

Tartu Ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Ökoloogia ja maateaduste instituut
Loodusteadusliku hariduse keskus

Jaanus End

**Õpilaste hinnangud mängupõhise õppe kasutamisele
keemiatunnis reaktsioonivõrrandite õpetamisel 9. klassis:
vooseisundi teooria vaatenurgast**

Magistritöö

Gümnaasiumi loodusteaduste õpetaja

Juhendaja: anorgaanilise keemia lektor Terje Raudsepp

TARTU

2025

Lühikokkuvõte

Kirjanduse andmetel keemia õpetamine ilma eluliste näideteta ei ole edukas (Dinther et al., 2023). Tänapäeva pedagoogilises teaduses tehtavate uuringute käigus on leitud, et mängupõhine õpe mõjub positiivselt õpilaste motivatsioonile ja teadmiste arengule (Brydges & Dembinski, 2019; Triboni & Weber, 2018). Käesoleva uurimistöö raames loodi lauamäng, mille eesmärk on toetada reaktsioonivõrrandite õppimist, tõsta õpilaste motivatsiooni ja keskendumist õppetöö käigus (Battersby et al., 2020). Uuring viidi läbi kolmeteistkümne 9. klassi õpilase osalusel. Uuringu käigus õppurid mängisid lauamängu ja täitsid küsimustiku, mis mõõtis nende vooseisundit (Csikszentmihalyi, 2000; Kiili, 2006). Uuringu kvalitatiivses osas küsiti õpilaste hinnanguid ja ootuseid keemia ainetunnis kasutatavale lauamängule. Õpilased olid positiivselt meelestatud mängu kasutamisele õppetöös. Mängus hindavad nad enim lõbusust ja arusaadavust. Uuringu kvantitatiivses osas mõõdeti vooseisundit, mille tulemused osutusid kirjandusandmetega kattuvaks (Perttula et al., 2016).

Abstract

According to literature, teaching chemistry without real-life examples is not successful (Dinther et al., 2023). Research in contemporary pedagogical science has found that game-based learning positively affects students' motivation and knowledge development (Brydges & Dembinski, 2019; Triboni & Weber, 2018). As part of this research, a board game was created to support learning chemical equations, increase students' motivation, and focus during the learning process (Battersby et al., 2020). The study was conducted with the participation of thirteen 9th grade students. During the study, learners played the board game and completed a questionnaire measuring their flow state (Csikszentmihalyi, 2000; Kiili, 2006). In the qualitative part of the study, students were asked about their evaluations and expectations regarding the board game used in chemistry lessons. Students had positive attitudes toward using the game in learning. In the game, they valued fun and comprehensibility the most. In the quantitative part of the study, flow state was measured, with results matching the literature data (Perttula et al., 2016).

Sisukord

Lühikokkuvõte.....	2
Sisukord.....	3
Sissejuhatus	5
1. Kirjanduse ülevaade	7
1.1 Mängupõhine õpe	7
1.2 Õpetamismeetodi mõju õppimise tõhususele	7
1.3 Mängu mõju õppimisele	7
1.4 Lauamängu disain õppevarana.....	8
1.5 Voolavus	8
1.6 Keemiaalased lauamängud.....	9
1.7 Reaktsioonivõrrandite keerukusest	9
2. Metoodika.....	11
2.1 Ülevaade uuringu disainist.....	11
2.2 Valim	11
2.3 Instrument	12
2.4 Andmeanalüüs	12
3. Tulemused ja analüüs	14
4. Arutelu ja järeldused.....	22
Kokkuvõte	26
Kasutatud kirjandus	28
Summary.....	34
Lisad	36
Lisa 1. Mängulaud	36
Lisa 2. Mängukaardid. Ülalt alla - ainete kirjeldused, lähteained, saadused, eeskordajad.	37
Lisa 3. Mängu reeglid	38
Lisa 4. Mängus koostatavad reaktsioonid.....	39
Lisa 5. Ainete kirjeldused	40
Lisa 6. Küsimustik	41
Lisa 7. Küsimustikus mõõdetavad parameetrid ja nende seos Flow-teooriaga	45
Lisa 8. Õpilaste hinnangud flow-seisundi komponentidele – kirjeldavad statistilised näitajad.....	47
Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	49

Magistritöö kaitsmisele lubamise tõend 50

Sissejuhatus

Mängupõhine õpe (ingl k *game-based learning*) on hariduses üks lähenemisviisi, kus õpilased omandavad või kinnistavad uusi teadmisi ja oskusi läbi mängude või mänguliste tegevuste, mis on integreeritud õppeprotsessi (Kumar, 2023).

Tartu Ülikoolis on mängupõhist õpet keemias uuritud ka Õispuu ja Mölder (Mölder & Õispuu, 2024) bakalaureusetöös „*Keemia alase õppemängu loomine ja põhikooli keemia õpetajate ootused ja hinnangud õppemängule ning soovitud õppemängu parendamiseks*“. Selles töös keskenduti keemiaõpetajate ootustele ja hinnangutele õppemängu kohta, samuti toodi välja soovitud õppemängu täiustamiseks. Uurimusest selgus, et mängupõhine õpe võib olla tõhus ja kaasahaarav viis keemiaõpetuses, kuid õpetajate tagasiside põhjal on oluline arvestada ka mängu ülesehituse ja sisu sobivusega õpetamise eesmärkide saavutamiseks.

Erinevad kirjandusallikad (Brydges & Dembinski, 2019; Triboni & Weber, 2018) viitavad sellele, et mängupõhine õpe on osutunud tõhusaks meetodiks keemia kontseptsioonide õpetamisel ja õppimisel, kuna see suurendab õpilaste füüsilist, sotsiaalset ja kognitiivset kaasatust (Battersby et al., 2020). Selline lähenemine on omakorda viinud positiivsete muutusteni õpilaste suhtumises, huvi ja motivatsiooni tõusuni keemia õppimises (Kumar, 2023). Eriti kasulikuks on osutunud tõsimängud (ingl k *serious games*), mis on näidanud positiivset mõju õpitulemustele, suurendades õpilaste motivatsiooni ja kaasatust. Mängud aitavad õpilastel mõista keerulisi teadusmõisteid ning arendada probleemilahendusoskusi (Kara, 2021).

Arvestades kirjanduses esitatud järeldusi (Kara, 2021; Kumar, 2023), tekkis mul soov arendada ja luua õppemäng, et panustada teaduspõhisesse õpetamisse ning täiustada õpilaste keemiaõppe kogemust, kasutades mängulisi elemente. Eriti oluline on, et Eesti õpilaste arvamusi ja hinnanguid mängupõhise õppe kontekstis keemias on seni vähe uuritud. Seetõttu on minu magistr töö eesmärgiks uurida, kuidas mängupõhine õpe suudab muuta õpilaste õpikogemust ja toob kasu just keemiaõpetuse valdkonnas, toetudes ka vooseisundi (ingl k *flow*) teooria põhimõtetele. Vooseisundi teooria järgi on parim õppimise seisund see, kui õpilane on täielikult tegevusse haaratud ja keskendunud (Csikszentmihalyi, 1990). See aitab mõista, kuidas mängud võivad suurendada motivatsiooni ja loovust, pakkudes tasakaalu väljakutsete ja oskuste vahel.

Uurimistöö eesmärk oli selgitada, kuidas mängupõhine õpe soodustab vooseisundi kujunemist 9. klassi õpilastel keemias reaktsioonivõrrandite õppimisel, hinnates õppevara tõhusust õpilaste subjektiivsete kogemuste kaudu.

Lähtudes töö eesmärgist püstitati järgmised uurimusküsimused:

1. Millisel määral kogevad 9. klassi õpilased vooseisundile iseloomulikke tunnuseid mängupõhises keemiatunnis reaktsioonivõrrandite õppimisel?
2. Millised seosed esinevad vooseisundi tunnuste vahel 9. klassi õpilaste hinnangutes keemia reaktsioonivõrrandite õppimisel mängupõhise õppe kontekstis?

Märksõnad: keemia, mängupõhine õpe, aktiivõppe meetod, mäng

CERCS: S272 „Õpetajakoolitus“.

1. Kirjanduse ülevaade

1.1 Mängupõhine õpe

Mängupõhine õpe (ingl k *Game-based learning, GBL*) toimub läbi tegeliku mängu, kus mängu mehhanismid on seotud õppeainega. Mängu sisu ja ülesanded on loodud selleks, et õpetada konkreetseid teadmisi või oskusi (Kirriemuir & McFarlane, 2004; McFarlane et al., 2025). Mängupõhises õppes on mängu loogika ja eesmärgid õppeprotsessi osaks (Plass et al., 2015). Mäng ise on õppimise tööriist, mille kaudu arendatakse õppija oskusi, teadmisi või arusaamu (Anane, 2024). Näitena saab tuua keemia mängu, kus õpilased lahendavad keemilisi reaktsioone ja muid ülesandeid, et edasi pääseda järgmistele tasemetele (Byusa et al., 2022). Õppimine toimub läbi mängu ülesannete täitmise ja tulemuste analüüsi. Mängupõhine õpe võib olla liigitatud erinevate kriteeriumite järgi, näiteks mängu eesmärkide, mängu tüüpide ja õpetamismeetodite põhjal. Mänge liigitatakse õpetlikud mängud, simulatsioonimängud ja õpimängud (ingl k *edutainment*) (Qian & Clark, 2016).

1.2 Õpetamismeetodi mõju õppimise tõhususele

Uuringud on näidanud, et õpilased kaugenevad keemiast (Abulude, 2009; Akram et al., 2017). Õppemeetodite valik määrab õpilaste edasisi arenguid (McDonald, 2021; Woldeamanuel et al., 2013). Õpilastel on keeruline näha keemia ainesisu tähtsust, kui seda õpetatakse isoleeritud faktidena, ilma eluliste näideteta (Dinther et al., 2023).

1.3 Mängu mõju õppimisele

Byusa ja kaasautorid on andnud ülevaate mängupõhisest õppes kui tulusast õpetamismeetodist keemia vallas. Mäng soodustab õpilastes motivatsiooni ja laseb neil nautida õppimist kui sellist (Li & He, 2023). Samas, uurimused näitavad, et mäng ei pruugi toetada õppimist, kui see pole loodud kasutades tõenduspõhiseid õpetamismeetodeid (Howard-Jones et al., 2011). Õppemängus osalemine eeldab eelnevaid akadeemilisi teadmisi antud vallas, vastasel korral võib kaduda huvi (Garcia & Barrientos, 2023).

Keemia digitaalseid õppemänge on hinnatud õppevarana selle alusel, kas need kujundavad positiivset hoiakut õppeaine suhtes - see on määrava tähtsusega õpilase soorituseks (Festus & Ekpete, 2012) ja õppetegevuse nautimiseks. See omakorda julgustab õpilasi saama

kompetentseks (Touati & Baek, 2017). Mängupõhine õpe avardab võimalusi teadmiste loomiseks (Papastergiou, 2009) ja motiveerib osalema õppetegevuses (Vos et al., 2011). Õpilastel avaneb võimalus kogeda voolavust, mis aitab keskenduda õppimisele (Hsieh et al., 2016).

1.4 Lauamängu disain õppevarana

Lauamängud on mitme osalejaga mängud, mis põhinevad füüsilistel komponentidel – nagu mängulauad, kaardid või nupud – ja kindlatel reeglitel (Gobet et al., 2004). Hariduslikes kontekstides rõhutavad teadlased, et pelgalt mängumehaanika ei taga õppimist. Oluline on, kuidas mäng toetab õppija kognitiivseid protsesse (Clark, 2007). Kui mäng ei põhine õppimisele suunatud disainil ega paku kognitiivset tuge, võib see jääda õppimise seisukohalt ebaefektiivseks. Seetõttu on oluline kujundada lauamänge nii, et need aitaksid õppijatel luua seoseid varasemate teadmiste ja uue info vahel, toetades skeemide arengut ja tähelepanu fokuseerimist (Barzilai & Blau, 2014; Piaget & Inhelder, 1969). Lauamängud annavad kohest tagasisidet õpilase sooritusele, võimaldades tal kohandada enda otsuseid ning saada paremaid tulemusi (Cheng et al., 2019).

1.5 Voolavus

Voolavuse (sünonüüm *vooseisund*; ingl k *flow*) teooria on psühholoogiline kontseptsioon, mille töötas välja Mihály Csíkszentmihályi 1970. aastatel. Voolavus mängimise ajal on kogemus, kus mängija on täielikult kaasatud ja keskendunud ülesandele. See seisund sisaldab mitmeid olulisi omadusi, nagu täielik *keskendumine*, mis tähendab mängu suhtes täielikku tähelepanu suunamist. *Tagasiside* võimaldab mängijal kiiresti hinnata oma sooritust ja teha vajalikke kohandusi. *Kontrolli* tunne annab mängijale vabaduse valida oma tegevusi, olles samal ajal teadlik oma otsuste mõjust mängule. *Sisemine motivatsioon* tuleneb positiivsest emotsionaalsest seisundist, mis on seotud mängu nautimisega. Samuti kaasneb vooseisundiga *ajataju muutus*, kus aeg võib tunduda kiirenevat või aeglustuvat, mis peegeldab *eneseteadvuse kadu* ja *keskendumist*. *Mängitavus* näitab mängu kasutamise lihtsust. Mängus tajutav *väljakutse* ja oskused on optimaalses tasakaalus. Mängija näeb

mängul selget *eesmärki*. Need omadused loovad ideaalsed tingimused voolavuse kogemiseks. (Csikszentmihalyi, 1990)

Kuigi vooseisundit on mängupõhise õppimise kontekstis laialdaselt uuritud, on lauamängude ja vooseisundi vaheline seos seni jäänud vähese tähelepanu alla (Li et al., 2024). Haridusmängude kontekstis on Kiili (2006) eristanud vooseisundit kahes mõõtnes: voo eeldused (nagu *väljakutse, eesmärk, tagasiside, kontroll ja mängitavus*) ning voo kogemus (sh *keskendumine, ajataju muutus, sisemine motivatsioon ja eneseteadvuse kadu*). Uuringud on näidanud, et vooseisund toetab õppimist, suurendades keskendumist, rahulolu ning õpimotivatsiooni (Chang et al., 2017; Engeser & Rheinberg, 2008; Lim et al., 2006; Sun et al., 2017).

1.6 Keemiaalased lauamängud

Viimastel aastatel on haridustöötajad loonud mitmeid lauamänge keemia õpetamiseks (Antunes et al., 2012; Russell, 1999; Wardani et al., 2016), kuid enamik neist uuringutest ei ole sisaldanud empiirilist uurimistööd ega pakkunud mitmetahulist analüüsi, näiteks mängukogemuse, kaasatuse või käitumismustrite kohta. Samuti ei ole uuritud, kuidas mängukomponentide materjalid mõjutavad õpilaste voolavuse seisundit ja õpitulemusi. Uurimuses, mille viis läbi Li et al. (2024), hinnati keemiateemalise lauamängu „Chemistry Story“ kasulikkust ja kasutusmugavust, tuginedes Davise tehnoloogia aktsepteerimise mudelile. Kasutati seitsmest väitest koosnevat küsimustikku 5-punktilisel Likert'i skaalal. Mõõtevahendi usaldusväarsuse koefitsient (*Cronbachi alfa*) oli 0,86.

1.7 Reaktsioonivõrrandite keerukusest

Johnstone (1982) pakkus välja, et keemial põhinev maailmamõistmine toimub kolmel tasandil: makrotasand, mikrotasand ja sümboltasand. Seda kontseptsiooni on ajapikku täiendatud ja laiendatud (Gilbert & Treagust, 2009; Talanquer, 2011).

Need erinevad tasandid põhjustavad õpilastele raskusi, mis omakorda tekitab negatiivset suhtumist keemiasse (Liaghatdar et al., 2011; Osborne et al., 2003), mõjutades nii akadeemilisi tulemusi (Cahill et al., 2018; Solem & Vaughan, 2023) kui ka tulevikuvalikuid (Hamerská et al., 2024).

Üheks probleemseimaks teemaks on keemilised reaktsioonid ja võrrandid (Rychtera & Bílek, 2020). Uuringud näitavad, et kuigi õpilased võivad tajuda reaktsioone makrotasandil (Hinton & Nakhleh, 1999; Jaber & BouJaoude, 2012), siis koolides domineerib sümbolite kasutamine (Chittleborough et al., 2002), mis viib selleni, et reaktsioonivõrrandeid nähakse pigem matemaatiliste ülesannetena kui keemiliste protsesside kirjeldustena (Hamerská et al., 2024).

Sümbolite tähendus, mis on ekspertidele iseenesestmõistetav, jääb õpilastele sageli arusaamatuks (Marais & Jordaan, 2000). Seetõttu muutub võrrandite tasakaalustamine ja stöhhiomeetrilised arvutused pigem mehaaniliseks tegevuseks ilma sügavama mõistmiseta (Tóth & Sebestyén, 2009).

Lahendusena tuleks arendada õpetamisstrateegiaid, mis aitaksid ületada lõhet erinevate esitusviiside vahel ja toetaksid õpilaste kontseptuaalset arusaama (A. H. Johnstone, 2009). Pedagoogiline fookus peaks nihkuma võrrandite mehaaniliselt tasakaalustamiselt tervikliku arusaama arendamisele keemiliste reaktsioonide tegelikest mehhanismidest ja nende laiemast tähendusest (Hamerská et al., 2024).

2. Metoodika

2.1 Ülevaade uuringu disainist

Töö eesmärk oli uurida, kuidas konkreetne lauamängu põhine tegevus toetab mängijate kogemust ja võimaldab saavutada voolavuse seisundit. Selleks viidi läbi mitmeetapiline uuring, mis hõlmas nii teoreetilist eeltööd kui ka praktilise uurimuse läbiviimist. Uuringu ülesehitus oli järk-järguline – alates teaduskirjanduse otsimisest ja analüüsimisest kuni andmete kogumise, analüüsimise ja tõlgendamiseni.

Tabel 1 annab ülevaate uuringu eri etappidest koos vastava ajakavaga, kirjeldades iga etapi konkreetseid tegevusi ning nende ajastust.

Tabel 1

Uuringu disain

Etapp	Aeg	Tegevus
I etapp	Jaauar 2024 -Mai 2025	Teaduskirjanduse otsimine, süstematiseerimine ja analüütiline läbitöötamine.
II etapp	Jaauar -Märts 2025	Lauamängu koostamine ja kohandamine.
III etapp	Veebruar -Aprill 2025	Instrumendi (küsimustiku) koostamine ja kohandamine.
IV etapp	Aprill 2025	Uurimisprotsessi elluviimine ja andmekogumise protsess.
V etapp	1.mai -4. mai 2025	Statistika tegemine andmete analüüsimine.
VI etapp	Aprill-Mai 2025	Andmete tõlgendamine ja teksti kokkupanek.

2.2 Valim

Enne uurimistöö alustamist saadi vajalikud load asutustelt, sealhulgas kooli juhtkonnalt ja õpetajatelt, et viia läbi uuring selles koolis. Uuringus osalejatel paluti mängida koostatud mängu ja vastata hiljem küsimustikule. Kuna kõik uuringus osalejad olid alaealised, siis küsiti eraldi nõusolekut ka nende vanematelt. Uuringus osalejatelt saadi teadlik nõusolek. Mängus osalemine ja küsimustikule vastamine oli vabatahtlik. Osalejatele anti kindlustunne anonüümsuse osas. Töös kasutati mugavusvalimit 9.klassi õpilaste hulgast, kes on läbinud aineklasside ja reaktsioonivõrrandite õppetükki koolikeemia õpingutes. See võimaldab

lihtsat juurdepääsu osalejatele teatud kontekstis, mistõttu oli see töö autori jaoks praktiline valik. Valim koosnes 13 õpilasest.

2.3 Instrument

Uurimistöös kasutati instrumentidena lauamängu arendatud versiooni (vt lisa 1 kuni 5), mis on koostatud käesoleva töö autori poolt ning selle mõju hindamiseks koostatud küsimustikku (vt lisa 6) (C.-T. Li et al., 2024). Lauamängu tõhususe hindamiseks kasutati modifitseeritud küsimustikku, mille abil analüüsiti õpilaste mängukogemust läbi erinevate aspektide. Küsimused mõõtsid viit näitajat voo eeldustest (*väljakutse, eesmärk, tagasiside, kontroll, mängitavus*) ja nelja näitajat voo kogemusest (*keskendumine, ajataju muutus, sisemine motivatsioon, eneseteadvuse kadu*). Iga näitaja mõõtmiseks küsiti kaks kuni neli küsimust.

Lauamängu esmane valideerimine viidi läbi koostöös valdkonna ekspertidega. Lisaks kaasati protsessi kontrollgrupp (õpilased), kelle tagasiside aitas hinnata mängu sisu, arusaadavust, kasutusmugavust ja sobivust õppeprotsessis rakendamiseks. Ekspertidelt ja kontrollgrupilt saadud tagasiside põhjal viidi mängu struktuuris ja esituses sisse täiendavaid kohandusi kujunduses ja mängureeglites, et tõsta selle selgust ning kasutusmugavust.

Pärast kolmetunnist mängimist (iga päev üks 45-minutiline mängusessioon kolme järjestikuse päeva jooksul) täitsid õpilased küsimustiku. Küsimustiku esimene pool toob välja õpilaste hinnangud kompetentsivajaduse täitmisele Likerti skaalal. Instrumendi teises osas õpilased vastasid avatud küsimustele (vt lisa 6).

2.4 Andmeanalüüs

Uuringus kasutati Spearmani korrelatsioonianalüüsi (Winter et al., 2016), kuna tegemist oli väikesemahulise mitteparameetrilise andmestikuga, kus uuritavad muutujad ei jaotunud normaaljaotuse kohaselt. Spearmani korrelatsioon sobib hästi järjestusskaalal esitatud andmete, näiteks Likerti skaala põhjal kogutud vastuste, vahelise seose hindamiseks. Analüüsi teostamiseks kasutati paralleelselt nii Microsoft Exceli tööriistu kui ka JASP statistikatarkvara. Excel võimaldas esmase andmetötluse ja visuaalse ülevaate loomist, samas kui JASP pakub usaldusväärseid statistilisi teste koos täpsemate tulemuste analüüsiga.

Vooseisundi eeldusi ja vookogemust puudutavaid vastuseid analüüsiti 5-palli skaalal kvantitatiivselt. Kvalitatiivseid andmeid kirjeldati kokkuvõtvalt.

3. Tulemused ja analüüs

Kirjeldava statistika andmed (keskmine, mediaan, standardhälve, min, max, Q1, Q2 ja Q3) on koondatud lisasse nr 8.

Uurimisinstrumendi kvantitatiivse osa sisereliaablus määrati Cronbach alfa suurusega, mille väärtuseks saadi 0,814, mis tähendab kõrget reliaablust. Kontrollküsimuste vastastikuse seose ehk korrelatsiooni mõõtmisel kasutati Spearman'i korrelatsioonanalüüsi.

Tabel 2

Vooseisundi eelduste, vookogemuse ja üldise vooseisundi mõõtmise tulemused 5-palli skaalal koos standardhällbega

Mõõdetav suurus	Keskmine	Standardhälve
Vooseisundi eeldused	3,68	0,80
Vooseisundi kogemus	3,55	0,96
Kokku	3,61	0,89

Õppemängu käigus tekkinud vooseisundi eelduste ja vookogemuse keskmine väärtus ja standardhälve on toodud tabelis 2. Vooseisundi eelduste keskmine väärtus oli 3,68, standardhälve 0,8. Vooseisundi kogemuse keskmine väärtus oli 3,55, standardhälve 0,96. Üleüldine vooseisund oli väärtusega 3,61, standardhälve 0,89.

Voo eelduste komponentide väljakutse, eesmärk ja mängitavus kontrollküsimuste vahel ilmnas nõrk negatiivne korrelatsioon (vastavalt Spearman $\rho = -0,274$; $p = 0,37$; Spearman $\rho = -0,126$; $p = 0,68$; Spearman $\rho = -0,278$; $p = 0,36$).

Väljakutse keskmiseks väärtuseks saadi 3,81, standardhälve 0,61. Eesmärgi keskmiseks väärtuseks saadi 3,62, standardhälve 0,82. Tagasiside keskmiseks väärtuseks saadi 3,88, standardhälve 0,73. Kontrolli keskmiseks väärtuseks saadi 3,46, standardhälve 0,77. Mängitavuse keskmiseks väärtuseks saadi 3,65, standardhälve 1,06.

Tagasiside kontrollküsimuste vahel ilmnas nõrk positiivne korrelatsioon (Spearman $\rho = 0,138$; $p = 0,65$).

Kontrolli kontrollküsimuste mõõtmisel ilmnas nõrk positiivne korrelatsioon (Spearman $\rho = 0,257$; $p = 0,4$).

Keskendumist mõõdeti nelja küsimusega ja andmete vaheline korrelatsioon kõikides positiivse korrelatsiooni alas väga nõrgast (Spearman $\rho = 0,04$; $p = 0,895$) kuni tugevani (Spearman $\rho = 0,75$; $p = 0,003$). Küsimuste "Mul polnud raske hoida oma tähelepanu mängul" ja "Ma

sukeldusin täielikult mängu mängimisse’’ vahel esines väga nõrk negatiivne korrelatsioon, mis ei olnud statistiliselt oluline ($p=0,82$).

Ajataju muutust mõõdeti kahe küsimusega, nende vahel oli tugev korrelatsioon (Spearman $\rho=0,71$; $p=0,007$).

Sisemist motivatsiooni mõõdetid nelja küsimusega, mille tulemused kõikusid positiivse korrelatsiooni alas väga nõrgast (Spearman $\rho=0,098$; $p=0,75$) kuni tugevani (Spearman $\rho=0,745$; $p=0,003$).

Eneseteadvuse kadu mõõdeti kahe küsimusega, mille vahel oli nõrk korrelatsioon (Spearman $\rho=0,34$; $p=0,26$).

Tabel 3

Vooseisundi eelduste statistilised näitajad

Suurus	<i>Väljakutse</i>	<i>Eesmärk</i>	<i>Tagasiside</i>	<i>Kontroll</i>	<i>Mängitavus</i>
Mood	4	3	4	3,5	4,5
Mediaan	4	3,5	4	3,5	3,5
Keskmine	3,81	3,62	3,88	3,46	3,65
Standardhälve	0,61	0,82	0,73	0,77	1,06
Shapiro-Wilk testi p-väärtus	0,0020	0,0565	0,0220	0,1110	0,0545

Tabel 4

Vookogemuse statistilised näitajad

Suurus	<i>Keskendumine</i>	<i>Ajataju muutus</i>	<i>Sisemine motivatsioon</i>	<i>Eneseteadvuse kadu</i>
Mood	3,5	4	3,25	4
Mediaan	3,75	4	3,75	4,5
Keskmine	3,42	3,31	3,62	3,92
Standardhälve	0,84	1,31	0,87	1,03
Shapiro-Wilk testi p-väärtus	0,0307	0,0790	0,0453	0,0600

Statistiliselt oluline ($p<0,05$) tugev positiivne korrelatsioon esines *Ajataju muutuse* ja küsimuse ‘‘Mängulauda ja kaarte oli lihtne kasutada’’ vahel.

Kuna väikese valimi tõttu on suuri kõrvalekaldeid vootunnuste kontrollküsimuste vastustes, siis andmeanalüüsi kaasasin üksikute küsimuste vastuseid, mitte tunnuseid tervikuna.

Küsimusele ‘‘Mäng esitas mulle väljakutse, aga ma uskusin, et minu oskused võimaldavad mul sellega toime tulla’’ vastati valdavalt positiivselt. Keskmine hinne oli 3,62 ja mediaan 4,

mis viitab sellele, et enamik vastanutest nõustus väitega. Standardhälve 0,62 näitab, et vastused olid suhteliselt ühtlased. Vastuste vahemik jäi 2 ja 4 vahele – äärmuslikke hinnanguid ei esinenud. Esimene kvartiil (Q1) oli 3, mis tähendab, et vähemalt 75% vastanutest hindasid oma kogemust vähemalt kolmega. Protsentuaalselt nõustus väitega 69,23% vastanutest, 23,08% jäi neutraalseks ja vaid 7,69% ei nõustunud. See viitab sellele, et enamik mängijaid tundsid end väljakutse ees enesekindlalt ja uskusid oma võimetesse.

Küsimusele „Mängu poolt esitatud väljakutse ja minu oskused olid võrdselt kõrgel tasemel“ vastati valdavalt positiivselt. Keskmine hinne oli 4,06, mediaan ja kvartiilid (Q1 ja Q3) samuti 4, mis viitab vastuste ühtlusele. Standardhälve 0,57 näitab väikest hajuvust ning madalaim hinne oli 3, seega negatiivseid hinnanguid ei antud. 84,61% vastanutest nõustus väitega, mis näitab, et mängu raskusaste oli mängijate oskustega hästi tasakaalus. See viitab heale disainile ja toetab vooseisundi tekkimise eelduseid. Küsimuse vastustel esines tugev negatiivne korrelatsioon vastustega küsimustele „Mängu eesmärgid olid selgelt sõnastatud“ (*Spearman rho*=-0,574; *p*=0,04), „Mul polnud raske hoida oma tähelepanu mängul“ (*Spearman rho*=-0,567; *p*=0,043) ja „Ma sukeldusin täielikult mängu mängimisse“ (*Spearman rho*=-0,516; *p*=0,071, statistiliselt ebaoluline).

Küsimusele „Ma teadsin täpselt, mida tahan teha ja saavutada“ vastati üldiselt positiivselt. Keskmine hinne oli 3,69, mediaan ja Q3 olid 4, mis viitab, et paljudel oli eesmärk mängus selgelt tajutav. Q1 oli 3 ja standardhälve 0,75, mis näitab mõõdukat erinevust hinnangutes. Madalaim hinne oli 2, mis viitab üksikutele ebakindlatele vastajatele. 92,3% vastanutest nõustusid vähemalt osaliselt, mis näitab, et enamus mängijaid tegutses eesmärgistatud viisil – see toetab mängu struktureeritust ja vooseisundi tekkimise eeldusi.

Küsimusele „Mängu eesmärgid olid selgelt sõnastatud“ vastati üldiselt pigem positiivselt. Keskmine hinne oli 3,69 ja Q3 samuti 4, kuid mediaan ja Q1 olid 3, mis viitab, et paljud jäid neutraalseks. Standardhälve 0,63 näitab mõõdukat ühtlust ja madalaim hinnang oli 3 – negatiivseid vastuseid ei antud. 46,15% vastanutest nõustus väitega, kuid 53,85% jäi neutraalseks. See viitab, et kuigi eesmärgid olid üldiselt arusaadavad, võib nende sõnastus vajada suuremat selgust, et toetada paremini mängijate keskendumist ja motivatsiooni.

Küsimusele „Ma sain aru, kuidas mul mängus läks“ vastati valdavalt positiivselt. Keskmine hinne oli 4,15, mediaan ja kvartiilid (Q1 ja Q3) olid samuti 4, mis viitab vastuste ühtlusele ja kõrgele hinnangule. Standardhälve 0,78 näitab väikest varieeruvust, madalaim hinne oli 3 – keegi ei vastanud negatiivselt. 84,62% nõustusid väitega, vaid 15,38% jäid neutraalseks. See viitab, et mäng pakkus selget tagasisidet, toetades mängija teadlikkust ja eneseregulatsiooni.

Küsimusele „Juba oma mängu järgi sain aru, kui hästi mul läheb“ anti pigem positiivseid, kuid veidi varieeruvaid hinnanguid. Keskmise hinne oli 3,38 ja mediaan 4, viidates, et paljud tundsid oma edenemist, kuigi kindlustase erines. Standardhälve 0,96 viitab märgatavale hajuvusele. Q1 oli 3, Q3 4, madalaim hinne 2 – mõni vastaja jäi ebakindlaks. 61,54% nõustus väitega, 30,77% jäi neutraalseks ja vaid 7,69% ei nõustunud. See viitab, et enamus sai oma sooritusest mängu käigus aru, kuigi osadel jäi tagasiside ebaselgemaks.

Küsimusele „Mul oli tunne, et juhin oma mängukäike täielikult“ vastati pigem neutraalselt, viidates mõõdukale kontrollitundele. Keskmise hinne oli 3,23, mediaan ja Q1 olid 3, Q3 oli 4. See näitab, et enamik mängijaid koges mingil määral kontrolli, kuid see ei olnud kõigi jaoks ühtlaselt tugev. Standardhälve 0,92 viitab hajuvusele hinnangutes; madalaim hinne oli 2,46, 38,46% nõustusid, 38,46% jäid neutraalseks ja 15,38% ei nõustunud. See viitab, et umbes pooled mängijad tundsid end oma tegevustes kindlalt, samas kui ülejäänutel oli kontrollitunne nõrgem – mis võib mõjutada vooseisundi tekkimist ja sisemist motivatsiooni. Küsimusele „Ma tunnsin, et mul on kontroll enda tegude üle“ vastati enamasti positiivselt. Keskmise hinne oli 3,38, mediaan ja Q3 olid 4, Q1 oli 3, mis viitab, et enamik tundis oma tegevuse üle mõõdukat kuni tugevat kontrolli. Standardhälve 0,68 näitab vastuste ühtlust; madalaim hinne oli 2, kuid negatiivseid hinnanguid oli vähe. 92,31% vastanutest nõustusid vähemalt osaliselt, mis viitab tugevale tajutud autonoomiale – olulisele tegurile nii vooseisundi kui ka mängijate sisemise motivatsiooni kujunemisel.

Küsimusele „Ma sain mängulaualt ja kaartidelt vajalikku infot spontaanselt ja automaatselt“ vastati üldiselt positiivselt. Keskmise hinne oli 3,54, mediaan ja Q3 olid 4, Q1 oli 3. See viitab, et enamik mängijaid tajus infot lihtsalt ja sujuvalt. Standardhälve 0,94 näitab mõningast varieeruvust; madalaim hinne oli 2, mistõttu mõned kogesid infot töötlemisel raskusi. 61,53% nõustusid väitega, vaid 7,69% ei nõustunud. See viitab, et mängu visuaalne ja informatsiooniline disain toetas enamikul juhtudel intuitiivset infokasutust – oluline tingimus keskendumise ja vooseisundi tekkeks.

Küsimusele „Mängulauda ja kaarte oli lihtne kasutada“ vastati üsna erinevalt. Keskmise hinne oli 3,31, mediaan 3, Q1 2 ja Q3 4, mis viitab laiale hinnangute vahemikule. Standardhälve 1,13 ja madalaim hinne 1 näitavad, et osad mängijad pidasid kasutamist keeruliseks, samas kui teised leidsid selle lihtsa olevat. 46,15% nõustusid, 30,77% jäid neutraalseks ja 23,08% ei nõustunud. Kokkuvõttes oli kasutusmugavuse tajumine varieeruv – enamik pidas mängu elemente pigem kasutajasõbralikuks, kuid esines ka selgeid kitsaskohti.

Küsimusele „Mu tähelepanu oli täielikult fookuseeritud mängimisele“ vastati enamasti positiivselt, kuid vastused varieerusid. Keskmine hinne oli 3,31, mediaan 4 ja standardhälve 0,85, mis näitab mõõdukat varieeruvust. Enamik mängijaid suutis keskenduda, kuid mõned kogesid raskusi. 53,85% vastajatest kinnitas täielikku keskendumist, 23,08% olid neutraalsed ja 23,08% ei olnud täielikult keskendunud. Kokkuvõttes näitab see, et enamik mängijaid suutis keskenduda, kuid mõnedel oli raskusi, mis võib viidata mängu keerukusele või väljakutsete tasemele.

Küsimusele „Mul polnud raske hoida oma tähelepanu mängul“ vastasid enamik mängijaid positiivselt. Keskmine hinne oli 3,54, mediaan 4 ja standardhälve 0,88, mis näitab, et enamik mängijaid leidis keskendumise lihtsaks, kuigi esines mõningast varieeruvust. 69,23% ei pidanud keskendumist raskeks, samas kui 15,38% olid neutraalsed ja 7,69% kogesid raskusi. Kokkuvõttes võib öelda, et mängu dünaamika suutis hoida enamikku mängijatest keskendununa.

Küsimusele „Ma keskendusin täielikult mängule“ vastasid enamik mängijaid positiivselt. Keskmine hinne oli 3,69, mediaan 4 ja standardhälve 0,75, mis näitab, et enamik oli keskendunud mängule. 53,85% vastanutest keskendus täielikult, samas kui 38,46% olid osaliselt keskendunud ja 7,69% ei nõustunud. Kokkuvõttes võib öelda, et mängu mehhanismid toetasid tugevat keskendumist, mis on oluline vooseisundi saavutamiseks.

Küsimusele „Ma sukeldusin täielikult mängu mängimisse“ vastasid mängijad valdavalt keskmiselt või mõõdukalt positiivselt. Keskmine hinne oli 3,23, mediaan 3 ja standardhälve 0,51, mis näitab, et vastused olid üsna ühtlased. 92,31% vastanutest kogesid vähemalt osalist sukeldumist, millest 30,77% kogesid täielikku sukeldumist, samas kui 7,69% ei nõustunud. Kokkuvõttes võib öelda, et mäng pakkus enamikule piisavat kaasatust, kuid mõnel juhul jäi see vähem tõhusaks.

Küsimusele „Mu ajataju muutus – aeg justkui kiirenes või aeglustus“ vastused viitavad, et osa mängijatest koges ajataju muutumist, kuid vastuste hajuvus oli suur. Keskmine hinne oli 3,46 ja mediaan 4, kuid standardhälve oli 1,20, mis näitab erinevaid kogemusi. 61,53% vastanutest kogesid ajataju muutust, samas kui 23,08% ei kogenud seda. Kokkuvõttes võib öelda, et ajataju muutus toimus paljudel, kuid mitte kõigil mängijatel, mis viitab individuaalsetele erinevustele mängu kaasamises.

Küsimusele „Ajakulg tundus olevat teistsugune kui tavaliselt“ vastused näitavad suurt varieeruvust. Keskmine hinne oli 3,15, viidates neutraalsele ja mõõdukalt nõustuvatele hinnangutele. Mediaan oli 4, mis tähendab, et vähemalt pool vastanutest tundis ajataju muutust. Standardhälve oli 1,46, näidates tugevat erinevust vastustes, kuna hinnangud

ulatusid 1–st 5-ni. 53,84% vastanutest kogesid ajakulu teistsugusena, kuid 15,38% ei nõustunud väitega. Kokkuvõttes oli ajataju muutus tavaline kogemus, kuid mitte kõigile mängijatele.

Küsimusele „Mängu mängimine oli tõeliselt nauditav kogemus“ vastatud hinnangud viitavad positiivsele üldkogemusele. Keskmise hinne oli 3,62, mis näitab, et enamik leidis mängu nauditavaks. Mediaan oli 4, mis tähendab, et vähemalt pool vastanutest hindas kogemust kõrgelt. Standardhälve oli 1,02, viidates mõõdukale hajuvusele. 53,84% vastanutest pidasid mängu nauditavaks, samas kui 30,77% jäid neutraalseks ja 15,38% ei nõustunud väitega, mis viitab sellele, et kuigi enamik leidis mängu nauditavaks, ei olnud see kõigile ühesugune kogemus.

Küsimusele „Mulle meeldis tunne, mis mind valdas mängu ajal ja sooviksin seda veel kogeda“ vastatud hinnangud viitavad valdavalt positiivsele emotsionaalsele kogemusele. Keskmise hinne oli 3,77, mis näitab rahulolu, ja mediaan oli 4, mis tähendab, et vähemalt pool vastanutest hindas kogemust väga positiivselt. Standardhälve oli vaid 0,44, mis viitab väikesele hajuvusele – kõik vastajad kogesid positiivseid tundeid. 46,15% nautisid mängu ajal tekkinud tunnet ja soovisid seda uuesti kogeda. Ainult 7,69% olid täielikult rahul, kuid keegi ei väljendanud täielikku mittenõustumist, mis näitab üldist rahulolu ja meeldivat elamust.

Küsimusele „Mängimise kogemus tekitas minus suurepärase enesetunde“ vastatud hinnangud viitavad valdavalt positiivsele emotsionaalsele reaktsioonile. Keskmise hinne oli 3,69, mis näitab, et enamik vastanutest hindas kogemust vähemalt mõõdukalt positiivselt. Mediaan oli 4, mis tähendab, et pool vastanutest hindas kogemust „nõustun“ tasemel. 46,15% vastanutest pidas kogemust positiivseks, samas kui 38,46% olid neutraalsed ja 15,38% ei nõustunud väitega. See viitab sellele, et kuigi enamik nautis kogemust, leidis ka neid, kelle enesetunne ei paranenud oluliselt.

Küsimusele „Kogemus oli väga nauditav“ vastatud hinnangud viitavad valdavalt positiivsele mängukogemusele. Keskmise hinne oli 3,69, mis näitab tugevat kalduvust nõustumise suunas, ning mediaan oli 4, seega vähemalt pool vastanutest hindas kogemust kõrgelt. Standardhälve oli 0,63, mis näitab, et vastused olid suhteliselt koondunud, ilma negatiivsete hinnanguteta. 53,84% vastanutest luges kogemuse olevat nauditavana, mis viitab tugevale rahulolule ja emotsionaalsele naudingule. 46,15% vastanutest jäid neutraalseks, kuid üldiselt ei esinenud täielikku mittenõustumist, mis kinnitab, et enamik mängijatest hindas kogemust positiivselt.

Küsimusele „Ma ei mõelnud sellele, mida teised mu mängu soorituse kohta arvasid“ antud vastused viitavad sellele, et enamuse vastajatest ei pööranud palju tähelepanu teiste arvamustele oma mängu soorituse kohta. Keskmine hinne oli 3,62, mis näitab, et enamik vastajatest jäi vastusevahemikku „Nii ja naa“ kuni „Nõustun“. Mediaan oli 4, mis tähendab, et vähemalt pooled vastajatest olid pigem nõus selle väitega, et nad ei mõelnud teiste hinnangutele. Standardhälve oli 1,04, mis viitab suhteliselt suurele hajuvusele – mõned mängijad ei pööranud teiste arvamustele tähelepanu, samas kui teised mõtlesid sellele rohkem. Enamus vastanutest (53,85%) ei mõelnud sellele, mida teised nende mängu soorituse kohta arvasid, mis viitab iseseisvale ja keskendunud mängukogemusele. 30,77% vastanutest olid neutraalsed ja 15,38% pöörasid teiste arvamusele tähelepanu, viidates, et mõnel mängijal olid teiste arvamused mängu osas rohkem tähtsad.

Küsimusele „Ma ei muretsenud enda soorituse pärast mängimise ajal“ antud vastused viitavad sellele, et suur osa vastanutest ei muretsenud oma soorituse pärast mängu ajal. Keskmine hinne oli 4,08, mis viitab sellele, et enamik vastajatest nõustus väitega vähemalt „Nõustun“ tasemel. Mediaan oli 5, mis tähendab, et vähemalt pooled vastanutest hindasid oma muretaseme madalaks, viidates sellele, et nad ei muretsenud oma soorituse pärast mängimise ajal. Standardhälve oli 1,23, mis viitab mõõdukale hajuvusele – mõned vastajad olid mures oma soorituse pärast, kuid enamuse ei olnud. Minimaalne hinnang oli 2 ja maksimaalne 5, viidates, et hinnangud ulatusid vahemikku „Ei muretsenud üldse“ kuni „Mõned muretsesid“. Enamus vastanutest (76,93%) ei muretsenud oma soorituse pärast, mis viitab sellele, et mängu kogemus oli vooseisundi kogemusega kooskõlas, kus mängijad said keskenduda tegevusele ilma muredega. 15,38% vastanutest olid neutraalsed ja 7,69% muretsesid oma soorituse pärast, mis viitab sellele, et kuigi enamuse mängijaid nautisid mängu muretult, leidis siiski mõned, kelle jaoks sooritus oli murekoht.

Käesoleva uurimuse raames koostatud lauamängule saadi õpilaste hinnangud. Küsimusele „Kas Sulle meeldis keemia õppemängu mängida? Lisa selgitus.“ vastasid 4 õpilast, et mäng oli lõbus või lõõgastav. 3 õpilast leidsid, et mäng oli tõhus õppimisviis. 2 vastajat leidsid, et mäng oli igav. 1 vastaja märkis, et mäng põhjustas temas vastumeelsust („vahepeal ajas mind närvi“).

Küsimusele „Kas keemia õppemängu mängides õppisid paremini reaktsioonivõrrandeid koostama? Lisa selgitus.“ vastasid 7 õpilast, et nad õppisid midagi uut. 3 vastajat leidsid, et nad ei õppinud midagi juurde, sest nad juba oskasid. 2 vastajat arvasid, et nad ei õppinud midagi juurde, sest kasutasid abimaterjale.

Küsimusele "Milliseid õppemänge keemias eelistaksid? Mida need peaksid sisaldama? Mida antud mängu juures pead oluliseks?" vastasid 4 õpilast, et mäng peaks olema lõbus. 3 õpilast sooviksid keemia katseid osana mängust või üldse mängu asemel. 5 vastajat eelistaksid antud lauamängu või selle sarnast. 3 vastust sisaldasid mängunimetusi nagu "Kahoot" ja "Quizizz".

Küsimusele "Mida võiks antud keemia õppemängu juures muuta?" vastasid 4 õpilast, et mängu reeglid ja dünaamika peaksid olema paremini lahti seletatud. 3 vastajat märkisid, et ainekaartide jaotus ja hulk tuleks ära muuta, et muuta mängu ladusamaks. 2 vastajat sooviksid lisada mängule võimalusi valida eri raskusastmeid ja muuta mängudünaamikat paindlikumaks.

4. Arutelu ja järeldused

Antud töös mõõdetud vooseisundi keskmine väärtus 3,61 viitab õpilaste positiivsele hinnangule õppemängu kasutamisele õppevarana. See tulemus on sarnane uurimuse tulemusele, mis on tehtud Li et al. (2024) poolt, kes said keemialase lauamängu käigus tekkinud vooseisundi üleüldiseks väärtuseks 3,66, standardhälbega 0,64, kui kasutati paberist mänguosasid.

Antud uurimuse standardhälve 0,89 viitab tulemuste suuremale hajuvusele võrreldes kirjandusallikaga. Vooseisundi eelduste tunnuste keskmiseks väärtuseks saadi 3,68, standardhälbega 0,8, mis on ligilähedane (Li et al., 2024) saadud tulemusega 3,73, standardhälbega 0,7. Vookogemuse tunnuste väärtuseks saadi 3,55, standardhälbega 0,96, mis tähendab tulemustes suuremat hajuvust kui (Li et al., 2024) saadud tulemus 3,61, standardhälbega 0,69.

Uuringu tulemused toovad esile mitmeid statistiliselt olulisi seoseid ($p < 0.05$).

Tulemused näitasid olulist positiivset seost madala sooritusärevuse ja kontrollitunde vahel ($\rho = 0.666$, $p = 0.013$). Täpsemalt väljendus see seos vastustes väidetele „Ma ei muretsenud enda soorituse pärast mängimise ajal” ja „Ma tundsin, et mul on kontroll enda tegude üle”. See viitab, et mängijad, kes ei muretsenud oma soorituse pärast, tundsid suuremat kontrolli oma tegevuste üle. Sooritusärevuse puudumine võib soodustada keskendumist ja enesekindlust mängusituatsioonis, mis omakorda loob eelduse sügavamale vooseisundile (Csikszentmihalyi, 2000). Seega võib järeldada, et emotsionaalne rahulikkus ja sooritusärevuse puudumine toetavad mängija sisemist kontrollitunnet ja üldist positiivset kogemust. Kui õppija autonoomia vajadus on rahuldatud, siis see suurendab tema heaolu. Autonoomia on vabadus oma tegudes ja tahtmistes, selle saavutamine suurendab õppija heaolu (Deci & Ryan, 1995).

Tulemused viitavad olulisele positiivsele seosele spontaanse infomõistmise ja mängija enda soorituse hindamise vahel ($\rho = 0.636$, $p = 0.019$). See seos ilmnes väidete „Ma sain mängulaualt ja kaartidelt vajalikku infot spontaanselt ja automaatselt ilma, et pidanuksin seejuures eraldi mõtlema” ja „Ma sain aru, kuidas mul mängus läks” vahel. Mängijad, kes suutsid mängulaualt ja kaartidelt vajalikku infot kiiresti ja loomulikult omandada, hindasid paremini oma sooritust ja mõistsid selgemalt, kuidas neil mängus läheb. See spontaanne arusaamine mängu edenemisest võib suurendada mängija enesekindlust ja aidata tal teha

teadlikke otsuseid, mis viib efektiivsema mängimiseni. Vahetu ja kiire tagasiside saamine mänguedust aitab õpilast keskenduda mängule (Kiili et al., 2012). Keskendumine võimaldab saada infot mängulaualt.

Tulemused näitavad olulist positiivset seost keskendumisvõime ja lihtsalt ning mõistetavalt disainitud mängu vahel ($\rho = 0.610$, $p = 0.027$). See seos ilmnes väidete „Ma keskendusin täielikult mängule” ja „Mängulauda ja kaarte oli lihtne kasutada” vahel. Mängijad, kes hindasid mängulauda ja kaarte lihtsasti kasutatavaks, suutsid paremini keskenduda ning vältida segavaid tegureid. See viitab sellele, et hästi disainitud visuaalne liides, mis võimaldab sujuvat ja loogilist kasutamist, toetab mängija fookust ning aitab tal täielikult oma tegevustesse sukelduda. Tulemused rõhutavad mängudisaini tähtsust keskendumisvõime parandamisel ja üldise mängukogemuse sujuvuse tagamisel.

Eriti tugev positiivne seos ilmnes väidete „Ma sukeldusin täielikult mängu” ja „Ma keskendusin täielikult mängule” vahel ($\rho = 0.754$, $p = 0.003$), mis mõõtsid *keskendumist*. See viitab sellele, et täielik keskendumine ja mängu haaratus käivad käsikäes – kui mäng suudab mängijat piisavalt kaasata, suureneb ka tema keskendumisvõime. Selline koosõla kahe olulise psühholoogilise komponendi vahel viitab optimaalsele mängukogemusele, kus fookus ja süvenemine toetavad teineteist ning loovad eelduse suuremale rahulolule ja paremale sooritusele. Nende väidete tugev omavaheline korrelatsioon viitab vastavate andmete usaldusväärsusele.

"Ajakulg tundus olevat teistsugune" ja "Mängulauda ja kaarte oli lihtne kasutada" vahel ilmnes mõõdukas positiivne seos ($\rho = 0.557$, $p = 0.048$). Mängijad, kelle jaoks mängulaud ja kaardid olid lihtsad kasutada, kogesid tihti ajataju muutust, kus aeg paistis kas kiirenevat või aeglustuvat. See võib viidata sellele, et sujuv ja hästi disainitud kasutajaliides soodustab mängijate süvenemist mängu, mis omakorda toob esile ajataju kaotuse efekti – tunnet, et aeg möödub mängu nautimise ja täieliku kaasatuse tõttu kiiremini või aeglasemalt. Tulemused viitavad sellele, et loogiliselt ülesehitatud mängusüsteem ja kasutusmugavus võivad olla olulised tegurid, mis aitavad mängijal täielikult keskenduda ja kogeda vooseisundit.

"Mängimise kogemus tekitas minus suurepärase enesetunde" ja "Ma tundsin, et juhin oma mängukäike täielikult" vahel ilmnes väga tugev positiivne seos ($\rho = 0.852$, $p < 0.001$). Mängijad, kes tundsid, et nad juhivad oma mängukäike täielikult, kirjeldasid mängukogemust oluliselt nauditavamana ja märkisid, et see tekitas neis suurepärase

enesetunde. See viitab sellele, et enesemääramise ja kontrolli kogemus mängimise ajal ei ole üksnes seotud parema sooritusega, vaid mõjutab otseselt ka mängija heaolu ja rahulolu. Tulemused kinnitavad, et mängude disain, mis toetab mängija iseseisvust ja otsustusvabadust, võib oluliselt võimendada mängukogemuse positiivset mõju. Suure otsustusvabadusega paistavad silma videomängud, mille puhul on täheldatud *sisemise motivatsiooni* kõrget taset ja tugevat seost teiste voo tunnustega (Hamari & Koivisto, 2014).

Ühe avatud küsimusena paluti õpilastel hinnata „Mida võiks antud keemia õppemängu juures muuta?”. Küsimuse eesmärk oli koguda tagasisidet mängu täiustamiseks ja kasutajamugavuse parandamiseks. Vastustest joonistus välja, et õpilased olid üldiselt mänguga rahul, sest osa vastajatest leidis, et „muudatusi ei ole vaja – mäng oli arusaadav ja lõbus” või „ei muudaks midagi”. Samas tehti ka mitmeid konkreetseid parendusettepanekuid, mis puudutasid mängule raskusastmete lisamist, keerulisemaks tegemist, rohkem valikuid mängukäikude valikutes.

Et hinnata õppemängu emotsionaalset vastuvõttu ja motiveerivat mõju, esitati õpilastele küsimus: „Kas Sulle meeldis keemia õppemängu mängida? Lisa selgitus.” Küsimuse eesmärk oli välja selgitada, kuidas mänguline õppimisviis toetab positiivset suhtumist keemiasse ja õpimotivatsiooni. Enamik vastas jaatavalt, mis viitab sellele, et keemia õppemäng oli üldiselt positiivselt vastu võetud. Samas ilmnis ka mõningaid kriitilisi tähelepanekuid, mis aitavad paremini mõista mängu mõju õpilastele. Valdav osa õpilastest leidis, et mäng oli lõbus, nauditav ja meeldis neile. Mängu peeti heaks vahelduseks tavapärasele keemiatunnile, see muutis keemia lõbusamaks ja vähendas pinget.

Et hinnata mängulise õppetegevuse mõju sisulisele arusaamisele, küsiti õpilastelt: „Kas keemia õppemängu mängides õppisid paremini reaktsioonivõrrandeid koostama? Lisa selgitus.” Küsimus aitas välja selgitada, kuidas õppemäng toetab keemiliste reaktsioonide mõistmist ja tasakaalustamise oskust. Õpilaste tagasisidest selgus, et enamik õppureid koges teatud määral edasiminekut reaktsioonivõrrandite koostamises, kuigi osa märkis, et nad olid selles juba varem osavad või kasutasid tuge abivahenditest.

Kvalitatiivsete andmete kogumiseks esitati õpilastele kolm avatud küsimust koos: „Milliseid õppemänge keemias eelistaksid?”, „Mida need peaksid sisaldama?” ning „Mida antud mängu juures pead oluliseks?”. Küsimuste eesmärk oli välja selgitada õppemängude eelistused, ootused ning mängulise õpikogemuse tähendus. Vastustest nendele kolmele

küsimusele selgus, et õpilased väärtustavad mängude juures eelkõige lõbusust ja arusaadavust.

Ühe avatud küsimusena paluti õpilastel hinnata, „Mida võiks antud keemia õppemängu juures muuta?”. Küsimuse eesmärk oli koguda tagasisidet mängu täiustamiseks ja kasutajamugavuse parandamiseks. Vastustest joonistus välja, et õpilased olid üldiselt mänguga rahul, sest osa vastajatest leidis, et „muudatusi ei ole vaja – mäng oli arusaadav ja lõbus” või „ei muudaks midagi”. Samas tehti ka mitmeid konkreetseid parendusettepanekuid, mis puudutasid mängule raskusastmete lisamist, keerulisemaks tegemist, rohkem valikuid mängukäikude valikutes.

Antud töö esimene uurimisküsimus oli „Millisel määral kogevad 9. klassi õpilased vooseisundile iseloomulikke tunnuseid mängupõhises keemiatunnis reaktsioonivõrrandite õppimisel?” Kogutud andmete ja teostatud andmeanalüüsi põhjal õpilased kogevad vooseisundit tasemel, mis on võrreldav kirjandusandmetega. Antud töös saadi vooseisundi eelduste ja vooseisundi tunnuste väärtused ligilähedased varasemalt tehtud uuringutega.

Teine uurimisküsimus oli „Millised seosed esinevad vooseisundi tunnuste vahel 9. klassi õpilaste hinnangutes keemia reaktsioonivõrrandite õppimisel mängupõhise õppe kontekstis?” Kontrolli tunne seostus madala sooritusärevusega. Mängijad, kes said suurema vaevata mängulaualt infot, olid enesekindlamad enda soorituse hindamises. Mängu kasutajasõbralikkus seostus keskendumisvõimega. Analüüs näitas kontrollitunde ja suurepärase enesetunde vahel väga tugevat positiivset seost. Mõõdukas positiivne seos oli ajataju muutuse ja mängulaua kasutajasõbralikkus vahel.

Uuurimuse kvalitatiivse osa alusel saab teha järelused

- antud uurimuse raames koostatud lauamängu hindavad õpilased kasulikuks reaktsioonivõrrandite õppimiseks;
- õpilased hindavad mängude juures enim lõbusust ja arusaadavust.

Tulevikus tuleks keemiliste reaktsioonivõrrandite mängupõhist õpet uurida suurema valimiga, et tulemused oleksid statistiliselt usaldusväärsed. Mängudetailide materjali-, kuju- ja värvivalikutes (Karana et al., 2008) tuleks teha kohandusi, et muuta mängu osad iseeneses atraktiivsemaks mängijatele (Sailer et al., 2017). Seniste uurimuste põhjal võiks kasutada puidust mänguosasid (Li et al., 2024).

Kokkuvõte

Antud töös uuriti mängupõhise õppe rakendamist keemia õpetamisel. Rõhuasetus on vooseisundi (Csikszentmihalyi, 1990) kogemise mõjule õpilaste õppimisprotsessis reaktsioonivõrrandite õppimisel. Uuring viidi läbi 2025. aastal, kaasates kolmteist 9. klassi õpilast, kes mängisid spetsiaalselt disainitud keemiaateemalist lauamängu.

Tööl olid kaks uurimisküsimust:

- Millisel määral kogevad 9. klassi õpilased vooseisundile iseloomulikke tunnuseid mängupõhises keemiatunnis?
- Millised seosed esinevad vooseisundi tunnuste vahel?

Uuringus kasutati autori koostatud lauamängu ja selle mõju hindamiseks kohandatud küsimustikku (Li et al., 2024) mis mõõtis vooseisundi eeldusi (*väljakutse, eesmärk, tagasiside, kontroll, mängitavus*) ja vooseisundi kogemust (*keskendumine, ajataju muutus, sisemine motivatsioon, eneseteadvuse kadu*) (Kiili, 2006). Õpilased mängisid lauamängu kolme päeva jooksul (3 x 45 minutit) ning täitsid seejärel küsimustiku. Andmeanalüüsiks kasutati peamiselt Spearmani korrelatsioonianalüüsi. Vooseisundi keskmine väärtus oli 3,61 (skaalal 1-5), standardhälbega 0,89. Vooseisundi eelduste keskmine väärtus oli 3,68, standardhälbega 0,8. Vooseisundi kogemuse keskmine väärtus oli 3,55, standardhälbega 0,96. Leiti mitmeid statistiliselt olulisi seoseid. Madal sooritusärevus seostus suurema kontrollitundega ($\rho=0,666$, $p=0,013$). Spontaanne infomõistmine seostus parema võimega hinnata oma sooritust ($\rho=0,636$, $p=0,019$). Keskendumisvõime seostus mängu kasutajasõbralikkusega ($\rho=0,610$, $p=0,027$). Eriti tugev seos ilmnis täieliku mängu sukeldumise ja keskendumise vahel ($\rho=0,754$, $p=0,003$). Kontrollitunde ja suurepärase enesetunde vahel oli väga tugev positiivne seos ($\rho=0,852$, $p<0,001$).

Kvalitatiivses osa uuriti õpilaste ootuseid ja hinnanguid keemia lauamängule. Enamik õpilasi hindas mängu lõbusaks ja nauditavaks õppimisviisiks. Enim oldi arvamusel, et õpiti mängu kaudu midagi uut reaktsioonivõrrandite kohta. Õpilased väärtustasid mängude juures eelkõige lõbusust ja arusaadavust. Parendusettepanekud hõlmasid mängu reeglite selgemat selgitamist ja erinevate raskusastmete lisamist.

Uuring näitas, et vooseisundi kogemine keemia õppemängus on võrreldav varasemalt tehtud uuringutega samas valdkonnas (Perttula et al., 2016). Leiti mitmeid olulisi seoseid vooseisundi tunnuste vahel, mis viitavad, et mängu disain mõjutab otseselt õpilaste

õpikogemust ja võimet saavutada vooseisundit. Kontrollitunne ja kasutajasõbralikkus olid eriti olulised faktorid positiivse õpikogemuse kujunemisel.

Uuringu tulemused rõhutavad vajadust pöörata tähelepanu lauamängude disainile hariduskontekstis, et need toetaksid nii õppimist kui ka õpimotivatsiooni läbi vooseisundi tekitamise.

Kasutatud kirjandus

- Abulude, F. O. (2009). *Students' Attitudes Towards Chemistry in Some Selected Secodnary Schools in Akure South Local Government Area, Ondo State BY PGDE/2009/5412 | PDF | Science | Attitude (Psychology)*.
- Akram, T. M., Ijaz, A. & Ikram, H. (2017). Exploring the Factors Responsible for Declining Students' Interest in Chemistry. *International Journal of Information and Education Technology*.
- Anane, C. (2024). Impact of a game-based tool on student engagement in a foreign language course: a three-term analysis. *Frontiers in Education*, 9, 1430729. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1430729>
- Antunes, M., Pacheco, M. A. R. & Giovanela, M. (2012). Design and Implementation of an Educational Game for Teaching Chemistry in Higher Education. *Journal of Chemical Education*, 89(4), 517–521. <https://doi.org/10.1021/ed2003077>
- Barzilai, S. & Blau, I. (2014). Scaffolding game-based learning: Impact on learning achievements, perceived learning, and game experiences. *Computers & Education*, 70, 65–79. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.08.003>
- Battersby, G. L., Beeley, C., Baguley, D. A., Barker, H. D., Broad, H. D., Carey, N. C., Chambers, E. S., Chodaczek, D., Blackburn, R. A. R. & Williams, D. P. (2020). Go Fischer: An Introductory Organic Chemistry Card Game. *Journal of Chemical Education*, 97(8), 2226–2230. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00504>
- Brydges, S. & Dembinski, H. E. (2019). Catalyze! Lowering the Activation Barriers to Undergraduate Students' Success in Chemistry: A Board Game for Teaching Assistants. *Journal of Chemical Education*, 96(3), 511–517. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00544>
- Byusa, E., Kampire, E. & Mwesigye, A. R. (2022). Game-based learning approach on students' motivation and understanding of chemistry concepts: A systematic review of literature. *Heliyon*, 8(5), e09541. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09541>
- Cahill, M. J., McDaniel, M. A., Frey, R. F., Hynes, K. M., Repice, M., Zhao, J. & Trousil, R. (2018). Understanding the relationship between student attitudes and student learning. *Physical Review Physics Education Research*, 14(1), 010107. <https://doi.org/10.1103/physrevphyseducres.14.010107>
- Chang, C.-C., Liang, C., Chou, P.-N. & Lin, G.-Y. (2017). Is game-based learning better in flow experience and various types of cognitive load than non-game-based learning? Perspective from multimedia and media richness. *Computers in Human Behavior*, 71, 218–227. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.031>

- Cheng, P.-H., Yeh, T.-K., Tsai, J.-C., Lin, C.-R. & Chang, C.-Y. (2019). Development of an Issue-Situation-Based Board Game: A Systemic Learning Environment for Water Resource Adaptation Education. *Sustainability*, 11(5), 1341. <https://doi.org/10.3390/su11051341>
- Chittleborough, G. D., Treagust, D. F. & Mocerino, M. (2002). *Constraints to the development of first year university chemistry students' mental models of chemical phenomena*. Teaching and Learning Forum 2002: Focusing on the Student. https://www.academia.edu/712804/Constraints_to_the_development_of_first_year_university_chemistry_students_mental_models_of_chemical_phenomena
- Csikszentmihalyi, Mihály. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper and Row.
- Csikszentmihalyi, Mihaly. (2000). *Beyond boredom and anxiety*.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1995). *Efficacy, Agency, and Self-Esteem*. 31–49. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1280-0_3
- Dinther, R. van, Putter, L. de & Pepin, B. (2023). Features of Immersive Virtual Reality to Support Meaningful Chemistry Education. *Journal of Chemical Education*, 100(4), 1537–1546. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c01069>
- Engeser, S. & Rheinberg, F. (2008). Flow, performance and moderators of challenge-skill balance. *Motivation and Emotion*, 32(3), 158–172. <https://doi.org/10.1007/s11031-008-9102-4>
- Festus, C. & Ekpete, O. A. (2012). Improving students' performance and attitude towards chemistry through problem based solving techniques. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*. https://hrmars.com/papers_submitted/10940/improving-students-performance-and-attitude-towards-chemistry-through-problem-based-solving-techniques-pbst.pdf
- Garcia, M. B. & Barrientos, R. C. (2023). What Do Students Think of Mobile Chemistry Games?: Implications for Developing Mobile Learning Games in Chemistry Education. *International Journal of Game-Based Learning*, 13(1), 1–25. <https://doi.org/10.4018/ijgbl.327450>
- Gilbert, J. K. & Treagust, D. (2009). *Multiple Representations in Chemical Education*. SpringerLink. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4020-8872-8>
- Hamari, J. & Koivisto, J. (2014). Measuring flow in gamification: Dispositional Flow Scale-2. *Computers in Human Behavior*, 40, 133–143. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.07.048>
- Hamerská, L., Matěcha, T., Tóthová, M. & Rusek, M. (2024). Between Symbols and Particles: Investigating the Complexity of Learning Chemical Equations. *Education Sciences*, 14(6), 570. <https://doi.org/10.3390/educsci14060570>

- Hinton, M. E. & Nakhleh, M. B. (1999). Students' Microscopic, Macroscopic, and Symbolic Representations of Chemical Reactions. *The Chemical Educator*, 4(5), 158–167. <https://doi.org/10.1007/s00897990325a>
- Howard-Jones, P., Demetriou, S., Bogacz, R., Yoo, J. H. & Leonards, U. (2011). Toward a Science of Learning Games. *Mind, Brain, and Education*, 5(1), 33–41. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228x.2011.01108.x>
- Hsieh, Y.-H., Lin, Y.-C. & Hou, H.-T. (2016). Exploring the role of flow experience, learning performance and potential behavior clusters in elementary students' game-based learning. *Interactive Learning Environments*, 24(1), 178–193. <https://doi.org/10.1080/10494820.2013.834827>
- Jaber, L. Z. & BouJaoude, S. (2012). A Macro–Micro–Symbolic Teaching to Promote Relational Understanding of Chemical Reactions. *International Journal of Science Education*, 34(7), 973–998. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.569959>
- Johnstone, A. (1982). *Macro-and micro-chemistry*. <https://www.sciepub.com/reference/375030>
- Johnstone, A. H. (2009). You Can't Get There from Here1. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 22–29. <https://doi.org/10.1021/ed800026d>
- Kara, N. (2021). A Systematic Review of the Use of Serious Games in Science Education. *Contemporary Educational Technology*, 13(2), ep295. <https://doi.org/10.30935/cedtech/9608>
- Karana, E., Hekkert, P. & Kandachar, P. (2008). Material considerations in product design: A survey on crucial material aspects used by product designers. *Materials & Design*, 29(6), 1081–1089. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2007.06.002>
- Kiili, K. (2006). Evaluations of an Experiential Gaming Model. *Human Technology: An Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments*, 2(2), 187–201. <https://doi.org/10.17011/ht/urn.2006518>
- Kiili, K., Freitas, S. de, Arnab, S. & Lainema, T. (2012). The Design Principles for Flow Experience in Educational Games. *Procedia Computer Science*, 15, 78–91. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2012.10.060>
- Kirriemuir, J. & Mcfarlane, A. (2004). *Literature Review in Games and Learning*. <https://telearn.hal.science/hal-00190453/>
- Kumar, B. S. (2023). Game-Based learning in chemistry education: An overview of the literature. *Research Journal of Educational Sciences*, Volume 11(Issue 2), Pages 16-27. https://www.isca.in/EDU_SCI/Archive/v11/i2/3.ISCA-RJEduS-2023-003.php
- Li, C.-T., Hou, H.-T. & Lin, W.-S. (2024). Chemistry education board game based on cognitive mechanism: multi-dimensional evaluation of learners' knowledge acquisition, flow and playing experience of board game materials. *Research in Science &*

- Technological Education*, 42(3), 699–719.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2125505>
- Li, L. & He, T. (2023). Card Lab: An Educational Game to Support Chemistry Laboratory Learning. *Journal of Chemical Education*, 100(1), 192–198.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00632>
- Liaghatdar, M. J., Soltani, A. & Abedi, A. (2011). A Validity Study of Attitudes toward Science Scale among Iranian Secondary School Students. *International Education Studies*, 4(4). <https://doi.org/10.5539/ies.v4n4p36>
- Lim, C. P., Nonis, D. & Hedberg, J. (2006). Gaming in a 3D multiuser virtual environment: engaging students in Science lessons. *British Journal of Educational Technology*, 37(2), 211–231. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2006.00531.x>
- Marais, P. & Jordaan, F. (2000). Are We Taking Symbolic Language for Granted? *Journal of Chemical Education*, 77(10), 1355. <https://doi.org/10.1021/ed077p1355>
- McDonald, A. R. (2021). *Teaching Programming across the Chemistry Curriculum: A Revolution or a Revival?* American Chemical Society.
<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/bk-2021-1387.ch001>
- McFarlane, A., Sparrowhawk, A. & Heald, Y. (2025). *Report on the educational use of games*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53392495/Games_in_Educa_teem_gamesined_full-libre.pdf?1496655555=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGames_in_Educa_teem_gamesined_full.pdf&Expires=1747768098&Signature=IsuU2OywnmI0BFwSvvCADPxg95bOYEAdfdFbVsMxK5mLXyKotdyQBI8xAC02en9yhVCHUxbI7FOBsYHnOLk3yTk~VFQSuyxpbARA5jQJrVO96hDrc1~WOXdqDup1Djs7mwPJhKlbfCr2Ch0BhibUhzRzsGXkhdZy1Dksgtq-nurdSCkRSmezMjr8qSxzO~rSIkU2gVS0apCoCToCNjF-8BaV6gg86-64F4PeWW83BI7AOdOJtwpH3hRc5xf22THOwFsk6ynzv-hqVtrI0JsdZu3MMkjhbJAgcTWZ9MLQk5ZfLsJCjGQgsc5fbq4miMiJHhR8akPoPTiD2XooQRR~5w_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Mölder, K. & Õispuu, K. (2024). *Põhikooli keemiaõpetajate ootused keemialasele õppemängule, õppemängu loomine ja õpetajate hinnangud ning soovitud õppemängu parendamiseks. (Bakalaureusetöö)*. Tartu Ülikool.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692–720.
<https://doi.org/10.1002/tea.10105>
- Papastergiou, M. (2009). Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.004>

- Perttula, A., Kiili, K., Lindstedt, A. & Tuomi, P. (2016). Flow experience in game based learning – a systematic literature review. *International Journal of Serious Games*, 4(1). <https://doi.org/10.17083/ijsg.v4i1.151>
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1969). *The Psychology of the Child*. Basic Books, New York. - References - Scientific Research Publishing. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1135561>
- Plass, J. L., Homer, B. D. & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of Game-Based Learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>
- Qian, M. & Clark, K. R. (2016). Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 63, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>
- Russell, J. V. (1999). Using Games To Teach Chemistry. 2. CHeMoVEr Board Game. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 487. <https://doi.org/10.1021/ed076p487>
- Rychtera, J. & Bílek, M. (2020). *Kritická místa kurikula chemie na 2. stupni základní školy I*. <https://www.sckn.cz/tistena-kniha-kriticka-mista-kurikula-chemie-na-2-stupni-zakladni-skoly-i-pn-560-020/>
- Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S. K. & Mandl, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, 69, 371–380. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033>
- Solem, M. & Vaughan, P. W. (2023). Reducing Inequality in Student Outcomes in U.S. Geography Education: The Importance of Understanding Student Attitudes. *Education Sciences*, 14(1), 9. <https://doi.org/10.3390/educsci14010009>
- Sun, J. C.-Y., Kuo, C.-Y., Hou, H.-T. & Lin, Y.-Y. (2017). *Exploring learners' sequential behavioral patterns, flow experience, and learning performance in an anti-phishing educational game* | Request PDF. https://www.researchgate.net/publication/313375613_Exploring_learners'_sequential_behavioral_patterns_flow_experience_and_learning_performance_in_an_anti-phishing_educational_game
- Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet.” *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>
- Tóth, Z. & Sebestyén, A. (2009). Relationship between Students' Knowledge Structure and Problem-Solving Strategy in Stoichiometric Problems based on the Chemical Equation. *International Journal of Physics and Chemistry Education*, 1(1), 8–20. <https://doi.org/10.51724/ijpce.v1i1.3>

- Touati, A. & Baek, Y. (2017). What Leads to Player's Enjoyment and Achievement in a Mobile Learning Game? *Journal of Educational Computing Research*, 56(3), 344–368.
<https://doi.org/10.1177/0735633117713022>
- Triboni, E. & Weber, G. (2018). MOL: Developing a European-Style Board Game To Teach Organic Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 95(5), 791–803.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00408>
- Vos, N., Meijden, H. van der & Denessen, E. (2011). Effects of constructing versus playing an educational game on student motivation and deep learning strategy use. *Computers & Education*, 56(1), 127–137.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.08.013>
- Wardani, S., Lindawati, L. & Kusuma, S. B. W. (2016). The Development of Inquiry by Using Android-System-Based Chemistry Board Game to Improve Learning Outcome and Critical Thinking Ability. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(2), 196–205.
<https://doi.org/10.15294/jpii.v6i2.8360>
- Winter, J. C. F. de, Gosling, S. D. & Potter, J. (2016). Comparing the Pearson and Spearman Correlation Coefficients Across Distributions and Sample Sizes: A Tutorial Using Simulations and Empirical Data. *Psychological Methods*, 21(3), 273–290.
<https://doi.org/10.1037/met0000079>
- Woldeamanuel, M., Atagana, H. & Engida, T. (2013). *Students' anxiety towards the learning of chemistry in some Ethiopian Universities*.
<https://www.ajol.info/index.php/ajce/article/view/89872>

Summary

This article examines the application of game-based learning in chemistry education. The emphasis is on the impact of experiencing flow state (Csikszentmihalyi, 1990) on students' learning process when studying chemical equations. The research was conducted in 2025, involving thirteen 9th grade students who played a specially designed chemistry-themed board game.

The study had two research questions:

- To what extent do 9th grade students experience characteristics of flow state in a game-based chemistry lesson?
- What relationships exist between the characteristics of flow state?

The study utilized a board game created by the author and an adapted questionnaire (Li et al., 2024) to assess its impact, measuring flow state prerequisites (*challenge, goal, feedback, control, playability*) and flow state experience (*concentration, altered sense of time, intrinsic motivation, loss of self-consciousness*) (Kiili, 2006). Students played the board game over three days (3 x 45 minutes) and then completed the questionnaire. Spearman correlation analysis was primarily used for data analysis. The average value of flow state was 3.61 (on a scale of 1-5), with a standard deviation of 0.89. The average value of flow state prerequisites was 3.68, with a standard deviation of 0.8. The average value of flow state experience was 3.55, with a standard deviation of 0.96. Several statistically significant correlations were found. Low performance anxiety was associated with a greater sense of control ($\rho=0.666$, $p=0.013$). Spontaneous information comprehension was associated with better ability to evaluate one's performance ($\rho=0.636$, $p=0.019$). Ability to concentrate was associated with the game's user-friendliness ($\rho=0.610$, $p=0.027$). A particularly strong relationship was found between complete immersion in the game and concentration ($\rho=0.754$, $p=0.003$). There was a very strong positive correlation between sense of control and excellent well-being ($\rho=0.852$, $p<0.001$).

The qualitative part investigated students' expectations and evaluations of the chemistry board game. Most students rated the game as a fun and enjoyable way of learning. The majority believed they learned something new about chemical equations through the game. Students particularly valued the fun and comprehensibility of games. Suggestions for

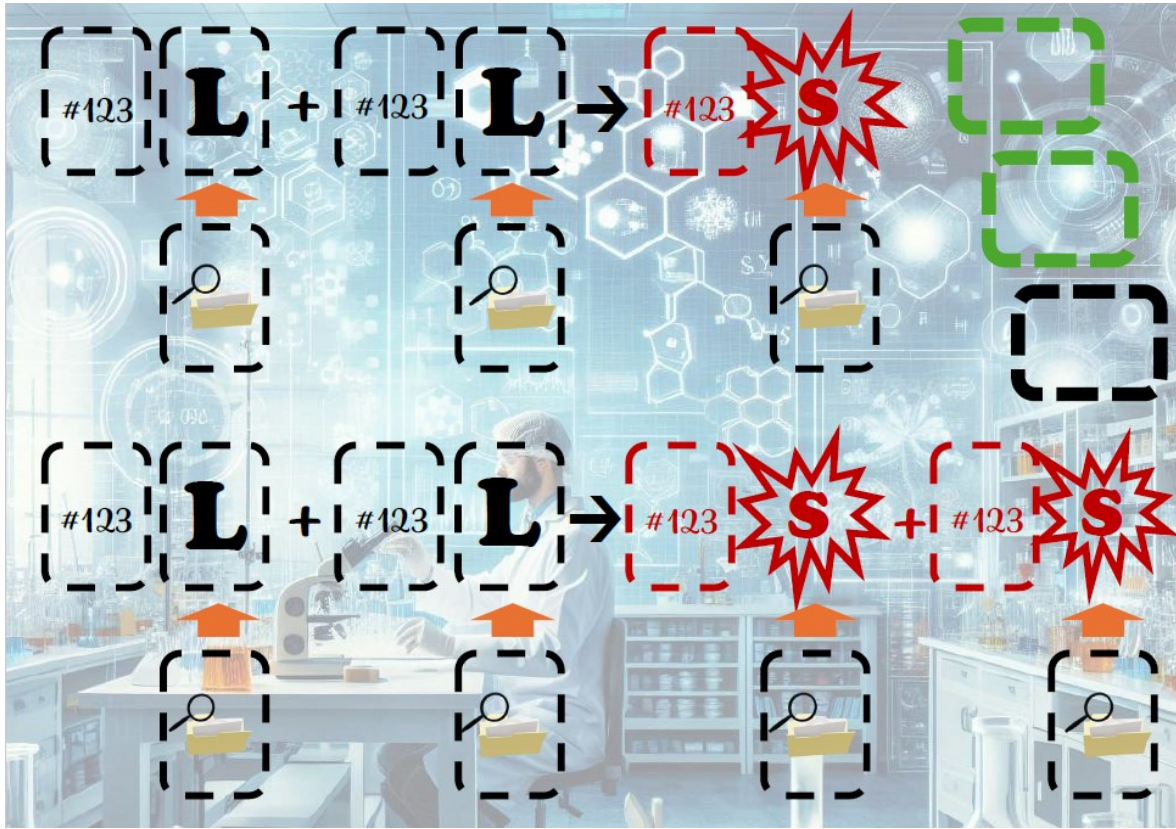
improvement included clearer explanation of game rules and adding different difficulty levels.

The study showed that experiencing flow state in a chemistry learning game is comparable to previous studies in the same field (Perttula et al., 2016). Several significant relationships between flow state characteristics were found, suggesting that game design directly affects students' learning experience and ability to achieve flow state. Sense of control and user-friendliness were particularly important factors in developing a positive learning experience.

The results of the study emphasize the need to pay attention to the design of board games in an educational context to support both learning and learning motivation through creating flow state.

Lisad

Lisa 1. Mängulaud



Lisa 2. Mängukaardid. Ült alla - ainete kirjeldused, lähteained, saadused, eeskordajad.

Lihtaine. Aktiivne metall.	Kustuta- tud lubi.	Aine, mis tekib igas neutralisat- sioonireakt- sioonis.	Leelis. Kasutatakse seepide valmis- tamisel. Metall oksüdatsiooni- aste on I.
H₂CO₃	H₂SO₄	H₂O	Ca
CaO	Ca(OH)₂	Ca(OH)₂	CaSO₄
1	2	3	4

Lisa 3. Mängu reeglid

Mängu vahendid

Mängu kompleksis on kaks mängulauda, 30 lähteainete valemite kaarti, 24 saaduste valemite kaarti, 24 ainete kirjelduste kaardid, eeskordajate kaardid, kuus tabelit koostatavate reaktsioonivõrranditega ja ainete kirjeldustega.

Mängijad saavad oma käigukorral kaarte asetada vastavalt tähistatud aladele.

Lähteaine valemite kaart on roheline.
Aseta see siia.



Saaduse valemite kaart on kollane.
Aseta see siia.



Aine kirjelduse kaart on punane.

Aseta see siia.



Eeskordaja kaart on sinine.

Aseta see siia.



Mängu ettevalmistus. Lähteainete, saaduste valemite ja ainete kirjelduste kaardid pannakse ühte pakki ja segatakse korralikult läbi. Seejärel tehakse kaardipakk neljaks pakiks, mis jaotatakse ära kahel mängulaual roheline katkendjoonega ümbritsetud aladel kaardi tühi pool ülespoole.



Eeskordajate kaardid asetatakse ühele mängulauale musta katkendjoonega ümbritsetud alale tühi pool ülespoole.



- **Mängu algus.** Igal mängijal on alguses 8 kaarti ainevalemite ja -kirjelduste pakist. Eesmärk on oma kaardidest esimesena vabaneda.
- Noorim mängija alustab, asetades ainevalemite kaardi lauale. Ole teistest kiirem: ainete kirjelduste kaarte saab asetada nende kohale mistahes ajahetkel aga ühe erandiga- enda asetatud ainevalemite kirjeldust saab mängija käia alles pärast järgmise mängija käiku.
- Kui mängijal pole sobivat ainevalemite kaarti, võtab ta pakist juurde kolm kaarti ja käib sobiva kaardi juhul, kui ta selle sai. Kui pole, siis mäng jätkub

pärilpäeva. Mängijad jätkavad olemasolevat reaktsioonivõrrandit või alustavad uut, vastavalt tabelile.

- Kui mängija asetab reaktsioonivõrrandi viimase ainevalemite kaardi, lisab ta eeskordajad. Õigete eeskordajate korral eemaldatakse kõik selle reaktsiooni kaardid mängust. Eeskordajad lähevad tagasi vastavale kohale. Sama mängija saab teha veel ühe käigu.
- Kui mõni mängija käib mängu jooksul sobimatu kaardi, siis ta võtab selle kaardi üles ja korjab pakist juurde 3 kaarti.

Lisa 4. Mängus koostatavad reaktsioonid

Mängus koostatavad reaktsioonid. Lähteained on rohelisel taustal. Saadused on kollasel taustal.

Lähteained

Saadused

Lähteained→ ↓	Ca	H ₂ O	H ₂ SO ₄	H ₂ CO ₃	CO ₂	SO ₃
O ₂	CaO					
H ₂ O	Ca(OH) ₂ + H ₂				H ₂ CO ₃	H ₂ SO ₄
H ₂ SO ₄	CaSO ₄ + H ₂					
H ₂ CO ₃	CaCO ₃ + H ₂					
KOH			K ₂ SO ₄ + H ₂ O	K ₂ CO ₃ + H ₂ O	K ₂ CO ₃ + H ₂ O	K ₂ SO ₄ + H ₂ O
CO ₂		H ₂ CO ₃				
SO ₃		H ₂ SO ₄				
CaO		Ca(OH) ₂	CaSO ₄ + H ₂ O	CaCO ₃ + H ₂ O	CaCO ₃	CaSO ₄

Lisa 5. Ainete kirjeldused

Ainete kirjeldused

H ₂ Kasutatakse kütusena ja metallurgias redutseerijana.
Ca Lihtaine. Aktiivne metall.
CaO Metallioksiid, mis saadakse lubja põletamisel. Kustutamata lubi. Kuiva lubisegu põhikoostisosa.
CO ₂ Oksiid, mida kasutatakse karastusjookide karboniseerimisel. Kasvuhoonegaas. Eraldub täielikul põlemisel.
SO ₃ Mittemetallioksiid. Väavli oksüdatsiooniate on VI. Oksiid, mille segamisel veega tekib väävelhape.
Ca(OH) ₂ Kustutatud lubi.
H ₂ CO ₃ Nõrk hape. Tekib karastusjookides. Hape, mis jaguneb ainult vähesel määral ioonideks. Hape, mis tekib süsinikdioksiidi lahustumisel vees.

H ₂ SO ₄ Tugev hape. Hape, mis on akuhappe koostises.
H ₂ O Aine, mis tekib igas neutralisatsioonireaktsioonis. Oluline lahusti, koosneb vesinikust ja hapnikust.
KOH Leelis. Kasutatakse seepide valmistamisel. Metallide oksüdatsiooniate on I.
CaCO ₃ Kriidi, marmori ja lubjakivi koostises olev aine.
K ₂ CO ₃ Sool. IA rühma metalli kation ja karbonaatioon.
CaSO ₄ Sool. Tekib kaltsiumhüdroksiidi reaktsioonil väävelhappega.

Lisa 6. Küsimustik

Tere!

Mina olen Jaanus End ja õpin Tartu Ülikoolis Gümnaasiumi loodusteaduste õpetaja õppekaval. Oma lõputöös uurin mängupõhise õppe mõju õpilaste õppimise tõhususele. Antud küsimustiku raames soovin saada Sinu hinnanguid minu koostatud õppemängule. Õppemängu koostasid teemal keemilised reaktsioonivõrrandid ja nende tasakaalustamine. Küsimustiku vastuseid kasutan ainult oma lõputöö raames ja kõik vastused on anonüümsed- vastaja isik ei ole vastustega seostatav. Tänan Sind, et oled nõus osalema minu uurimistöös ning vastama küsimustikule!

Märgi sobivasse kastikesse ristike.

Küsimus	Nõustun täielikult	Nõustun	Nii ja naa	Ei nõustu	Ei nõustu üldse
Mängu poolt esitatud väljakutse ja minu oskused olid võrdselt kõrgel tasemel.					
Ma teadsin täpselt mida tahan teha ja saavutada.					
Ma tundsin, et mul on kontroll enda tegude üle.					
Ma keskendusin täielikult mängule.					
Mängimise kogemus tekitas minus suurepärase enesetunde.					
Ma sukeldusin täielikult mängu mängimisse.					
Mulle meeldis tunne, mis mind valdas mängu ajal ja sooviksin seda veel kogeda.					
Mäng esitas mulle väljakutse aga ma uskusin, et minu oskused võimaldavad mul sellega toime tulla.					
Ma sain aru, kuidas mul mängus läks.					
Juba oma mängu järgi sain aru, kui hästi mul läheb.					
Ajakulg tundus olevat teistsugune kui tavaliselt.					
Mängu eesmärgid olid selgelt sõnastatud.					

Mängulauda ja kaarte oli lihtne kasutada.					
Ma ei mõelnud sellele, mida teised mu mängu soorituse kohta arvasid.					
Mul oli tunne, et juhin oma mängukäike täielikult.					
Kogemus oli väga nauditav.					
Ma sain mängulaualt ja kaartidelt vajalikku infot spontaanselt ja automaatselt ilma, et pidanuksin seejuures eraldi mõtlema.					
Mu tähelepanu oli täielikult fokusseeritud mängimisele.					
<i>Mu ajataju muutus – aeg justkui kiirenes või aeglustus.</i>					
Mängu mängimine oli tõeliselt nauditav kogemus.					
Mul polnud raske hoida oma tähelepanu mängul.					
Ma ei muretsenud enda soorituse pärast mängimise ajal.					

Vasta küsimustele.

Kas Sulle meeldis keemia õppemängu mängida? Lisa selgitus.

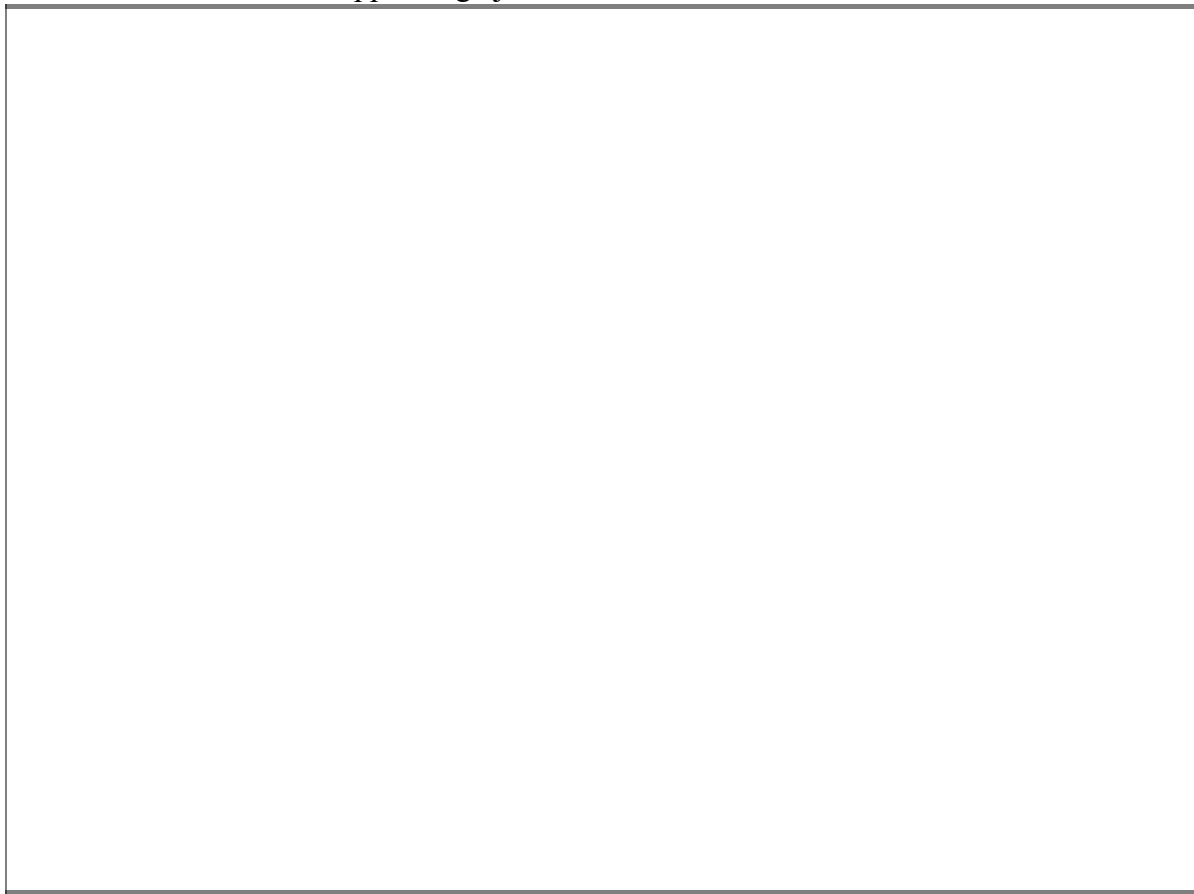
Kas keemia õppemängu mängides õppisid paremini reaktsioonivõrrandeid koostama? Lisa selgitus.



Milliseid õppemänge keemias eelistaksid? Mida need peaksid sisaldama? Mida antud mängu juures pead oluliseks?



Mida võiks antud keemia õppemängu juures muuta?



Täna, et vastasid küsimustele!

Lisa 7. Küsimustikus mõõdetavad parameetrid ja nende seos Flow-teooriaga

Küsimus	Mõõdetav parameeter	Seos teooriaga
Mäng esitas mulle väljakutse aga ma uskusin, et minu oskused võimaldavad mul sellega toime tulla.	Eesmärgiseltus	Flow-teooria: selged eesmärgid.
Mängu poolt esitatud väljakutse ja minu oskused olid võrdselt kõrgel tasemel.	Eesmärgiseltuse tajumine	Flow-teooria: selged eesmärgid.
Ma teadsin täpselt mida tahan teha ja saavutada.	Tagasiside tajumine	Flow-teooria: kohene ja vahetu tagasiside.
Mängu eesmärgid olid selgelt sõnastatud.	Enesehindamise võimalus, tagasiside tajumine	Flow-teooria: kohene tagasiside.
Ma sain aru, kuidas mul mängus läks.	Kontrolli ja autonoomia tajumine	Flow-teooria: vaba valik ja juhtimine.
Juba oma mängu järgi sain aru, kui hästi mul läheb.	Kontrolli ja autonoomia tajumine	Flow-teooria: vabadus ja kontroll.
Mul oli tunne, et juhin oma mängukäike täielikult.	Infotajumine, automaatne tegutsemine	Flow-teooria: automaatne tegevus, minimaalselt vaeva.
Ma tundsin, et mul on kontroll enda tegude üle.	Kasutajakogemus, mängu lihtsus	Flow-teooria: selgus ja lihtsus.
Ma sain mängulaualt ja kaartidelt vajalikku infot spontaanselt ja automaatselt ilma, et pidanuksin seejuures eraldi mõtlema.	Tähelepanu keskendumine	Flow-teooria: täielik keskendumine.
Mängulauda ja kaarte oli lihtne kasutada.	Tähelepanu püsimine	Flow-teooria: täielik keskendumine.
Mu tähelepanu oli täielikult fokuseeritud mängimisele.	Täielik keskendumine	Flow-teooria: täielik keskendumine.
Mul polnud raske hoida oma tähelepanu mängul.	Täielik kaasatus ja sukeldumine	Flow-teooria: täielik kaasatus.
Ma keskendusin täielikult mängule.	Aja taju muutus	Flow-teooria: ajataju muutumine.
Ma sukeldusin täielikult mängu mängimisse.	Aja taju muutus	Flow-teooria: ajataju muutumine.
Mu ajataju muutus – aeg justkui kiirenes või aeglustus.	Nauding, rahulolu	Flow-teooria: nauding ja rahulolu.
Ajakulg tundus olevat teistsugune kui tavaliselt.	Positiivne emotsioon, nauding	Flow-teooria: positiivne emotsioon.
Mängu mängimine oli tõeliselt nauditav kogemus.	Enesetunne, rahulolu	Flow-teooria: enesetunne ja rahulolu.

Mulle meeldis tunne, mis mind valdas mängu ajal ja sooviksin seda veel kogeda.	Nauding, rahulolu	Flow-teooria: nauding ja rahulolu.
Mängimise kogemus tekitas minus suurepärase enesetunde.	Sotsiaalne mure puudub	Flow-teooria: sotsiaalne mure puudub.
Kogemus oli väga nauditav.	Soorituse mure puudub	Flow-teooria: keskendumine ülesandele, mure puudub.
Ma ei mõelnud sellele, mida teised mu mängu soorituse kohta arvasid.	Eesmärgisulgus	Flow-teooria: selged eesmärgid.
Ma ei muretsenud enda soorituse pärast mängimise ajal.	Eesmärgisulguse tajumine	Flow-teooria: selged eesmärgid.

Lisa 8. Õpilaste hinnangud flow-seisundi komponentidele – kirjeldavad statistilised näitajad

Küsimus	Keskmine	Mediaan(Q2)	Standardhälve	Min	Max	Q1	Q3
Mäng esitas mulle väljakutse aga ma uskusin, et minu oskused võimaldavad mul sellega toime tulla.	3.62	4	0.62	2	4	3	4
Mängu poolt esitatud väljakutse ja minu oskused olid võrdselt kõrgel tasemel.	4.06	4	0.57	3	5	4	4
Ma teadsin täpselt mida tahan teha ja saavutada.	3.69	4	0.75	2	5	3	4
Mängu eesmärgid olid selgelt sõnastatud.	3.69	3	0.63	3	5	3	4
Ma sain aru, kuidas mul mängus läks.	4.15	4	0.78	3	5	4	4
Juba oma mängu järgi sain aru, kui hästi mul läheb.	3.38	4	0.96	2	5	3	4
Mul oli tunne, et juhin oma mängukäike täielikult.	3.23	3	0.92	2	5	3	4
Ma tundsin, et mul on kontroll enda tegude üle.	3.38	4	0.68	2	4	3	4
Ma sain mängulaualt ja kaartidelt vajalikku infot spontaanselt ja automaatselt ilma, et pidanuksin seejuures eraldi mõtlema.	3.54	4	0.94	2	5	3	4
Mängulauda ja kaarte oli lihtne kasutada.	3.31	3	1.13	1	5	2	4
Mu tähelepanu oli täielikult fokuseeritud mängimisele.	3.31	4	0.85	2	4	3	4
Mul polnud raske hoida oma tähelepanu mängul.	3.54	4	0.88	1	4	3	4
Ma keskendusin täielikult mängule.	3.69	4	0.75	2	5	3	4
Ma sukeldusin täielikult mängu mängimisse.	3.23	3	0.51	2	4	3	4

Mu ajataju muutus – aeg justkui kiirenes või aeglustus.	3.46	4	1.20	1	5	2.5	4
Ajakulg tundus olevat teistsugune kui tavaliselt.	3.15	4	1.46	1	5	2	4
Mängu mängimine oli tõeliselt nauditav kogemus.	3.62	4	1.02	2	5	3	4
Mulle meeldis tunne, mis mind valdas mängu ajal ja sooviksin seda veel kogeda.	3.77	4	0.44	3	5	3	4
Mängimise kogemus tekitas minus suurepärase enesetunde.	3.69	4	1.03	2	6	3	5
Kogemus oli väga nauditav.	3.69	4	0.63	3	5	3	4
Ma ei mõelnud sellele, mida teised mu mängu soorituse kohta arvasid.	3.62	4	1.04	2	5	3	4
Ma ei muretsenud enda soorituse pärast mängimise ajal.	4.08	5	1.23	2	5	3	5

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Jaanus End

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose

“Õpilaste hinnangud mängupõhise õppe kasutamisele keemiatunnis reaktsioonivõrrandite õpetamisel 9. klassis: vooseisundi teooria vaatenurgast”, mille juhendaja on Terje Raudsepp, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Jaanus End

21.05.2025

Magistritöö kaitsmisele lubamise tõend

Juhendaja arvamus magistritöö kaitsmisele lubamise kohta

Jaanus End'i magistritöö "Õpilaste hinnangud mängupõhise õppe kasutamisele keemiatunnis reaktsioonivõrrandite õpetamisel 9. klassis: vooseisundi teooria vaatenurgast" vastab Tartu Ülikooli Loodus-ja täppisteaduste valdkonna õpetajakoolituse magistritöödele esitatavatele nõuetele ja selle võib lubada avalikule kaitsmisele. Töö retsensent on Joana Jõgela.

Töö juhendaja: Terje Raudsepp

(juhendaja allkiri digitaalselt)

Tartus, 21.05.2025