdullah, A. H., Osman, S., Abu, M., S. & Ihsan, H. (2021). The Effectiveness of Infusion of Metacognition in van Hiele Model on Secondary School Students' Geometry Thinking Level. *International Journal of Instruction*, 14(3), 535-546. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14331a>

52. Nugroho, K. Y. & Wulandari, D. F. (2017). Constructivist Learning Paradigm as the Basis on Learning Model Development. *Journal of Education and Learning*, 409(4), 410-415. DOI: 10.11591/edulearn.v11i4.6852

53. Nuninger, W. & Chatelet, J.M. (2020). Educational Serious Games Enhance Social Intelligence Through Collective Action: Issue of Digital Transition Might Change Paradigms. In W. Nuninger & J.M Chatelet (eds), *Handbook of Research on Operational Quality Assurance in Higher Education for Life-Long Learning*, (pp. 212-242). Information Science Reference. DOI: 10.4018/978-1-7998-1238-8.ch009
54. OECD. (2022). *Mathematics performance (PISA) (indicator)*. doi: 10.1787/04711c74-ne
55. Oficiālās statistikas portāls. (2019). *Iedzīvotāji, kuri lieto mobilās ierīces interneta piekļuvei ārpus mājām vai darba (procentos no iedzīvotāju kopskaita attiecīgajā grupā) - Mobilās ierīces, Laika periods un Griezumi*. Pieejams: [https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP\\_PUB/START\\_IKT\\_DL\\_DLM/DLM030/table/tableViewLayout1/](https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START_IKT_DL_DLM/DLM030/table/tableViewLayout1/) Skatīts: 21.03.22.
56. Plostniece, A. & Žimante, K. (n.d). *Matemātika 1.-9. klasēm. Mācību priekšmeta programmas paraugs speciālās pamatizglītības programmu īstenošanai izglītojamiem ar smagiem garīgās attīstības traucējumiem vai vairākiem smagiem attīstības traucējumiem*. Valsts izglītības satura centrs.
57. Popescu, C. N., Attie, E. & Chadouteau, L. (2022). Gamified Learning: Favoring Engagement and Learning Outcomes. In F. Potela & R. Queiros (eds.), *Next-Generation Applications and Implementations of Gamification Systems* (pp. 97-131). IGI Global. DOI: 10.4018/978-1-7998-8089-9.ch006
58. Rajendra Kumar, S. (2019). Effective Constructivist Teaching Learning in the Classroom. *Shanlax International Journal of Education*, 7(4), 1-13. <https://doi.org/10.34293/education.v7i4.600>
59. Ramadhani, R. & Narpila, D. S. (2018). Problem Based Learning Method with GeoGebra in Mathematical Learning. *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (3.2), 774-777. DOI: 10.14419/ijet.v7i3.2.18753
60. Ramadhani, R., Umam, R., Abdurrahman, A. & Syazali, M. (2019). The Effect of Flipped-Problem Based Learning Model Integrated with LMS-Google Classroom for Senior High School Students. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(2), 137-158. DOI:10.17478/JEGYS.548350
61. Raskin, J. D. (2008). The Evolution of Constructivism. *Journal of Constructivist Psychology*, 21(1), 1-24. DOI: 10.1080/10720530701734331
62. Reidsema, C., Kavanagh, L. Hadgraft, R. & Smith, N. (2017). *The Flipped Classroom: Practice and Practices in Higher Education*. Springer.

63. Rouse, K. E. (2013). *Gamification in Science Education: The Relationship of Educational Games to Motivation and Achievement* [Doctoral dissertation, University of Southern Mississippi]. ProQuest Dissertations Publishing. Retrieved from: <https://www.proquest.com/docview/1370800410> Skatīts: 28.02.2022.
64. Schmidt, S. W. (2009). Understanding the Online Learner. In V. Wang (ed.), *Handbook of Research on E-Learning Applications for Career and Technical Education: Technologies for Vocational Training (2 Volumes)* (pp. 482-494). Information Science Reference. DOI: 10.4018/978-1-60566-739-3.ch038
65. Shively, J. (2015). Constructivism in Music Education. *Arts Education Policy Review*, 116(3), 128-136. DOI: 10.1080/10632913.2015.1011815
66. Singh, I., Kundur, A. R. & Nguy, Y. (2018). Use of Technology in Problem-Based Learning in Health Science. In M. Khosrow-Pour (ed), *Encyclopedia of Information Science and Technology, Fourth Edition (10 Volumes)*, (pp. 5853-5862). IGI Global. DOI: 10.4018/978-1-5225-2255-3.ch509
67. Skola 2030. (2018). *Valdībā pieņemts valsts pamatizglītības standarts*. Pieejams: <https://www.skola2030.lv/lv/jaunumi/3/valdiba-pienemts-valsts-pamatizglitibas-standarts> Skatīts: 21.03.2022.
68. Skola 2030. (2019). *Mācīšanās iedziļinoties*. Pieejams: <https://www.skola2030.lv/lv/istenosana/macibu-pieejja/macisanas-iedzilinioties> Skatīts: 22.04.2022.
69. Skola 2030. (2021). *Domāt. Darīt. Zināt*. Pieejams: [https://skola2030.lv/admin/filemanager/files/2/zurnal\\_16.pdf](https://skola2030.lv/admin/filemanager/files/2/zurnal_16.pdf) Skatīts: 20.03.2022.
70. StatCounter. (2022). *Mobile Operating System Market Share Latvia*. Retrieved from: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/latvia> Skatīts: 24.03.22.
71. Su, C. H. (2016). The effects of students' motivation, cognitive load and learning anxiety in gamification software engineering education: a structural equation modeling study. *Multimed Tools Appl* 75, 10013–10036. <https://doi.org/10.1007/s11042-015-2799-7>
72. Sun K., Qiu L., Zuo M. (2017) Gamification on Senior Citizen's Information Technology Learning: The Mediator Role of Intrinsic Motivation. In: J. Zhou & G. Salvendy (eds) *Human Aspects of IT for the Aged Population. Aging, Design and User Experience. Lecture Notes in Computer Science, vol 10297*. Springer, Cham. [https://doi.org.databases.lanet.lv/10.1007/978-3-319-58530-7\\_35](https://doi.org.databases.lanet.lv/10.1007/978-3-319-58530-7_35)
73. Syahrial, Asrial, Maison, Mukminin, A., Kurniawan, D. A. (2020). Ethnoconstructivism analysis: Study of pedagogic mathematics competence of primary school teachers.

*International Journal of Evaluation and Research in Education*, 9(3), 614-624. DOI: 10.11591/ijere.v9i3.20256

74. Taylor, J. E. (2018). Following the Drum: Motivation to Engage and Resist. In V. Wang (Ed.), *Handbook of Research on Program Development and Assessment Methodologies in K-20 Education*, IGI global. DOI: 10.4018/978-1-5225-3132-6.ch012

75. Thompson, C. M. (2015). Constructivism in the Art Classroom: Praxis and Policy. *Arts Education Policy Review*, 116(3), 118-127. DOI: 10.1080/10632913.2015.1015759

76. UNESCO (International Commission on the Futures of Education). (2021). *Reimagining our futures together: a new social contract for education; executive summary*. Retrieved from: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379381?2=null&queryId=89958ef4-7b3c-4c40-b17c-8684f320037f> Skatīts: 17.03.2022.

77. Van Hiele, P. M. (1999). Developing Geometric Thinking through Activities that Begin with Play. *Teaching Children Mathematics*, 5, 310–316.

78. Villiers, M. (30.06.2010.-2.07.2010.). *Some Reflections on the Van Hiele theory*. Oral presentation. 4th Congress of teachers of mathematics, Zagreb. [https://www.researchgate.net/publication/264495589\\_Some\\_Reflections\\_on\\_the\\_Van\\_Hiele\\_theory](https://www.researchgate.net/publication/264495589_Some_Reflections_on_the_Van_Hiele_theory)

79. VISC a. (2021). *Matemātika I Pamatkursa programmas paraugs vispārējai vidējai izglītībai*. Pieejams: <https://mape.skola2030.lv/resources/5284> Skatīts: 20.03.2022.

80. VISC b. (2021). *Valsts pārbaudes darbi 2020./2021. m.g. Statistika*. Pieejams: <https://www.visc.gov.lv/lv/valsts-parbaudes-darbi-20202021-mg-statistika> Skatīts: 18.03.2022.

81. VISC. (2019). *Matemātika 1.-9. klasei. Mācību priekšmeta programmas paraugs*. Pieejams: <https://mape.skola2030.lv/resources/159> Skatīts: 20.03.2022.

82. Vrabec, N. & Botosova, L. (2020). THE CONCEPT OF LEARNING-BY-DOING IN THE CONTEXT OF MEDIA EDUCATION AND SCHOOL QUALITY ASSESSMENT. *Communication Today*, 11(1), 140-149. Retrieved from: <https://web-p-ebsohost-com.datubazes.lanet.lv/ehost/detail/detail?vid=8&sid=fc3ff6e9-64f9-409a-8124-670a81a539be%40redis&bdata=JnNpdGU9ZWhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#db=e5h&AN=142894368>

83. Wassie, Y., A. & Zergaw, G., A. (2019). Some of the Potential Affordances, Challenges and Limitations of Using GeoGebra in Mathematics Education. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(8). Modestum. <https://doi.org/10.29333/ejmste/108436>

84. Zlata, T. & Vorkapic, S. T. (2020). Constructivism in Visual Arts Classes. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 10(4), 13-32. doi: 10.26529/cepsj.913
85. Zuckerman-Parker, M. (2008). Andragogy and Technology. In L. A. Tomei (ed.) *Encyclopedia of Information Technology Curriculum Integration (2 Volumes)*, (pp. 30-36). Information Science Reference. DOI: 10.4018/978-1-59904-881-9.ch005

# PIELIKUMI

## 1. pielikums. Lietotņu izvērtējuma kritēriji

Nr.p k.	Kritērijs	Pilnībā neatbilst(0)	Vairāk neatbilst, nekā atbilst (1)	Vairāk atbilst, nekā neatbilst (2)	Pilnībā atbilst (3)
	<b>Lietotnes dizaina kritēriji</b>				
1.	Vai lietotnes dizains ir skaidrs un viegli uztverams? (Vai lietotne ir intuitīva?)	Lietotnes dizainu grūti uztvert, saprast, ko katra poga nozīmē, kas jāspiež.	Nav skaidra pogu nozīme, vai tās atrodas intuitīvi neatbilstošās vietās.	Lietotne intuitīva, taču dizainiski tai ir nepilnības, sākotnēji grūtāk saprast dažu pogu nozīmi	Lietotne intuitīva
2.	Vai lietotnē ir pieejamas lietošanas instrukcijas?	Lietošanas instrukcijas nav	Lietošanas instrukciju ir grūti atrast	Lietošanas instrukcija ir taču tā ir grūti uztverama	Pārdomāti izstrādāta lietošanas instrukcija
3.	Vai lietotnē ir iekļauti attēli/ilustrācijas?	Ilustrāciju nav	Ir dažas ilustrācijas, taču tās uzskatāmi neparāda uzdevumu.	Ilustrācijas atbilstošas uzdevumiem, taču vietām tām nepieciešama pilnveide.	Pārdomātas atbilstošas ilustrācijas.
4.	Vai lietotnē ir iekļauti spēliskošanas elementi?	Spēliskošanas elementu nav	Spēliskošanas elementi pielietoti neveiksmīgi, nav saprotams to mērķis	Integrēti spēliskošanas elementi, bet ir nepilnības	Veiksmīgi integrēti spēliskošanas elementi
5.	Vai lietotne darbojas bezsaītes režīmā?	Lietotne nedarbojas bezsaītes režīmā	Bezsaītes režīmā nedarbojas lielākā daļa funkciju	Bezsaītes režīmā nedarbojas 1-2 funkcijas	Visas lietotnes funkcijas darbojas bezsaītes režīmā
6.	Vai lietotnē iespējams datus saglabāt un turpināt citā ierīcē?	Lietotnē datus nav iespējams saglabāt	Lietotnē dati saglabājas tikai kamēr tā darbojas izslēdzot tie pazūd	Lietotnē dati saglabājas, bet nevar turpināt citā ierīcē.	Lietotnē datus var saglabāt un izmantot citās ierīcēs
7.	Vai lietotne savietojama ar citām ierīcēm(planšetdatoriem, datoriem)?	Lietotne darbojas tikai daļā viedtālruņu, specifiskas specifikācijas prasības	Lietotne darbojas visos (Android) viedtālruņos	Lietotne lietojama viedtālruņos un planšetdatoros.	Lietotne lietojama gan viedtālruņos, gan planšetdatoros, gan datoros.
8.	Vai lietotne ļauj dalīties ar mācību rezultātiem ar citiem lietotājiem?	Lietotnē nav iespējama rezultātu salīdzināšana un dalīšanās	Lietotnē iespējams redzēt visu rezultātus	Lietotnē iespējams izvēlēties, kurš redz tavus rezultātus un kurš neredz	Lietotne atļauj dalīties ar saviem rezultātiem ar citiem, gan lietotnē gan izmantojot citus veidus(eksportēt datus)
9.	Vai lietotnē ir pieejama funkcija saziņai ar citiem lietotājiem?	Nav saziņas funkcijas	Lietotnē iespējams uzaicināt draugus	Lietotnē pieejama vienvirziena saziņa, nav dialoga funkcija	Lietotnē integrēta saziņas funkcija

10.	Vai lietotnē ir pieejami tehniskā atbalsta kontakti?	Lietotnē nav atrodami tehniskā atbalsta kontakti	Ir pieejami tehniskā atbalsta kontakti taču tie ir nepilnīgi	Lietotnē ir tehniskā atbalsta kontakti taču tie ir grūti atrodami	Lietotnē viegli atrodami tehniskā atbalsta kontakti
11.	Vai lietotnē pieejama atgriezeniskā saite?	Nav atgriezeniskās saites	Atgriezeniskā saite sniedz maz informācijas.	Pieejama izsmeļoša atgriezeniskā saite no lietotnes	Pieejama izsmeļoša atgriezeniskā saite, to var sniegt arī skolotājs
12.	Vai skolotājiem ir pieeja skolēna rezultātiem?	Rezultāti vispār netiek saglabāti	Tikai skolēns pats var piekļūt saviem rezultātiem	Skolēns var pievienot skolotāju, lai tā varētu redzēt viņa rezultātus.	Skolotājs var piekļūt savas klases skolēnu rezultātiem
<b>Ģeometrijas apguves kritēriji?</b>					
13.	Vai lietotne piedāvā ģeometrisku figūru izklājumus?	Nav uzdevumu par ģeometrisku figūru izklājumiem.	Pieejams viens uzdevums par izklājumiem.	Lietotnē pieejami uzdevumi par vienas ģeometriskās figūras izklājumu.	Lietotnē pieejami dažādi uzdevumi par ģeometrisku figūru izklājumiem
14.	Vai lietotne piedāvā aprēķināt ģeometrisku figūru laukumus?	Netiek piedāvāts aprēķināt ģeometrisku figūru laukumus.	Tiek piedāvāti uzdevumi par vienas ģeometriskās figūras laukuma aprēķināšanu.	Tiek piedāvāti vienvēidīgi uzdevumi par ģeometriskās figūras laukumu aprēķināšanu	Tiek piedāvāti daudzveidīgi uzdevumi par laukumu aprēķināšanu
15.	Vai lietotne piedāvā aprēķināt ģeometrisku figūru tilpumus?	Netiek piedāvāts aprēķināt ģeometrisku figūru tilpumus.	Tiek piedāvāti uzdevumi par vienas ģeometriskās figūras tilpuma aprēķināšanu.	Tiek piedāvāti vienvēidīgi uzdevumi par ģeometriskās figūras tilpuma aprēķināšanu	Tiek piedāvāti daudzveidīgi uzdevumi par laukumu aprēķināšanu
16.	Vai lietotne izskaidro skolēniem, kā rodas laukuma aprēķināšanas formula?	Skolēniem nav nekādu paskaidrojumu par laukuma aprēķināšanu	Skolēniem jāizmanto dotā formula laukuma aprēķināšanai	Tiek izskaidrots, kā jāaprēķina laukums.	Skolēniem tiek izskaidrots, kā rodas laukuma aprēķināšanas formula.
17.	Vai lietotne izskaidro, kā rodas tilpuma aprēķināšanas formula?	Skolēniem nav nekādu paskaidrojumu par tilpuma aprēķināšanu	Skolēniem jāizmanto dotā formula tilpuma aprēķināšanai	Tiek izskaidrots, kā jāaprēķina tilpums.	Skolēniem tiek izskaidrots, kā rodas tilpuma aprēķināšanas formula.
18.	Vai lietotne piedāvā ģeometrijas piemērus no reālās dzīves?	Netiek piedāvātas situācijas no dzīves, tikai standarta uzdevumi	Tiek piedāvātas nereālas situācijas, kas nerada izpratni par pielietojumu dzīvē.	Tiek piedāvāta viena situācija, kurā jāaprēķina tilpums vai laukums.	Tiek piedāvātas situācijas no reālās dzīves, kur nepieciešams aprēķināt tilpumu un laukumu.
19.	Vai lietotne piedāvā ģeometrisku figūru telpiskas ilustrācijas?	Nav ilustrāciju vispār	Dažiem uzdevumiem ir ilustrācijas citiem nav	Ilustrācijās ir nelielas nepilnības, nepieciešami uzlabojumi uzskatāmības uzlabošanai	Labi izstrādātas detalizētas ilustrācijas
<b>Pegogoģijas kritēriji</b>					

20.	Vai lietotne iekļauj elementus, kas palielina motivāciju to izmantot?	Nav elementus kas motivētu izmantot	Motivējošie elementi iekļauti nepārdomāti, tie nemotivē	Iekļauti motivējošie elementi, bet nepieciešami mazi uzlabojumi	Lietotne pārdomāta, lai motivētu skolēnus izmantot
21.	Vai lietotne nodrošina aktīvu mācīšanos?	Skolēnam lietotnē pasīva loma.	Lietotnē daudz lasāma/skatāma materiāla, maz ar interaktivitāti	Skolēns var izmantot aktīvai mācību darbībai, bet arī skolēns var veikt minēšanas ceļu.	Skolēns aktīvi mācās izmantojot lietotni
22.	Vai lietotne parāda pareizo atbildi kļūdas gadījumā?	Lietotne neidentificē kļūdas	Lietotne norāda, ka atbilde bijusi nepareiza, netiek norādīta pareizā atbilde	Lietotne kļūdas gadījumā parāda pareizo atbildi	Lietotne kļūdas gadījumā parāda pareizo atbildi un risinājumu
23.	Vai lietotnē ir pieejamas atgādes?	Lietotnē nav atgādes	Pieejamas atgādes, bet tās nav skolēniem viegli uztveramas.	Pieejamas atbilstošas atgādes, bet tās nevar izmantot uzdevuma risināšanas laikā.	Lietotnē uzdevumu risināšanas laikā pieejamas atbilstošas atgādes
24.	Vai lietotnē ir pieejama iespēja saglabāt progresu?	Nav iespēja saglabāt progresu	Progress redzams tikai kamēr atrodas lietotnē, pēc tam tiek izdzēsts	Iespējams redzēt, vai konkrētais uzdevums jau ir pildīts	Skolēni redz, cik uzdevumi ir izpildīti un cik vēl jāpilda
25.	Vai lietotne piedāvā aplūkot mācību progresa analīzi?	Nav iespējas aplūkot mācību progresa analīzi	Var redzēt progresa analīzes kopsavilkumu	Var redzēt mācību progresu sadalītu pa tēmām	Skolēni var redzēt detalizētu mācību progresa analīzi (pa tēmām, pa laika posmiem)
26.	Vai lietotnes uzdevumi pakāpeniski kļūst sarežģītāki?	Lietotnes uzdevumi ir vienas sarežģītības pakāpes	Uzdevumi nav sakārtoti pa sarežģītības pakāpēm	Lietotnes uzdevumi kļūst sarežģītāki, bet nav skaidri saprotama struktūra	Uzdevumi pakāpeniski kļūst sarežģītāki
27.	Vai iespējams izvēlēties konkrēto tēmu, ko vēlas apgūt?	Uzdevumi nav sakārtoti pa tēmām	Uzdevumi ir sakārtoti pa tēmām, bet visi uzdevumi jāpilda pēc kārtas nevar izvēlēties	Katram uzdevumam tēma norādīta atsevišķi nav sakārtoti pa tēmām blokos.	Skolēnam iespējams izvēlēties, kādas tēmas uzdevumus vēlas pildīt
28.	Vai lietotnes uzdevumi ir dažādi, nav vienveidīgi?	Uzdevumi ir vienveidīgi	Uzdevumos pamainās tikai nelielas detaļas	Uzdevumi ir dažāda veida taču saturiski vienādi	Uzdevumi ir dažādi, dažāda veida, ar daudzveidīgu saturu

## 2. pielikums. 10 atbilstošāko lietotņu izvērtējums

Nr.p.k.	Kritērijs	Geometry Practice	Voluminis2 - AR Geometry Game	GCSE Maths Geometry	Grade 8 Math And More	all physics formula	Aptitude4all: Aptitude &Test   Geometry	All Maths Formulas	GCSE Maths Geometry Revision L	2.Geometry	1.Geometry
	<b>Lietotnes dizaina kritēriji</b>										
1.	Vai lietotnes dizains ir skaidrs un viegli uztverams? (Vai lietotne ir intuitīva?)	2	2	3	0	3	2	3	3	3	2
2.	Vai lietotnē ir pieejamas lietošanas instrukcijas?	0	0	3	1	0	0	0	3	0	0
3.	Vai lietotnē ir iekļauti attēli/ilustrācijas?	2	3	3	0	2	2	3	3	3	3
4.	Vai lietotnē ir iekļauti spēliskošanas elementi?	0	3	2	0	0	0	0	3	0	0
5.	Vai lietotne darbojas bezsaistes režīmā?	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3
6.	Vai lietotnē iespējams datus saglabāt un turpināt citā ierīcē?	0	3	2	0	0	0	0	2	0	0
7.	Vai lietotne savietojama ar citām ierīcēm(planšetdatoriem, datoriem)?	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2
8.	Vai lietotne ļauj dalīties ar mācību rezultātiem ar citiem lietotājiem?	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
9.	Vai lietotnē ir pieejama funkcija saziņai ar citiem lietotājiem?	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
10.	Vai lietotnē ir pieejami tehniskā atbalsta kontakti?	0	3	2	0	0	0	0	3	0	2
11.	Vai lietotnē pieejama atgriezeniskā saite?	1	1	2	0	0	0	0	2	0	0
12.	Vai skolotājiem ir pieeja skolēna rezultātiem?	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Ģeometrijas apguves kritēriji?</b>										

13.	Vai lietotne piedāvā ģeometrisko figūru izklājumus?	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
14.	Vai lietotne piedāvā aprēķināt ģeometrisko figūru laukumus?	1	2	2	0	0	1	0	3	0	0
15.	Vai lietotne piedāvā aprēķināt ģeometrisko figūru tilpumus?	1	2	2	0	0	0	0	3	0	0
16.	Vai lietotne izskaidro skolēniem, kā rodas laukuma aprēķināšanas formula?	0	1	2	1	2	1	1	3	2	2
17.	Vai lietotne izskaidro, kā rodas tilpuma aprēķināšanas formula?	0	1	2	1	2	0	1	3	2	2
18.	Vai lietotne piedāvā ģeometrijas piemērus no reālās dzīves?	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
19.	Vai lietotne piedāvā ģeometrisko figūru telpiskas ilustrācijas?	2	3	3	0	0	0	2	3	3	3
	<b>Pegogoģijas kritēriji</b>										
20.	Vai lietotne iekļauj elementus, kas palielina motivāciju to izmantot?	0	3	2	0	0	0	2	3	0	0
21.	Vai lietotne nodrošina aktīvu mācīšanos?	3	3	2	2	1	1	1	3	2	1
22.	Vai lietotne parāda pareizo atbildi kļūdas gadījumā?	1	1	3	1	1	0	2	3	0	0
23.	Vai lietotnē ir pieejamas atgādnēs?	0	3	2	0	1	1	2	3	0	0
24.	Vai lietotnē ir pieejama iespēja saglabāt progresu?	0	3	2	0	0	0	0	3	0	0
25.	Vai lietotne piedāvā aplūkot mācību progresa analīzi?	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
26.	Vai lietotnes uzdevumi pakāpeniski kļūst sarežģītāki?	2	3	3	0	2	0	3	2	0	0
27.	Vai iespējams izvēlēties konkrēto tēmu, ko vēlas apgūt?	2	3	3	0	1	2	3	3	3	3
28.	Vai lietotnes uzdevumi ir dažādi, nav vienveidīgi?	1	1	1	0	1	1	1	3	0	1

### 3. pielikums. Skolotāju daļēji strukturēto interviju jautājumi

1. Vai matemātikas mācību stundās Jūs izmantojat digitālus mācību līdzekļus, ja jā, kādus?
2. Kāpēc Jūs izvēlaties izmantot/neizmantot digitālus mācību līdzekļus?
3. Vai zināt, kas ir spēliskošanas elementi? Kā arī vai, Jūsaprāt, to izmantošana motivē skolēnus mācību darbam?
4. Vai, jūsaprāt, jums pietiek digitālās prasmes, lai iekļautu digitālos mācību līdzekļus savās matemātikas mācību stundās?
5. Kādus pozitīvus aspektus jūs saredzat no digitālu mācību līdzekļu izmantošanas?
6. Kādus negatīvus aspektus Jūs saredzat no digitālu mācību līdzekļu izmantošanas?
7. Ko Jūs domājat par šāda digitāla mācību līdzekļa integrēšanu matemātikas mācību stundās(prototipa ko izmēģināja skolēni)?
8. Ko, jūsaprāt, būtu jāietver digitālam mācību līdzeklim, lai jūs to vēlētos izmantot savās mācību stundās (piem., skolotājam jāredz skolēnu rezultāti, jāvar izvēlēties uzdevumu grūtības pakāpi, redzēt skolēnu rezultātu dinamiku)?
9. Vai jūsaprāt ir svarīgi, lai skolēni formulas izprot nevis mehāniski iemācās formulas? Kā veiciniet skolēnu izpratnes veidošanos?

## 4. pielikums. Skolotāju daļēji strukturēto interviju transkripcijas

### 1. intervija

1. Vai matemātikas mācību stundās Jūs izmantojat digitālus mācību līdzekļus, ja jā, kādus?

*Izmantoju soma.lv, uzdevumi.lv, geogebra, kahoot.*

2. Kāpēc Jūs izvēlaties izmantot/neizmantot digitālus mācību līdzekļus?

*Daudzi no mācību līdzekļiem atbilst mācību programmai, skolēniem patīk, ja tos izmanto mācību stundās. Kā arī tie ir vizuāli uzskatāmi un pievilcīgi.*

3. Vai zināt, kas ir spēliskošanas elementi? Kā arī vai, Jūsaprāt, to izmantošana motivē skolēnus mācību darbam?

*Matemātikā spēliskošanas ir izmantojami, bet ne katru stundu, bieži. Jo daudz laika jāvelta treniņam.*

4. Vai, jūsaprāt, jums pietiek digitālās prasmes, lai iekļautu digitālos mācību līdzekļus savās matemātikas mācību stundās?

*Pietiek, bet vienmēr jau var labāk.*

5. Kādus pozitīvus aspektus jūs saredzat no digitālu mācību līdzekļu izmantošanas?

*Skolēniem patīk mūsdienīga pieeja – darbošanās ar digitāliem rīkiem.*

6. Kādus negatīvus aspektus Jūs saredzat no digitālu mācību līdzekļu izmantošanas?

*Skolēni reizēm to uztver kā izklaidi.*

7. Ko Jūs domājat par šāda digitāla mācību līdzekļa integrēšanu matemātikas mācību stundās(prototipa ko izmēģināja skolēni)?

*Materiāls labs, bet jābūt labam internetam. Ir skolēni, kam nav atbilstošu prasmju, lai pildītu darbu digitāli.*

8. Ko, jūsaprāt, būtu jāietver digitālam mācību līdzeklīm, lai jūs to vēlētos izmantot savās mācību stundās (piem., skolotājam jāredz skolēnu rezultāti, jāvar izvēlēties uzdevumu grūtības pakāpi, redzēt skolēnu rezultātu dinamiku)?

*Skolotājam jāredz skolēnu sniegums/rezultāti, jābūt iespējai izvēlēties grūtības pakāpi, jāpiedāvā uzdevumi iepriekšējai sagatavošanās pirms materiāla izpildes.*

9. Vai jūsaprāt ir svarīgi, lai skolēni formulas izprot nevis mehāniski iemācās formulas? Kā veiciniet skolēnu izpratnes veidošanos?

*Ir svarīgi, bet stundu skaita dēļ tas ne vienmēr ir iespējams.*

## 2. Intervija

1. Vai matemātikas mācību stundās Jūs izmantojat digitālus mācību līdzekļus, ja jā, kādus?

*Izmantoju – uzdevumi.lv, soma.lv, geogebra, transum.org/Math, tavaklase.lv, google*

2. Kāpēc Jūs izvēlaties izmantot/neizmantot digitālus mācību līdzekļus?

*Lai mācību procesu padarītu mūsdienīgāku, atvieglotu informācijas apgūšanu, piedāvātu dažādas mācību metodes.*

3. Vai ziniet, kas ir spēliskošanas elementi? Kā arī vai, Jūsaprāt, to izmantošana motivē skolēnus mācību darbam?

*Motivē, ja izglītojamais ir ieinteresēts mācību procesā. Taču visu vajag ar mēru, pareizās proporcijās.*

4. Vai, jūsaprāt, jums pietiek digitālās prasmes, lai iekļautu digitālos mācību līdzekļus savās matemātikas mācību stundās?

*Nē, nepietiek.*

5. Kādus pozitīvus aspektus jūs saredzat no digitālu mācību līdzekļu izmantošanas?

*Atvieglo darbu labošanu. Darba procesu padara daudzveidīgāku, mūsdienīgāku.*

6. Kādus negatīvus aspektus Jūs saredzat no digitālu mācību līdzekļu izmantošanas?

*Skolēni daudz laika pavada viedierīcēs, visu pareizās proporcijās.*

7. Ko Jūs domājat par šāda digitāla mācību līdzekļa integrēšanu matemātikas mācību stundās(prototipa ko izmēģināja skolēni)?

*Noteikti pozitīvi, ka izstrādā jaunus rīkus, aplikācijas.*

8. Ko, jūsaprāt, būtu jāietver digitālam mācību līdzeklim, lai jūs to vēlētos izmantot savās mācību stundās (piem., skolotājam jāredz skolēnu rezultāti, jāvar izvēlēties uzdevumu grūtības pakāpi, redzēt skolēnu rezultātu dinamiku)?

*Visi iepriekš nosauktie*

9. Vai jūsaprāt ir svarīgi, lai skolēni formulas izprot nevis mehāniski iemācās formulas? Kā veiciniet skolēnu izpratnes veidošanos?

*Ir lietas, kuras ir mehāniski jāiemācās, atmiņa ir jātrenē, jābūt zināšanām, lai būtu iespēja pašam pieņemt izvēles un lēmumus.*

### 3. intervija

1. Vai matemātikas mācību stundās Jūs izmantojat digitālus mācību līdzekļus, ja jā, kādus?

*Izmantoju – uzdevumi.lv, google, kahoot*

2. Kāpēc Jūs izvēlaties izmantot/neizmantot digitālus mācību līdzekļus?

*Izmantoju, lai padarītu mācību procesu skolēniem saistošāku.*

3. Vai ziniet, kas ir spēliskošanas elementi? Kā arī vai, Jūsaprāt, to izmantošana motivē skolēnus mācību darbam?

*Esmu par tiem dzirdējusi. Manuprāt, to izmantošana mācību procesu padara skolēniem saistošāku, interesantāku. Taču ne visiem skolēniem.*

4. Vai, jūsaprāt, jums pietiek digitālās prasmes, lai iekļautu digitālos mācību līdzekļus savās matemātikas mācību stundās?

*Ir lietas, ko vēl gribētu iemācīties labāk, lai justos drošāk skolēnu priekšā.*

5. Kādus pozitīvus aspektus jūs saredzat no digitālu mācību līdzekļu izmantošanas?

*Mācību process kļūst skolēniem saistošāks, katrs skolēns var darboties sev atbilstošā ātrumā, automātiska uzdevumu labošana.*

6. Kādus negatīvus aspektus Jūs saredzat no digitālu mācību līdzekļu izmantošanas?

*Skolēni ierīcē var nodarboties ar blakus lietām, saskaršanās ar tehniskajām un interneta problēmām.*

7. Ko Jūs domājat par šāda digitāla mācību līdzekļa integrēšanu matemātikas mācību stundās(prototipa ko izmēģināja skolēni)?

*Manuprāt pilnveidojot šo prototipu tas var kļūt par ļoti veiksmīgu mācību līdzekli skolēniem. Man patika tas, ka ik pa laikam tiek ievāktas skolēnu atbildes, lai būtu iespēja novērot mācību procesu.*

8. Ko, jūsaprāt, būtu jāietver digitālam mācību līdzeklī, lai jūs to vēlētos izmantot savās mācību stundās (piem., skolotājam jāredz skolēnu rezultāti, jāvar izvēlēties uzdevumu grūtības pakāpi, redzēt skolēnu rezultātu dinamiku)?

*Pirmkārt tam jābūt skolēniem saistošam un tajā pašā laikā ar vērtīgu matemātikas saturu.*

9. Vai jūsaprāt ir svarīgi, lai skolēni formulas izprot nevis mehāniski iemācās formulas? Kā veiciet skolēnu izpratnes veidošanos?

*Uzskatu, ka tas ir svarīgi taču ne visas formulas mācīties ar izpratni pietiek laiks, daļu ir vienkārši jāiemācās izmantot.*

## 5. pielikums. Anketa skolēniem pirms prototipa izmantošanas

Labdien! Studiju ietvaros Latvijas Universitātē tiek veikts pētījums, kas palīdzēs noskaidrot digitālu interaktīvu mācību materiālu izmantošanu potenciālu matemātikas stundās, lai veicinātu skolēnu izpratnes veidošanos Jūsu sniegtais viedoklis man ir ļoti svarīgs un palīdzēs izprast vai, un kāda veida digitāli mācību līdzekļi var palīdzēt veicināt skolēnu motivāciju matemātikas apgūšanai. Šī anketa ir anonīma un dati tika izmantoti tikai apkopotā veidā.

Aizpildot šo anketu, piekrītu datu apkopošanai un izmantošanai apkopotā veidā.

1. Ievadi savu kodu

---

2. Vai atbalsti digitālu mācību līdzekļu izmantošanu?

- 1) Jā
- 2) Nav viedoklis
- 3) Nē

3. Vai jūs matemātikas stundās izmantojat viedierīces mācību darbam?

- 1) Jā
- 2) Nē
- 3) Vienreiz izmantojām

4. Vai tev patīk spēlēt datorspēles?

- 1) Jā
- 2) Nē
- 3) Nav viedoklis

5. Vai tev patīk matemātika?

- 1) Jā
- 2) Nē
- 3) Kā kuru dienu

6. Vai tev padodas matemātika?
- 1) Jā
  - 2) Nē
  - 3) Gribētu, lai padotos labāk
7. Vai matemātikas stundās tu saproti formulas, ko mācies vai iemācies tās no galvas?
- 1) Izprotu formulas
  - 2) Mācos tās no galvas
  - 3) Zinu, kur atrast formulas un kā tās izmantot
  - 4) Formulu izmantošana man sagādā grūtības
8. Vai tavuprāt digitāls mācību līdzeklis ar spēles elementiem tev palīdzētu mācīties labāk?
- 1) Jā
  - 2) Nē
  - 3) Atkarībā kāds tas būtu

Paldies par tavu ieguldīto laiku anketas aizpildīšanā!

## 6. pielikums. Anketa skolēniem pēc prototipa izmantošanas

Labdien! Studiju ietvaros Latvijas Universitātē tiek veikts pētījums, kas palīdzēs noskaidrot digitālu interaktīvu mācību materiālu izmantošanu potenciālu matemātikas stundās, lai veicinātu skolēnu izpratnes veidošanos Jūsu sniegtais viedoklis man ir ļoti svarīgs un palīdzēs izprast vai, un kāda veida digitāli mācību līdzekļi var palīdzēt veicināt skolēnu motivāciju matemātikas apgūšanai. Šī anketa ir anonīma un dati tika izmantoti tikai apkopotā veidā.

Aizpildot šo anketu, piekrītu datu apkopošanai un izmantošanai apkopotā veidā.

1. Ievadi savu kodu

---

2. Vai atbalsti digitālu mācību līdzekļu izmantošanu?

- 1) Jā
- 2) Nav viedoklis
- 3) Nē

3. Vai vēlētos vēl kādreiz izmantot šāda tipa mācību līdzekli, kā tikko izmēģināji?

- 1) Jā
- 2) Nē
- 3) Vēlētos, bet tam nepieciešami uzlabojumi

4. Ko, tavuprāt, vajadzētu mainīt prototipā, ko tikko izmēģināji?

---

5. Vai, izmantojot šo mācību līdzekli, matemātika likās interesantāka?

- 1) Jā
- 2) Nē

6. Vai, izmantojot šo mācību līdzekli, bija vieglāk mācīties matemātiku?

- 1) Jā
- 2) Nē
- 3) Man vienmēr viegli

7. Vai, pildot šo digitālo mācību materiālu, cilindra laukuma un tilpuma aprēķināšana kļuva skaidrāka?

- 1) Jā
- 2) Jau pirms tam visu zināju
- 3) Nē vēl aizvien neko nesaprotu
- 4) Palika mazliet skaidrāks bet vēl jāmācās

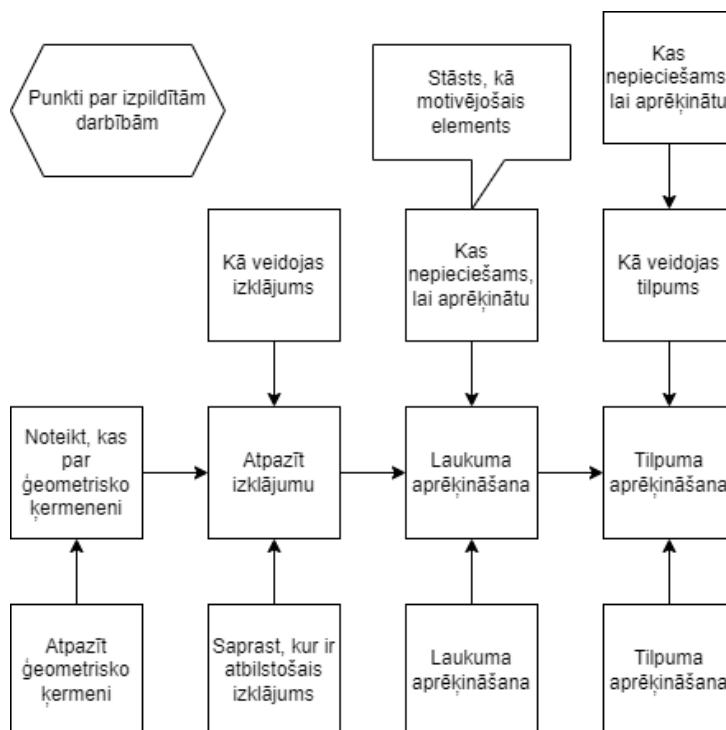
8. Tavs komentārs par izmēģināto mācību līdzekli

---

Paldies par tavu ieguldīto laiku anketas aizpildīšanā!

## 7. pielikums. Prototipa izstrādes 1. un 2. skice

### 1. Skice, idejas atspoguļojums.



### 2. Skice, ģeometrijas satura atspoguļojums.

