

Tartu Ülikool

Loodus- ja täppisteaduste valdkond

Ökoloogia ja maateaduste instituut

Loodusteadusliku hariduse keskus

Irina Guljavina

**Immunoloogia teemalise kaardimängu koostamine ja selle mõju
hindamine**

Magistritöö

Gümnaasiumi loodusteaduste õpetaja

Juhendaja: Inga Ploomipuu

TARTU

2025

Immunoloogia teemalise kaardimängu koostamine ja selle mõju hindamine

Magistritöö eesmärk oli koostada immunoloogia teemaline õppemäng gümnaasiumiõpilastele ning hinnata selle mõju õpilaste teadmistele ja suhtumisele. Loodud kaardimäng simuleerib immuunsüsteemi tööd. Uuringus osales 33 ühe Tartu gümnaasiumi 11. klassi õpilast, kes sooritasid enne ja pärast mängu eel- ja järeltesti ning täitsid tagasisideküsitluse. Tulemused näitasid keskmist teadmiste paranemist – testitulemused tõusid statistiliselt olulisel määral ($p < 0,001$). Eriti märgatav oli tüdrukute soorituse paranemine, mis tõstiski keskmist tulemust. Õpilaste tagasiside põhjal peeti mängu huvitavaks, kuid keerukaks. Mitmed soovitasid mängu lihtsustamist. Uuring kinnitab, et mängupõhine õpe võib olla tõhus vahend keeruliste teadusteemade õpetamisel, kuid vajab läbimõeldud rakendamist. Töö tulemused toetavad mängupõhise õppe kasutamist kui õpilaskeskset ja kaasavat lähenemisviisi loodusteadusliku kirjaoskuse edendamisel.

Märksõnad: mängupõhine õpe, immunoloogia, õppevahendid

CERCS: S272 Õpetajakoolitus

Creating immunology-based card game and assessing its impact

The aim of the master's thesis was to develop an immunology-themed educational game for upper secondary school students and to evaluate its impact on students' knowledge and attitudes. The created card game simulates the functioning of the immune system. The study involved 33 eleventh-grade students from a secondary school in Tartu, who completed both pre- and post-tests as well as a feedback questionnaire. The results showed an average improvement in knowledge — test scores increased to a statistically significant extent ($p < 0.001$). The improvement was particularly noticeable among female students, which contributed to the overall rise in average performance. According to student feedback, the game was considered interesting but complex. Several students suggested simplifying the game. The study confirms that game-based learning can be an effective tool for teaching complex scientific topics, but it requires thoughtful implementation. The results support the use of game-based learning as a student-centered and engaging approach to promoting scientific literacy.

Keywords: game-based learning, immunology, educational materials

CERCS: S272 Teacher education

Sisukord

Sissejuhatus.....	4
1 Kirjanduse ülevaade.....	6
1.1 Mängud õppevahendina	6
1.1.1 Kaardimängud õppevahendina.....	7
1.2 Mängude kasutamine loodusainetes.....	8
1.3 Õppemängude koostamise põhimõtted	9
2 Metoodika	12
2.1 Uuringu disain	12
2.2 Mängu sisu kirjeldus	13
2.2.1 Mängu eesmärk.....	13
2.2.2 Rakukaardid	13
2.2.3 Ohukaardid.....	14
2.2.4 Muutuja kaardid	17
2.3 Uuringu valim	18
2.4 Uurimisinstrumendid.....	18
2.5 Analüüsimeetodid.....	20
2.6 Eetika.....	20
3 Tulemused.....	21
3.1 Mängu mõju immunoloogia-alastele teadmistele	21
3.2 Hinnang mängule	23
4 Arutelu ja järeldused.....	26
5 Kokkuvõte.....	28
Kasutatud kirjandus	29
Summary.....	35
Lisad.....	37

Sissejuhatus

Loodusainetel on suur roll õpilaste teadusliku sõnavara ja kirjaoskuse kujundamisel ning teaduspõhise teabe mõistmisel ja kriitilisel hindamisel. Bioloogia õppeainena annab edasi teadmisi elusorganismide, sealhulgas inimkeha funktsioneerimisest ning omab praktilist väljundit igapäevaelus, näiteks tervishoiualaste teemade mõistmisel. Siiski seisavad õpetajad silmitsi märkimisväärsete väljakutsetega keerukate ja abstraktsete teemade õpetamisel (Cheng *et al.*, 2014). Immunoloogia kuulub nende bioloogia valdkondade hulka, mida õpilased sageli peavad raskesti omandatavaks just oma keerulise terminoloogia ja protsesside tõttu (Vosniadou, 2020).

Immuunsüsteemi tundma õppimine on oluline nii üldise terviseteadlikkuse kui ka teaduspõhiste otsuste tegemise seisukohast, eriti praegu, kui ühiskonnas on aktuaalsed teemad nagu vaksineerimine, epideemiad ja autoimmuunhaigused (Mixer *et al.*, 2023). Uuringud on näidanud, et traditsiooniline õpetamisviis ei pruugi olla piisav, et toetada õpilaste põhjalikku arusaama immunoloogia kontseptsioonidest ning motiveerida neid seda valdkonda õppima (Ochoa *et al.*, 2023; Wang *et al.*, 2022).

Üheks lähenemisviisiks selle probleemi lahenduseks on mänguline õpe, mille abil saab keerulisi teemasid õppijatele arusaadavamaks ja huvitavamaks muuta. Mängud soodustavad materjali omandamist läbi aktiivse osaluse ja probleemilahenduse, muutes õpilased emotsionaalselt kaasatuks ja tõstes nende motivatsiooni (Zainuddin *et al.*, 2020). Kaardimängud võimaldavad struktureerida keerulisi teadmisi ja fakte süsteemseks ja interaktiivseks õppetegevuseks, aidates omandada teadmisi ning arendada kriitilist mõtlemist (van Gaalen *et al.*, 2020).

Käesoleva magistr töö eesmärk on luua immunoloogia teemaline kaardimäng, mis aitab õppijatel paremini mõista immuunsüsteemi toimimist ja hinnata mängu mõju õppijate teadmiste tasemele. Lisaks huvitab töö autorit ka õpilaste arvamus loodud mängust ja selle edaspidised arendamise võimalused.

Magistr tööle seati järgnevad uurimisküsimused:

1. Milline on immunoloogia teemalise kaardimängu mõju õpilaste teadmistele?
2. Kuidas erinevad sooritused sugude lõikes?
3. Milline on õpilaste tagasiside mängule?

Töö autor tänab oma juhendajat, kõiki uuringus osalenud õpilasi, õpetajaid, sõpru ja perekonda, kes toetasid ja olid oma nõuannetega suureks abiks töö valmimisel.

1 Kirjanduse ülevaade

1.1 Mängud õppevahendina

Mäng on suur osa laste igapäeva-elust, mille raames omandatakse olulisi oskusi ning kusjuures toimub vabatahtlik õppimine (Gee, 2003). Mänge kasutatakse õppetöös, kuna need võimaldavad õpetajatel pakkuda õpilastele alternatiiviks motiveerivat, kaasahaaravat ja praktilist õppimisviisi, kus õppimine toimub aktiivselt, probleemikeskselt ja sageli koostöiselt (Alaswad & Nadoly, 2015). Haridustehnoloogia areng on võimaldanud mängude integreerimist erinevatesse õppeainetesse, pakkudes uusi ja mitmekesiseid võimalusi läheneda teemadele õppetöös, korrata ja kinnistada saadud teadmisi ja hinnata erinevate teadmiste ja oskuste saavutatust. Oluline on eristada mängupõhist õpet ja õppe mängustamist. Esimese puhul on mäng õppeprotsessi keskne osa, samas kui mängustamine tähendab mänguelementide lisamist mitte-mängulisse konteksti (Deterding *et al.*, 2011). Mängude kasutamine õppetöös võimaldab katsetada erinevaid meetodeid ja mänge. Lisaks füüsilistele mängudele, nagu kaardi- ja lauamängud, kasutatakse sageli ka virtuaalseid mänguvorme. Loodud on ka erinevad platvormid, näiteks Learning Apps. Kasutada võib nii olemasolevad kohandatud mänge kui ka spetsiaalselt õppetöö jaoks loodud uusi mänge, kusjuures on oluline, et mängude disain ning eesmärk oleksid hästi läbi mõeldud.

Mängude teadlik ja eesmärgipärane kasutamine võib parandada kognitiivseid ja sotsiaalseid oskusi ning süvendada teadmisi. Mängupõhine õpe ühendab mängu loomuliku atraktiivsuse hariduslike eesmärkidega, võimaldades erinevas vanuses õppijatel kogeda vahetut tagasisidet, proovida erinevaid strateegiaid ja arendada probleemi lahendamisoskusi (Koivisto & Malik, 2021; Sal-de-Rellán *et al.*, 2025). Lisaks õpitulemuste paranemisele on õpilased motiveeritumad nendes tundides, kus mänge kasutatakse õppevahendina (Gudadappanavar *et al.*, 2021; Zubair *et al.*, 2024).

Vaatamata mängupõhise õppe mitmele positiivsele küljele on sellel ka nõrkusi. Kuigi Zainuddin jt (2020) on toonud esile punktide kogumise ja edetabelid kui motiveerivana ja emotsionaalselt kaasavana, leidsid Almeida jt (2023), et punktisüsteemid võivad hoopis negatiivselt mõjutada motiveerituse taset ja teema mõistmist. Mängude kaudu spetsiifilistest teemade õpetamist piirab ka õpetajate valmidus neid kasutada (Palha *et al.*, 2024) ning digitaalsete mängude puhul võib olla takistuseks ka vajaliku tarkvara puudumine lisaks ebapiisavale õpetajate väljaõppele (Hébert *et al.*, 2021). Võib-olla suurimaks

negatiivseks küljeks on võimalus, et mängupõhises õppes omandatud oskused ei pruugi kergesti üle kanduda teistesse õpi- või töökontekstidesse. Õpilastel võib ikkagi esineda raskusi omandatud oskuste kasutamisega olukordades, kus on need õpitud oskused on vajalikud teistsuguses kontekstis (Flores-Gallegos & Mayer, 2022).

1.1.1 Kaardimängud õppevahendina

Kaardimängud on mängude alamliik, mida saab edukalt rakendada õppetegevustes. Nende eeliseks on lihtsus, kaasahaaravus ja struktureeritus, mis teeb neist sobiva vahendi faktiteadmiste kinnistamiseks, klassifitseerimiseks ja mõistete eristamiseks (Kordaki & Gousiou, 2017; van Gaalen *et al.*, 2020). Õpilased saavad kaardimängude kaudu arendada analüütilist mõtlemist ning sageli kaasnevad mängudega sotsiaalsed tegevused nagu arutelu ja koostöö. See võimaldab ühe õppevahendi abil arendada korraga mitmeid pädevusi. Kaardimängud võivad olla nii füüsilisel kui ka digitaalsel kujul ning neid saab disainida vastavalt teemale või õpiväljundile.

Rastegarpour ja Marashi (2012) leidsid oma uurimuses, et nii arvutimängu kui ka õpetaja koostatud kaardimängu kasutamine aitas parandada õpilaste tulemusi keemiliste ühendite õppimisel, kusjuures ei omanud kumbki meetod erilist eelist teise ees, kui pidada silmas õpitulemusi. Traditsioonilised vahendid õpiväljundite kontrollimiseks nagu kirjalikud ülesanded ja testid on tunnis õpitu kinnistamiseks läbi proovitud ja hästi toimivad meetodid, kuid nende asendamine kaardimänguga on näidanud paremaid tulemusi teadmiste omandamisel ning tõstnud ka õpilaste rahulolu õpitu kinnistamisele veedetud ajaga, kuna kaardimäng pakub lisaks ka sotsiaalset aspekti (Gutierrez, 2014).

Siiski võib füüsilistel kaardimängudel tuua esile ka teatud ebamugavusi koolitunni formaadis kasutamiseks. Kuigi punkt-põhised ja strateegilised kaardimängud teevad teadmiste omandamise põnevamaks ning aitavad arendada mõtlemist ja seoste loomise oskust, võtavad sellised mängud kauem aega reeglitest arusaamiseks ja ka punktide arvutamiseks (Reese & Wells, 2007). Lisaks on analoogmängude, nende seas ka kaardimängude, puudustena toodud välja mängu valmimiseks kuluv aeg. Kõige ajamahukam on mängu planeerimise ja disainimise protsess, kuid tuleb arvestada ka jooksvalt mängu muutmise vajadusega vastavalt eri klasside teadmiste tasemetele, õpilaste arvule ja omandatavale teemale. Samuti kehtib analoogmängude puhul ka traditsiooniliste õppemeetodite puhul levinud murekoht ehk kuidas

muuta õppematerjal omandatavaks kõikidele klassis olevatele inivididele, kellel võivad olla erinev õppimise harjumused, võimekus ja tempo (Maratou *et al.*, 2023).

1.2 Mängude kasutamine loodusainetes

Loodusainete õpetamine võib olla keeruline, kuna neis sisaldub abstraktseid ja keerukaid mõisteid ja protsesse (Cheng *et al.*, 2014). Traditsioonilised õpetamisviisid ei pruugi alati olla piisavalt tõhusad nende kontseptsioonide selgitamisel, mistõttu on üha enam hakatud kasutama mängupõhiseid õppemeetodeid, mis võimaldavad õpilastel aktiivselt õppida läbi kogemuse (Kara, 2021). Loodusteaduste õppimisel aitavad just konstruktivismi põhimõttel ülesehitatud mängud luua õpilastel seoseid igapäevaste kogemuste ja koolis omandatavate faktide vahel (Cadiz *et al.*, 2023). Mängupõhine õpe võimaldab õpilastel saada vahetut tagasisidet, proovida erinevaid strateegiaid ja arendada probleemilahendamisoskusi. Lisaks tõstavad mängud motivatsiooni käsitletavat teemat õppida (Lin *et al.*, 2023; Xu *et al.*, 2025). Leitud on, et mida keerulisemate kontseptsioonidega on tegemist, seda enam tuleb nende arusaamisel kasuks mängude kasutamine (Ahmed *et al.*, 2023). Kuigi tänapäeval rõhutatakse järjest rohkem digioskuste tähtsust ja nende kasutamise maht klassiruumis aastatega suureneb, tõid İvgin ja Akcay (2024) oma uurimuse ühe tulemusena välja, et loodusteadustes saavutati õpiväljundid kõige paremini, kui teadmisi kinnistati nii digitaalsete kui ka mitte-digitaalsete mängude abil.

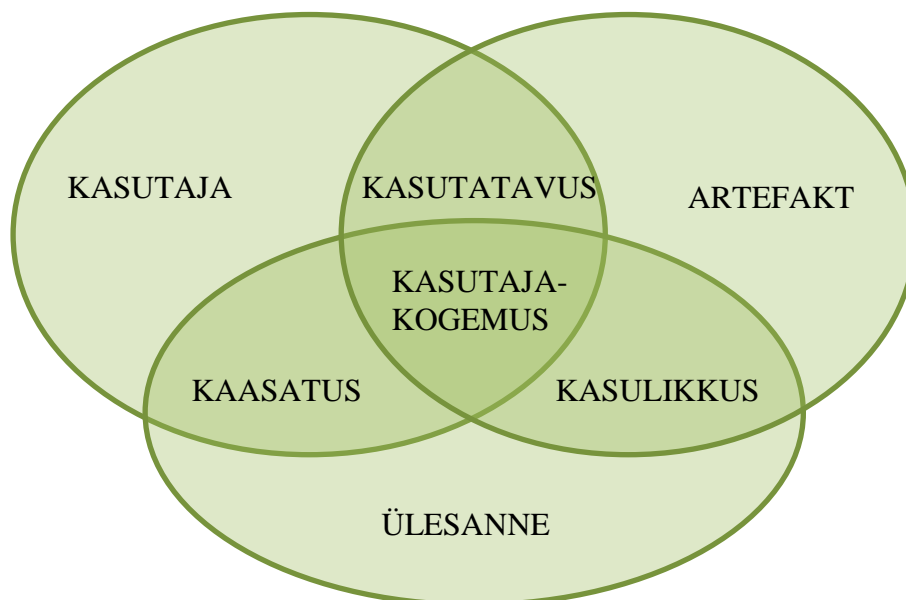
Bioloogia, sealhulgas immunoloogia on valdkonnad, kus mängupõhine õpe võib olla eriti tõhus. Need valdkonnad sisaldavad keerukaid protsesse ja süsteeme, mille mõistmine traditsiooniliste õppemeetodite, nagu loengud ja õpikud, abil võib olla õpilastele paras väljakutse (Cheng *et al.*, 2014; Vosniadou, 2020). Näiteks võib immunoloogiateemalise kaardimängu kaudu õpetada antigeenide, antikehade, valgete vereliblede ja immuunvastuse komponente mängulisel viisil, mis tugevdab keerukate protsesside mõistmist (Su *et al.*, 2014). Su jt (2014) näitasid oma töös, et mängu mängimise järel paranesid õpilaste teadmised ning suurenes huvi teema vastu. Mängu käigus said õpilased katsetada erinevaid stsenaariume ning läbi selle paremini mõista immuunsüsteemi tööd. Lisaks on mängude abil võimalik mõjutada õpilaste tervisekäitumist. Viggiano jt (2015) koostatud lauamäng „Kaledo“ mõjutas mitte ainult õpilaste teadmisi tervislikust toitumisest, aga ka otseselt nende füüsilist heaolu. Mängu mängimise järel langes osade mängijate kehamassiindeks tervisliku tasemeni (Viggiano *et al.*, 2015).

1.3 Õppemängude koostamise põhimõtted

Mängude koostamisel peab arvestama kasutajakogemuse elementidega, mis on lihtsustatult kujutatud joonisel 1. Positiivse kasutajakogemuse loomiseks peab arvestama mängu sihtrühmaga ehk kasutajatega, nende poolt kasutatavate artefaktidega, olgu need siis füüsilisel kujul kaardid või virtuaalsed komponendid, ning mängu ülesande ja eesmärgiga (Kiili *et al.*, 2012).

Joonis 1.

Kasutajakogemuse elemendid (kohandatud) (Kiili et al., 2012).



Eduka õppemängu koostamisel peab jälgima teatud põhimõtteid nende elementide kontekstis, et mäng oleks võimalikult efektiivne. Kaasav ülesanne, mis sageli on tugevalt seotud õpieesmärgiga, motiveerib kasutajat ehk õpilast pingutama veidi rohkem, et mõista nii mängukäiku kui ka selle tagamaid. Motiveeritud ja kaasatud õpilased näitavad kongitiivsete oskuste arengut ning suhtuvad ülesandesse positiivselt (Sweller *et al.*, 1998). Kõrge kaasatuse saavutamiseks peab arvestama kasutajate oskustega. Etteantav ülesanne peab raskusastmelt olema piisavalt raske, et esitaks väljakutset, aga ka piisavalt lihtne, et ei tekiks frustratsiooni mängimisel. Atraktiivsed ja kergesti mõistetavad artefaktid ehk mänguvahendid aitavad tõsta kaasatuse taset veelgi rohkem (Sweller *et al.*, 1998). Motivaatoriteks võib kasutada ka punktide võitmise süsteemi või mängus edusamme tagavaid auhindu, kusjuures mitme

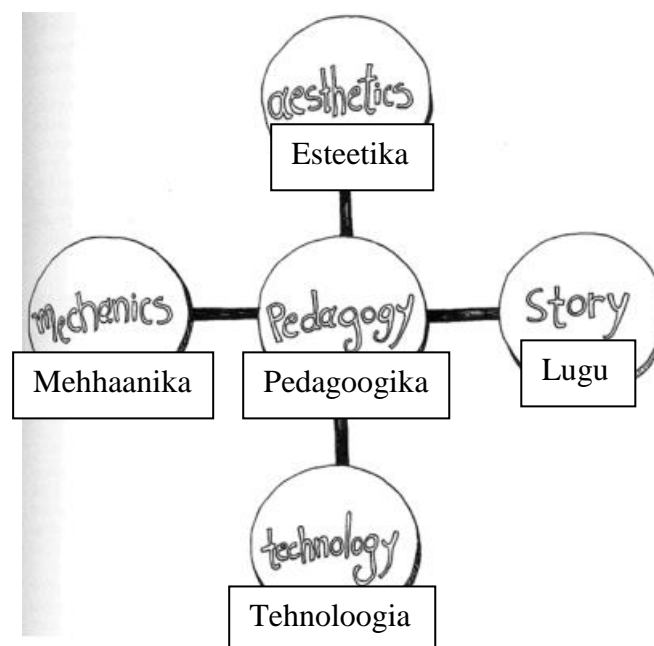
motivaatori kasutamine võimaldab tagada võimalikult paljude mängijate kaasamist (Plass *et al.*, 2015).

Õppemängul peab olema selge ülesanne ja üks või mitu õpieesmärki. Mängu disain peab lähtuma konkreetsetest teadmistest või oskustest, mida soovitakse õpilastele edasi anda (Kalmpourtzis, 2018, viidatud Ahmad 2020). Õpieesmärkide paika panemine aitab tagada, et mängu kaudu omandatud teadmised on sihipärased ja mõõdetavad (Hansen & Bjørner, 2010).

Kalmpourtzis (2018, viidatud Ahmad 2020) on rõhutanud, et õppemängudes on keskne osa pedagoogikal ning seega tuleb mängu disainides sellega kindlasti arvestada (joonis 2). Mängu mehhaanika alla kuuluvad struktuur, reeglid, väljakutsed ja mängu eesmärk peavad toetama õpieesmärgi saavutamist läbi mängu mängimise (Ahmad, 2019). Esteetiline element koosneb tunnetuslikest elementidest nagu helid ja kujutised või kujundused, mille eesmärgiks on hoida õpilased mängu kaasahaaratuna. Mängu lugu sisaldab mängu narratiivi ja fantaasiat, sotsiaalset aspekti, autonoomiat ja valikuvabadust, mis võimaldab kaasata mängijaid mängu sisse. Tehnoloogiad on sisuliselt kõige eelneva füüsiline väljund. Kõik need elemendid on omavahel seotud ning toetavad üksteist mistahes mängu loomisel.

Joonis 2.

Mänguelementide pentaad (kohandatud) (Kalmpourtzis, 2018).



Pedagoogiline element on vajalik, kuna see toob sisse pedagoogilised teooriad ning aitab seeläbi mängu muutmisel lihtsast meelelahutusest eesmärgipäraseks õppematerjaliks (Ahmad, 2019; Kalmpourtzis, 2018). Oluline osa õppemängudes on tagasiside, mis peab olema vahetu ja tähenduslik (Jiang & Shangguan, 2022). Arvestama peab ka sellega, et mängu välja arendamine peaks toimuma prototüüpide loomise, testimise ja tagasiside põhjal parandamise kaudu (Laine & Lindberg, 2020).

Mängu sisust, ülesehitusest ja õpilaste eelistusest tingutuna võivad mängupõhise õppe järel poiste ja tüdrukute õpitulemused erineda. Uuringud on näidanud, et poisid kipuvad eelistama kiiretempolisi ja võistluslikke mänge, tüdrukud aga hindavad koostöö põhiseid mänge, mis arendavad loovust (Hartmann & Klimmt, 2006; Tsai, 2017). Kuigi tüdrukutel võib olla mängudes vähem kogemusi ja madalam esialgne huvi, eriti virtuaalsete mängude vastu, siis on täheldatud, et nad omandavad teadmise omandamine mängupõhise õppe kaudu on tüdrukutel sageli parem, eriti kui mäng eeldab sügavamat mõtlemist ja endale sobiva tempo valimist (Nguyen *et al.*, 2022). Siiski ei pruugi mängudisain olla ainuke põhjus, miks õpitulemused sugude lõikes võivad erineda. Mitmed teised tegurid, nagu hindamismeetod ja mitte-kognitiivsed oskused omavad samuti tähtsat rolli tulemuste kujunemises. Näiteks on täheldatud, et poiste tulemused on kõrgemad, kui teadmisi testitakse valikvastustel ja lühikestel vastustel põhinevatel testide abil (Lu *et al.*, 2023; Miyamoto *et al.*, 2024). Poiste õpitulemusi võib mõjutada ka suurem impulsiivsus ja madalam püsivus võrreldes tüdrukutega (Balart & Oosterveen, 2019; Martin, 2004).

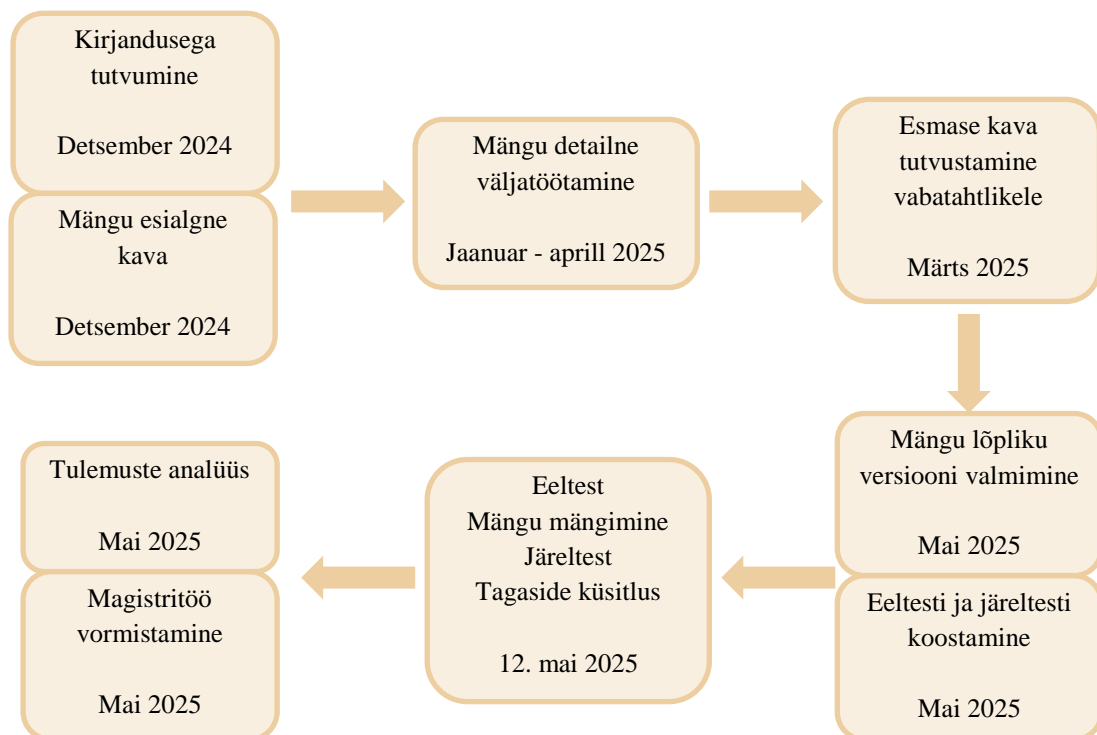
2 Metoodika

2.1 Uuringu disain

Magistritöö raames koostati kaardimäng gümnaasiumiastmele, mis käsitleb immuunsüsteemiga seotud kontseptsioone. Kaardimängu formaat võimaldab kujundada võimalikult paindliku mängu viies tootmiskulud madalale. Lisaks on kaardimänge võimalik mängida nii suuremates kui ka väiksemates seltskondades, mis võimaldab õpetajal kohandada mänguviisi vastavalt õpilaste arvule klassis.

Joonis 3.

Uuringu disain



Uurimistööd alustati teoreetilise taustaga tutvumisega 2024. Detsembris (joonis 3). Samal ajal alustati ja mängu koostamisega, mil mängule koostati legend ning otsustati mängu esialgne sisu ja stiil olles tutvunud olemasolevate mängudega ning nende tööpõhimõtetega. Väljatöötamine toimus 2025. aasta jaanuarist aprillini. Sellel ajal sai mäng esialgsed kaardid, reeglistiku ja kujunduse. Väljaarendamise vältel tutvustati mängu inimestele, kes ei tegele igapäevaselt immunoloogiliste teemadega, kuid harrastavad erinevaid lau- ja kaardimänge, et uurida välja mängu kitsaskohad mängu disainis. Seejärel oli mai esimeses pooles rakendamise etapp, mille raames viidi läbi uuring eeltestide välja selgitamiseks ja seejärel

mängiti mängu. Pärast mängu viidi läbi järeluuring mängu mõjust õpilaste teadmistele ning toimus mängu hindamise etapp. Viimase etapina toimus tulemuste analüüs ja magistritöö vormistamine.

2.2 Mängu sisu kirjeldus

Mängu teoreetilise tausta loomisel tugineti suures osas „Immunoloogia“ õpikule kõrgkoolidele (Uibo *et al.*, 2015) ning arvestati seejuures gümnaasiumi õpilastele sobiliku raskusastmega. Mängu nimeks pandi „Tervisetaktika“, mis peegeldab mängu sisu teha läbimõeldud käike tuginedes lauale pandud ning käes olevatele kaartidele. Mäng sisaldab kolme kaardikomplekti: rakukaardid, ohukaardid ning muutuja kaardid, mis jäljendavad elulisi sündmusi ning protsesse. Mängu mehhanismid ja kaartide kirjeldused asuvad lisas 1.

2.2.1 Mängu eesmärk

Mäng toimib kaartide kõrvaldamise põhimõttel. Mängijate käes on rakukaardid (tabel 1), mida nad saavad kasutada ohukaartide (tabel 2) neutraliseerimiseks. Juhul, kui mängijal pole sobivaid kaarte ohu neutraliseerimiseks, kaotab mängija punkte. See protsess imiteerib immuunvastust kehas. Õpilane peab määrama ohule ehk potentsiaalsele haigustekitajale vastukäiva kaardi, mis jäljendab seda, et immuunrakud on kas täiesti või mõningal määral spetsialiseerunud reageerima erinevatele haigustekitajatele.

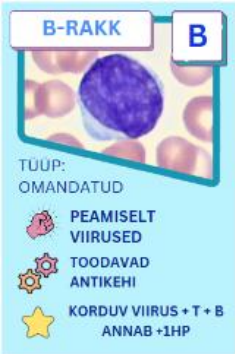
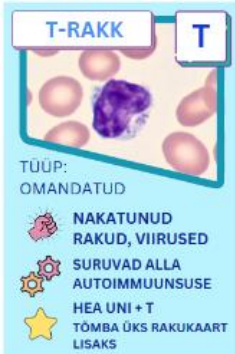
2.2.2 Rakukaardid

Mängus on kasutatud kolme immuunrakku: B-rakk, T-rakk ja neutrofiil. Kuigi kehas on immuunvastuse kujunemisel olulised palju rohkemad immuunrakud, langes valik nende kasuks, kuna nende rakkudega seonduvad protsessid on gümnaasiumi riiklikus õppekava (GRÕK, 2011) raames käsitletavat. Neutrofiil, mida esineb veres enim, esindab mittespetsiifilist kaasasündinud immuunvastust, mille üks osa on fagotsütoos (Uibo *et al.*, 2015). B-rakk ja T-rakk on osa kaasasündinud immuunsüsteemist (Uibo *et al.*, 2015). B-ja T-raku eripäraks on diferentseerumine teatud protsesside toimumise tagajärjel, kuid mängu raskusastme mõistlikuna hoidmiseks on nende rakkude kontseptsioone lihtsustatud. Näiteks B-rakk võib diferentseeruda plasmarakuks ja mäluarakuks (Uibo *et al.*, 2015), kuid sellise spetsiifika kasutamine muudaks mängu mehhaanika liiga keeruliseks. Sarnane lugu on ka T-rakkudega, mis jagunevad kahte suuremasse rühma – CD4 T-rakud (*helper*) ja CD8 T-rakud (*killer*). Viimased neist omavad olulist rolli tervete keharakkude säilitamises (Uibo *et al.*, 2015). Kuna gümnaasiumi riiklik õppekava ei näe ette väga detailset immuunvastuse õppimist ja immuunsüsteemis toimuvad protsessid on üsna keerulised ja abstraktsed, otsustati,

et kasumlikkuse tõstmiseks tasub piirduda kolme kaardiga. See võimaldab kujundada erinevaid immuunvastuseid hoides mängumehhanika seejuures mõistliku raskusastme juures. Samas võimaldab see huvilistel mõista natuke paremini immuunsüsteemi töö tagamaid ning saada lisateadmisi keharakkudest.

Tabel 1

Rakukaartidest ja nende rollist mängus

Kaart	Kaardi mõju	Eriomadused mängus
<p>B-rakk</p>  <p>B-RAKK B</p> <p>TUUP: OMANDATUD</p> <ul style="list-style-type: none"> PEAMISELT VIIRUSED TOODAVAD ANTIKEHI KORDUV VIIRUS + T + B ANNAB +1HP 	<p>Reageerib viirustele.</p>	<p>Korduva viiruse ilmnemisel annab +1 punkt juurde, kui lauale käiakse lisaks veel T-rakk.</p>
<p>T-rakk</p>  <p>T-RAKK T</p> <p>TUUP: OMANDATUD</p> <ul style="list-style-type: none"> NAKATUNUD RAKUD, VIIRUSED SURUVAD ALLA AUTOIMMUUNSUSE HEA UNI + T TÕMBA ÜKS RAKUKAART LISAKS 	<p>Reageerib peamiselt viirustele ja nakatunud rakkudele.</p>	<p>Kui on mängitud T-rakk ja muutuja kaardiks satub „HEA UNI“, on mängijal õigus tõmmata üks rakukaart lisaks.</p>

2.2.3 Ohukaardid

Rakukaarte on vaja, et reageerida ohukaartidele, mis matkivad kuute päriselus esinevaid haigustekitajat või olukorda, mis võivad organismi tervist ohustada. Ohukaartide sisu määramiseks kasutati inspiratsiooni saamiseks tehisintellekti (TI) abi. Mängu koostamise

alguses, 2025. aasta jaanuaris kasutati OpenAI ChatGPT (2025) programmi abil, millele sisestati käsk „*suggest some danger cards for a game about immune system*“. Tulemuseks pakkus näiteks TI järgmisi variante:

- Otsene oht – patogeenikaardid. Nende hulka kuuluvad gripiviirus, tuberkuloosibakter, HIV, seennakkus jms;
- Mutatsioonid – antigeenne triiv, antibiootikumi resistentsus jms;
- Immuunsupressioon – tõus stressihormoonide tasemes, kortikosteroidide liiga kõrge tase jms;
- Keskkond ja eluviisid – unepuudus, vitamiinipuudus jms;
- Autoimmuunsed malfunktsioonid – hüpertsootokineemia, reuma, luupus jms;
- Haiguspuhangud ja pandeemiad – „*superbug*“ nakkuse levik, uus zoonootiline viirus jms (OpenAI, 2025).

Sellest nimekirjast said kasutatud mitmed pakkumised nii ohukaartidena kui ka muutuja kaartidena. Ohukaartide valik sõltus ka rakukaartidest ning soovitatavast raskusastmest. Näiteks T-raku *killer* vorm tegeleb ebanormaalsete rakkude hävitamisega, kuid selle kontseptsiooni lisamine mängu, mis põhiliselt tegeleb kaitsega patogeenide eest, teeks selle keerukamaks. Ohukaardid võimaldavad kaotada punkte, kui neile ei reageerita õigesti ehk ei pakuta välja sobilikku immuunvastust. Osad kaardid nõuavad tugevamat immuunvastust, kuna nende ohtlikkus pärielus on ka suurem. Näiteks gripi puhul on vajalik käia mitu immuunrakku, et immuunvastus oleks võimalikult intensiivne, ning vähemalt üks neist peab olema omandatud immuunsüsteemi osa. Osad kaardid tutvustavad immuunsüsteemi järsku koormavaid olukordi, mis võivad viia haigestumiseni nõrga immuunsuse tõttu.

Tabel 2

Näited ohukaartidest ja nende rollist mängus


Kaart	Kaardi mõju, omadused mängus	Teoreetiline taust
 <p>EKSAMISTRESS ST</p> <p>Järsk plinge ja ärevus omavad väga negatiivset mõju kehale</p> <p>MAGUS UNI T-RAKK</p> <p>-1</p>	<p>-1 punkt</p> <p>Neutraliseerivad kaardid: T-rakk, magus uni.</p>	<p>Äge stress tõstab kortisooli taset, mis langetab T-rakkude aktiivsust. See aga omakorda vähendab organismi vastupanuvõimet haigustekitajatele, eriti viirustele (Dong <i>et al.</i>, 2016).</p>
 <p>GRIPP KLASSIS GP</p> <p>Klassis on palju kõhijaid ja viiruse levitajaid</p> <p>T-RAKK + B-RAKK VAKTSIIN + B-RAKK</p> <p>-2</p> <p>-1 NF</p>	<p>-2 punkti</p> <p>-1 punkt, kui mängitakse kuni 1 neutrofiil</p> <p>Neutraliseerimine: T-rakk + B-rakk Vaktsiin + B-rakk T-rakk/B-rakk + neutrofiil (-1 punkt).</p>	<p>Gripp levib piisknakkusena õhu kaudu ning on väga nakkav.</p> <p>Viirusosakestega võitlemiseks peab immuunsüsteem aktiveerima nii T-rakud kui ka B-rakud. Esimesed aitavad tuvastada nakatunud rakke ja tutvustavad viirusosakesi B-rakkudele. B-rakud märgistavad need antikehade abil ja suunavad hävitamisele. (Uibo <i>et al.</i>, 2015)</p>
<p>Kui laual on vähemalt 2 vaktsiinikaarti, siis on „GRIPP KLASSIS“ automaatselt neutraliseeritud kõigile mängijatele, kuna tekib karjaimmuunsus.</p>		

2.2.4 Muutuja kaardid

Muutuja kaartide (näited tabelis 3) roll on teha mäng mitmekesisemaks ja tutvustada immuunsüsteemi tööd mõjutavaid positiivseid ja negatiivseid faktoreid. Positiivsed muutujad annavad hüvesid nagu lisarakukaardid või automaatne ohu likvideerimine. Negatiivsed muutujad võivad võtta punkte ära või takistada käiku. Selle kaardi saab mängija juhuslikult. See võimaldab mängus hoida üllatusmomenti ning imiteerib ootamatuid sündmusi päriselus. Mängu arendamise käigus oli idee teha nende kaartide kasutamine vabatahtlikuks, et arendada õpilaste autonoomsust, toetada valikuvabadust ning vaateid, kuid selline mäng oleks olnud liiga raske.

Tabel 3

Näited muutuja kaartidest ja nende rollist mängus

Kaart	Kaardi mõju	Omadused mängus	Teoreetiline taust
 <p>Vaktsiin</p>	+1 punkt	Kui vähemalt kahel mängijal korraga on „VAKTSIIN“, siis on viirus automaatselt neutraliseeritud kõikidele mängijatele.	Vaktsiin tutvustab organismi immuunrakkudele nõrgestatud haigustekitajat või selle osakesi (antigeene). Selle põhjal valmistavad B-rakud antikehad, mis pärishaigestumise korral märgistavad haigustekitajat ja suunavad nad hävitamisele. (Uibo <i>et al.</i> , 2015)
Autoimmuunsus	-1 punkt	1) Ei oma mõju, kui käigu ajal ei mängita rakukaarti ohukaardi vastu. 2) Kui ohukaardi vastu mängitakse rakukaart, siis mõju	Immuunrakud hakkavad valesti funktsioneerima, rünnates keharakke, tekitades kahju kudedele ning langetades vastupanuvõimet haigustele. (Uibo <i>et al.</i> , 2015)



säilib.

Sarnase mängu on koostanud Su jt (2014), kuid selle töö jaoks pole kasutatud identset mängu, kuid sellest on saadud inspiratsiooni – 3 kaarditüüpi ja ohtude kõrvaldamine rakukaartide abil. Su jt töös oli oluliselt rohkem immuunrakkude kaarte, mis pole mahuliselt sobilik bioloogia tundidesse gümnaasiumi riikliku õppekava (GRÕK, 2011) järgi. Lisaks oli nende mängu keskmises otsene võistlus mängijate vahel välistades mitmekesised elulised olukorrad, millega immuunsüsteem peab igapäeva elus hakkama saama. Seetõttu sai selles mängus mängukord üles seatud nii, et võistlusmoment toimub individuaalselt kogutud punktide alusel. See võimaldab mängijatel keskenduda võimalikult tõhusatele käikudele, mis töötaksid ainult nende enda kasuks.

2.3 Uuringu valim

Mängu katsetati mugavusvalimiga ühes Tartu kooli 11. klassist. Mängu mängis läbi 33 õpilast, neist kõik sooritasid nii eel- kui ka järeltesti teadmiste hindamiseks ning hinnangu materjalile andis 32 õpilast.

2.4 Uurimisinstrumendid

Mängu mõju hindamiseks koostati testid (vt lisa 2 ja lisa 3), mis jagati enne ja pärast mängu mängimist õpilastele. Test oli koostatud gümnaasiumi bioloogia õppekava põhjal. Testi pikkusele ja sisule pani piirangu ajapiirang, kuna 45 minuti jooksul pidi saama teha sissejuhatus, eel- ja järeltesti kirjutada (10 minutit kumbki) ning mängu mängida (20 minutit). Küsimused eel- ja järeltestis erinesid, kuid olid koostatud nii, et sisu ja raskusaste jääksid samaks (tabel). Testi sisu vaatas üle ka üks bioloogiaõpetaja. Kokku oli testides kuus küsimust (tabel 4). Kolm küsimust olid valikvastustega, kus õpilased pidid valima kõige õigema vastuse. Küsimused puudutasid haigusennetust ning graafiku lugemist ja tõlgendamist. Ülejäänud küsimused olid avatud vastusega ning sisaldasid nii elulisi näidisolukordi kui ka faktiteadmisi kontrollivaid küsimusi.

Tagasisidet mängule andsid õpilased vastates kuuele etteantud väitele viieastmelisel Likerti tüüpi skaalal („ei nõustu üldse“, „üldiselt ei nõustu“, „nii ja naa“, „nõustun enamasti“, „nõustun täielikult“). Lisaks sai jätta tagasisidet vabas vormis kommentaarina.

Tabel 4.

Eel- ja järeltesti küsimused ning nende poolt mõõdetavad oskused

Eeltesti küsimus	Järeltesti küsimus	Punktid	Mõõdetav teadmine/oskus
Milline igapäevane harjumus kõige tõenäolisemalt nõrgestab immuunsüsteemi pikaajaliselt?	Milline järgmistest teguritest mõjutab immuunsüsteemi negatiivselt just pikaajaliselt ja vähendab keha vastupanuvõimet?	1	Faktiteadmised
Antikehade tase ajas pärast esmast vaktsineerimist (järelendus graafikust).	Antikehade tase pärast korduvat vaktsineerimist (järelendus graafikust).	1	Graafilise info tõlgendamine, immuunreaktsiooni mõistmine
Mai ja puuk: Kas Mail on õigus vaktsiini peale pahane olla? Miks?	Mait ja Mari: Kas mõlemad võivad sel aastal uuesti haigestuda? Miks?	4	Vaktsiini toimemehhanism
Milline tegevus aitab kõige tõhusamalt vähendada aerosoolide levikut viirushaige inimesega suheldes siseruumis?	Milline tegur vähendab kõige rohkem viiruseosakeste kogunemist õhus suletud ruumis?	1	Faktiteadmised, keskkonnatingimuste mõju viiruste levikule
Kirjelda, kuidas vaktsiin õpetab immuunsüsteemi ilma viirushaigust põhjustamata.	Kirjelda, kuidas vaktsiin õpetab keha end viiruste vastu kaitsma, ilma et inimene haigeks jääks.	4	Teadusliku kontseptsiooni lihtustatud selgitamine

Klassis levib viirushaigus. Millised isiklikud ja ühiskondlikud ennetusmeetmed aitavad nakkuse levikut piirata? Too vähemalt kolm ja põhjenda igäüht.	Too vähemalt kolm erinevat meetet, mis aitavad ennetada viirushaiguse levikut klassis. Selgita igat meetet paari lausega.	6	Teadmiste praktiline rakendamine ja põhjendamine
---	--	---	---

2.5 Analüüsimeetodid

Õpilaste eel- ja järeltesti tulemused kanti sisse Microsoft Office Excel 2010 arvutustabelisse, kus terve valimi tulemuste analüüsimiseks leiti keskmised ja tulemuste võrdlemiseks kasutati paariliste valimite T-testi. Poiste ja tüdrukute vahelise soorituse erinevuste võrdlemiseks kasutati sõltumatute valimite T-testi. Seost testitulemuste muutuse ja õpilaste enda tajutud teadmiste omandamise hinnangu vahel uurimisi kasutades Pearsoni korrelatsiooni.

2.6 Eetika

Töö koostamisel lähtuti Eesti hea teadustava kokkuleppes. Uuringus osalejatele selgitati töö eesmärki ning nende osalemise tähtsust ja panust lõputöösse. Eel- ja järeltestile vastamine oli konfidetsiaalne ning uuringus osalejatel oli õigus uuringus osalemisest loobuda igal hetkel. Uuringuga seotud algandmeid säilitatati paberkandjal kuni hävitamiseni turvaliselt ja konfidentsiaalselt.

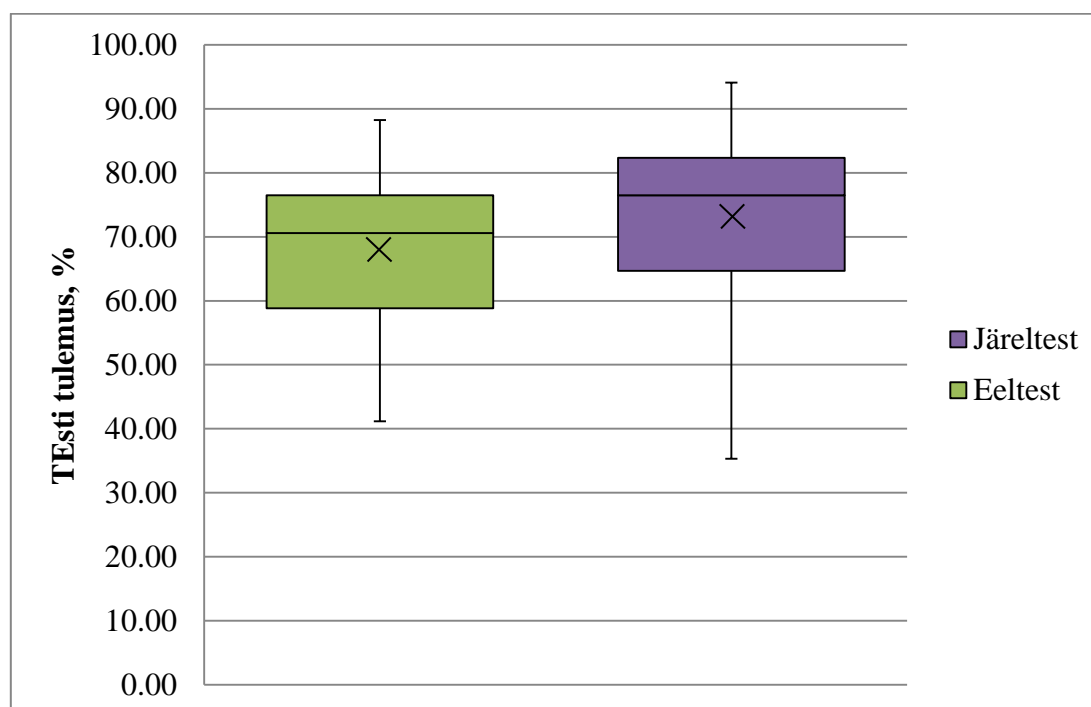
3 Tulemused

Antud magistritöö raames valmis prototüüp immunoloogia-teemalisele mängule „Tervisetaktika“. Koostatud mäng sobib lisateadmiste õpetamiseks ning olemasolevate teadmiste kinnistamiseks. Mäng haakub gümnaasiumi riikliku õppekava bioloogia IV kursusega „Inimene ja keskkond“ (GRÕK, 2011).

3.1 Mängu mõju immunoloogia-alastele teadmistele

Joonis 4.

Õpilaste testi tulemused enne ja pärast mängu mängimist



Joonisel 4 on toodud õpilaste testitulemused kastdiagrammina, kus horisontaalne joon tähistab mediaani (eeltestis 70,59 % ja järeltestis 76,47 %), rist tähistab aritmeetilist keskmist (67,73 % ja 73,8% vastavalt) ning kast näitab 50 % keskmiste tulemuste jaotust. Testitulemuste miinimum- ja maksimumtulemused on tähistatud vertikaalsete joonte tippudega. Eeltesti kõrgeim tulemus oli 88,24 % (15 punkti 17-st) ning madalaim tulemus oli 41,18 % (7 punkti 17-st). Järeltesti kõrgeim tulemus oli 94,12 % (16 punkti 17-st) ning madalaim tulemus 35,29 % (6 punkti 17-st). Mängu mõju välja selgitamiseks võrreldi eeltesti ja järeltesti tulemusi kasutades paariliste valimite T-testi, millest saab järeldada, et mäng

omas mõju testi tulemustele ($p < 0,001$). Järelikult oli mängul positiivne mõju õpilaste teadmiste kujundamises.

Tabel 5.

Õigesti vastanute protsent eel- ja järeltestis küsimuste lõikes

Küsimuse sisu	Eeltest (%)	Järeltest (%)	p-väärtus
1. Eluviisi seotus immuunsüsteemiga (valikvastus)	100	100	-
2. Graafiku lugemine ja järelduse tegemine (valikvastus)	81,82	96,97	0,029
3. Olukorra ülesanne	56,82	65,15	0,063
4. Haigusennetus (valikvastus)	78,79	96,97	0,016
5. Vaktsiini tööpõhimõte	43,94	49,24	0,128
6. Haigusennetus – isiklikud ja ühiskondlikud ennetusmeetmed	81,31	82,83	0,369

Eel- ja järeltestis pidid õpilased vastama 6 küsimusele, millest kolm olid valikvastustega. Kui vaadata tulemusi küsimuste lõikes (tabel 5), siis olulisi statistilisi erinevusi leidis kahe küsimuse tulemustes – 2. ja 4. küsimus. 3. ülesande tulemuste erinevus on lähedal statistilisele erinevusele, kuid pole piisav, et kinnitada kindlalt erinevuse olemasolu. Siiski, võib arvata, et ülesanded 2 – 4 olid need, mis mõjutasid lõpptulemust enim.

Vaadates sugude lõikes eraldi (tabel 6), võib näha, et mõlema rühma testitulemused veidi tõusid, ent seal on mõningaid erinevusi. Kui eeltestis olid poiste ja tüdrukute testitulemused enam-vähem võrdväärsed ($p > 0,05$), siis järeltestis oli erinevus statistiliselt oluline ($p < 0,05$). Lisaks oli poiste sooritus eel- ja järeltestis sarnane ($p > 0,05$). Tüdrukutel aga oli statistiliselt oluline erinevus eel- ja järeltesti tulemuste vahel ($p < 0,001$). Standardhälvetes toimusid ka muutused. Enamasti standardhälve langes, kuid 5. ülesandes see kasvas.

Tabel 6.*Poiste ja tüdrukute eeltesti ja järeltesti tulemused*

Ülesanne	Max	Eeltest				Järeltest			
		Poisid keskmine N=15	Poisid SD	Tüdrukud keskmine N=18	Tüdrukud SD	Poisid keskmine N=15	Poisid SD	Tüdrukud keskmine N=18	Tüdrukud SD
1	1	1	0	1	0	1	0	1	0
2	1	0.73	0.44	0.93	0.25	1	0	1	0
3	4	2.13	1.02	2.53*	0.62	2.13	0.88	3.20*	0.83
4	1	0.80	0.40	0.87	0.34	1	0	1	0
5	4	1.93	0.85	1.73	1.12	1.87	0.96	2.07	1
6	6	4.87	1.09	4.87*	0.72	4.53	1.36	5.33*	0.70
Kokku	17	11,47	2,28	11,93*	1,91	11,53*	2,12	13,60**	1,85

Märkus. * - statistiliselt oluline erinevus, $p < 0,001$; * - statistiliselt oluline erinevus, $p < 0,05$

Avatud küsimustega vastused varieerusid väga ning kohati ei soostunud õpilased vastama piisavalt põhjalikult. Näiteks oli osades testides kirjutatud vastuseks „sama asi, mis ma esimesse töösse kirjutasin“, kui õpilane hindas küsimuse sisu samasuguseks kahe testi vahel.

3.2 Hinnang mängule

Tulemused mängu hinnangule on toodud välja tabelis 7. Mängu lihtsuse ja arusaadavuse hindasid õpilased suhteliselt madalalt, andes keskmiseks palliks 2,18 ja 2,33 vastavalt skaalal 1 – 5. Veidi paremaks hindasid õpilased mängu käigus uute teadmiste omandamist (2,7) ning olemasolevate teadmiste kinnistamist (3,15). Mäng hinnati üle keskmise meeldivaks (3,45) ning arvatavasti poleks õpilastel midagi selle vastu, et mängida seda veel.

Tabel 7.

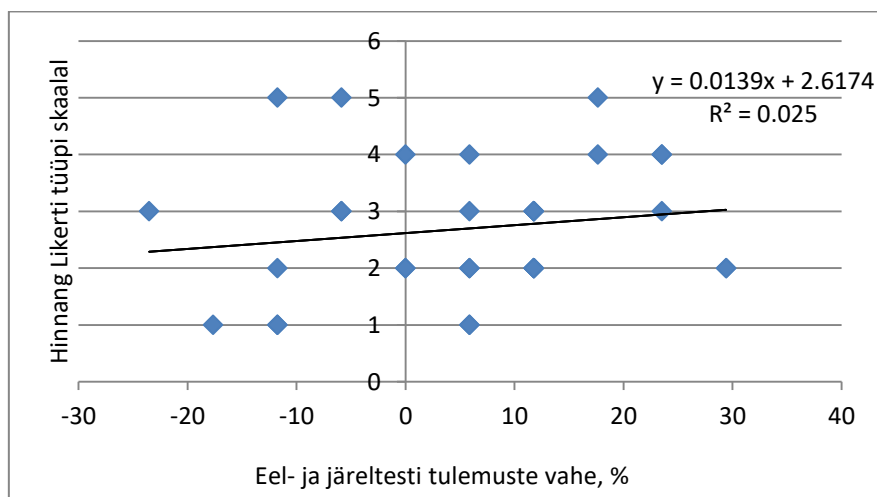
Õpilaste keskmine hinnang õppematerjali kohta käivatele väidetele

Hinnatav tunnus	Keskmine väärtus M	Standardhälve SD
Mäng oli kergesti arusaadav	2,18	0,90
Mäng oli meeldiv	3,45	0,99
Mäng oli liiga lihtne	2,33	1,29
Mäng aitas omandada uusi teadmisi	2,70	1,17
Mäng aitas kinnistada olemasolevaid teadmisi	3,15	1,26
Seda mängu tahaks mängida veel	3,52	1,02

Joonisel 5 on näha õpilase tulemuste muutuse ja õpilase teadmiste omandamise hinnagu vaheline nõrk positiivne korrelatsioon (Pearsoni koefitsient 0,16). Õpilased, kelle sooritus mängu mängimise järel paranes, hindasid veidi kõrgemalt ka uute teadmiste omandamist läbi mängu. Õpilased, kelle sooritus mängu mängimise järel paranes, hindasid veidi kõrgemalt ka uute teadmiste omandamist läbi mängu, kuid leitud seos on väga nõrk.

Joonis 5.

Õpilaste eel- ja järeltesti tulemuste vahe ning selle seos mängu hinnanguga abil teadmiste omandamises



Vabavastuselist tagasisidet andsid vähesed õpilased (N=7). Neli õpilast kirjutasid, et kui oleks rohkem aega selle mängu mängimiseks, siis saaks nad sellest paremini aru ja kaks lisasid sellele, et mäng oleks iseenesest põnev. Üks õpilane tõi välja, et teda huvitasid rohkem kaartidel olev info ning kaartide teoreetiline taust mängujuhiste juures. Üks õpilane tõi välja, et tundides võiks selliseid mängu rohkem mängida. Üks õpilane soovitas teha mängust virtuaalne versioon, et programm arvutaks ise laual olevate kaartide põhjal stsenaariumi ja tagajärjed, mis teeks ka skooripidamise lihtsamaks.

4 Arutelu ja järeldused

Gümnaasiumi riiklikus õppekavas tuuakse välja, et „gümnaasium loob igale õpilasele võimalused tema maksimaalseks arenguks õpilase eelistusi arvestades, loovaks eneseteostuseks, teaduspõhise maailmapildi kinnistumiseks ning emotsionaalse, sotsiaalse ja kõlblise küpsuse saavutamiseks“ (GRÕK §2 lg 1, 2011). Õppimise otstarbeks loodud mängud on õppevahendid, mis aitavad nende eesmärkide saavutamisele. Antud magistritöö peamiseks eesmärgiks oli luua immunoloogiateemaline lauamäng. Lisaks sellele sooviti:

1. Katsetada mängu mõju õpilaste teadmistele;
2. Uurida, kas sooritused sugude lõikes erinevad;
3. Välja selgitada õpilaste hinnang õppemängule.

Lauamängu mõju õpilaste teadmistele oli olemas, kuid selle valiidsus vajab kontrollimist. Eel- ja järeltestis olnud küsimused on küll seotud immuunsüsteemi ja nakatumise vältimisega, kuid kaardimäng keskendus lisaks teistele teemadele kui testis. Lisaks polnud kõik ülesanded sobilikud oma sisu poolest, et kontrollida justnimelt mängu mõju tulemustele. Näiteks ülesanne graafikuga oli küll immunoloogiateemaline, kuid sellel oli väike seotus kaardimängu endaga. Samas oli osadest avatud küsimustega vastustest näha, et õpilased olid saanud uusi spetsiifilisemaid teadmisi immunoloogiast. Osades vastustes kasutati spetsiifilisi rakkude nimesid, nt B-rakk, õiges kontekstis või osati detailsemalt kirjeldada immunoloogilisi protsesse. Testidest ilmnes veel asjaolu, et õpilased ei lugenud hoolikalt ülesannet. Paljud õpilased rääkisid bakteritest, kui küsimus oli viiruste kohta. Lisaks esines ka neid õpilasi, kes proovisid lihtsamalt hakkama saada ning järeltestis ei kirjutanud pikki vasutseid, vaid viitasid tagasi oma eeltestile.

Sugude lõikes ilmnesid mõningad erinevused. Tüdrukute sooritus paranes pärast mängu ning oli parem kui poistel. Poiste eel- ja järeltesti tulemused erinesid statistiliselt ebaolulisel määral. Põhjus võib peituda tüdrukute üldiselt paremates enesejuhtimisoskustes (Martin, 2004). Tüdrukud kipuvad pingutama rohkem kui poisid ning on veidi rohkem motiveeritumad. Poiste järeltestides esines rohkem viitamist eeltestile ning nende järeltestid olid üldiselt napsõnalisemad ning kiiruga täidetud. Tüdrukud võtsid rohkem aega, et keskenduda tööle. Kuna enim muutus tüdrukute tulemus, siis võib järeldada, et terve valimi tulemuste keskmist mõjutaski tüdrukute parem sooritus.

Õpilaste tagasisidest saab järeldada, et mängu kallal on vaja veel teha rohkelt tööd. Mäng oli õpilastele liiga keeruline ja vajab rohkem aega sellega tutvumiseks. Põhjus võib peituda rohketes nüanssides, aga ei saa välistada ka vähest aega, mida sai mängu mängimiseks tunnis kasutada. Seda tõid välja ka osad õpilased. Varasemad uuringud toetavad leidu, et kaardimängud võivad nõuda rohkem aega mõistmiseks ning läbi mängimiseks (Reese & Wells, 2007). Teadmiste omandamise ja kinnistamise osas õpilased ise suurt muutust ei täheldanud ning olid üsna neutraalsel seisukohal. Statistiline analüüs näitas nõrka positiivset seost antud hinnangu ja testitulemuste muutuse vahel. Testidest tuli välja, et avatud küsimustega vastuste tulemused sisaldasid just mängust kaasatunud teadmisi. Seega mängul oli arvatavasti mõju teadmistele ning õpilased mõningal määral tajusid seda ka ise, kuid kindlamate tulemuste saamiseks peaks uuringut kordama kohandades nii teste kui ka kasutades suuremat valimit. Klassis oli mängu mängimise ajal positiivne meeleolu ning oli kuulda rühmasiseseid arutelusid. See toetab varasemaid leide, et õppemängud aitavad arendada erinevaid oskusi (Gutierrez, 2014; Koivisto & Malik, 2021; Sal-de-Rellán *et al.*, 2025). Mängu lihtustamiseks võiks täiustada muutuva kaarte ja nende omadusi ja efekti mängus. Nii mängu välja arendamise ajal kui ka klassis katsetades oli see üks raskemini mõistetav osa mängust. Vaatamata sellele olid õpilased enam-vähem valmis mängu uuesti proovima, mis mõningal määral haakub varasemate leidudega suuremast huvist mängulise õppe vastu (Cheng *et al.*, 2014; Xu *et al.*, 2025; Zubair *et al.*, 2024).

5 Kokkuvõte

Magistritöö eesmärgiks oli koostada immunoloogiateemaline õppemäng, mida saaks kasutada gümnaasiumi bioloogia tundides, hinnata selle mõju õpilaste teadmistele ja saada tagasisidet mängule. Töö käigus loodi õppemäng „Tervisetaktika“, mille sisu põhineb immuunsüsteemi toimimisel ning mis kasutab mitut tüüpi kaarte - rakukaardid, ohukaardid ja muutuja kaardid -, et simuleerida immuunvastuse protsesse.

Mängu mõju hindamiseks viidi läbi kvantitatiivne uuring ühe Tartu kooli gümnaasiumiklassis, kus osales 33 õpilast. Õpilaste teadmisi mõõdeti eel- ja järeltestide abil ning lisaks koguti hinnanguid mängu kohta. Testi tulemused näitasid keskmiselt positiivset muutust teadmiste tasemes pärast mängu mängimist. Statistiliselt olulisi erinevusi ilmnas mitmes testiküsimuses, eriti graafiku tõlgendamise ja haiguste ennetamise osas. Soolise jaotuse põhjal ilmnas, et tüdrukute tulemused paranesid märgatavalt rohkem kui poistel, mis võib viidata erinevustele õppimismotivatsioonis, keskendumisvõimes või testile pühendumise tasemes.

Õpilased hindasid mängu mõõdukalt meeldivaks ja olid üldiselt valmis seda tulevikus uuesti mängima. Samas toodi esile mitmeid parenduskohti, eriti mängu reeglistiku ning selle mängimisele kasutatava aja osas. Paluti ka üks idee mängu edasiarendamiseks. Üks õpilane arvas, et mängumehhanismid oleksid lihtsamad, kui mäng oleks digitaalsel kujul. Mäng aitab mõningal määral kinnistada olemasolevaid teadmisi ning suurendas osaliselt huvi teema vastu.

Töö tulemused viitavad sellele, et õppemängudel on potentsiaal olla tõhusaks vahendiks keerukate bioloogiliste kontseptsioonide õpetamisel. Samas on oluline pöörata tähelepanu mängude kasutusmugavusele ja õpilaste valmisolekule mängumehhanika omandamiseks. Edasiste arenduste käigus võiks keskenduda mängu lihtsustamisele, juhendmaterjalide täiendamisele ja digitaalse versiooni loomisele.

Kasutatud kirjandus

- Ahmad, M. (2019). Categorizing Game Design Elements into Educational Game Design Fundamentals. In *Game Design and Intelligent Interaction*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.89971>
- Ahmed, S., Aminu, A. & Baraya, A. G. (2023). Impact of Video Game Based Instructional Strategy on Students' Interest and Conceptual Understanding of Senior Secondary School Physics. *Science Research 2023, Volume 11, Page 13, 11(2)*, 13–17. <https://doi.org/10.11648/J.SR.20231102.11>
- Almeida, C., Kalinowski, M., Uchôa, A. & Feijó, B. (2023). Negative effects of gamification in education software: Systematic mapping and practitioner perceptions. *Information and Software Technology, 156*. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.107142>
- Balart, P. & Oosterveen, M. (2019). Females show more sustained performance during test-taking than males. *Nature Communications, 10(1)*, 1–11. <https://doi.org/10.1038/S41467-019-11691-Y>
- Cheng, M.-T., Su, T., Huang, W.-Y. & Chen, J.-H. (2014). An educational game for learning human immunology: What do students learn and how do they perceive? *British Journal of Educational Technology, 45(5)*, 820–833. <https://doi.org/10.1111/bjet.12098>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification.” *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, MindTrek 2011*, 9–15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Dong, T., Zhi, L., Bhayana, B. & Wu, M. X. (2016). Cortisol-induced immune suppression by a blockade of lymphocyte egress in traumatic brain injury. *Journal of Neuroinflammation, 13(1)*, 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12974-016-0663-y>
- Flores-Gallegos, R. & Mayer, R. E. (2022). Learning Cognitive Skills by Playing Video Games at Home: Testing the Specific Transfer of General Skills Theory. *Journal of Cognitive Enhancement, 6(4)*, 485–495. <https://doi.org/10.1007/s41465-022-00253-8>
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment, 1(1)*, 20–20. <https://doi.org/10.1145/950566.950595>

- Gudadappanavar, A., Benni, J. & Javali, S. (2021). Effectiveness of the game-based learning over traditional teaching-learning strategy to instruct pharmacology for Phase II medical students. *Journal of Education and Health Promotion*, 10(1). https://doi.org/10.4103/JEHP.JEHP_624_20,
- Gümnaasiumi riiklik õppekava*. (2011). Riigi Teataja I, 21.
- Gutierrez, A. F. (2014). Development and effectiveness of an educational card game as supplementary material in understanding selected topics in biology. *CBE Life Sciences Education*, 13(1), 76–82. <https://doi.org/10.1187/CBE.13-05-0093>,
- Hansen, C. B. S. & Bjørner, T. (2010). Designing an Educational Game: Design Principles from a Holistic Perspective. *International Journal of Learning*, 17(10), 279–290. <http://ijl.cgpublisher.com/product/pub.30/prod.2964>
- Hartmann, T. & Klimmt, C. (2006). Gender and Computer Games: Exploring Females' Dislikes. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 11(4), 910–931. <https://doi.org/10.1111/J.1083-6101.2006.00301.X>
- Hébert, C., Jenson, J. & Terzopoulos, T. (2021). "Access to technology is the major challenge": Teacher perspectives on barriers to DGBL in K-12 classrooms. *E-Learning and Digital Media*, 18(3), 307–324. <https://doi.org/10.1177/2042753021995315>
- Jiang, F. & Shanguan, D. (2022). Researching and designing educational games on the basis of “self-regulated learning theory.” *Frontiers in Psychology*, 13, 996403. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.996403>
- Kalpourtzis, G. (2018). Educational Game Design Fundamentals : A Journey to Creating Intrinsically Motivating Learning Experiences. *Educational Game Design Fundamentals*. <https://doi.org/10.1201/9781315208794>
- 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/CEDETECH/9608>
- Kiili, K., De Freitas, S., 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>

Koivisto, J. & Malik, A. (2021). Gamification for Older Adults: A Systematic Literature Review. *The Gerontologist*, 61(7), e360–e372.
<https://doi.org/10.1093/GERONT/GNAA047>

Kordaki, M. & Gousiou, A. (2017). Digital card games in education: A ten year systematic review. *Computers & Education*, 109, 122–161.
<https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2017.02.011>

Laine, T. H. & Lindberg, R. S. N. (2020). Designing Engaging Games for Education: A Systematic Literature Review on Game Motivators and Design Principles. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(4), 804–821.
<https://doi.org/10.1109/TLT.2020.3018503>,

Lin, C. Y., Lin, H. H., Ting, K. C., Shen, C. C., Lo, C. C., Hung, H. C. & Tsai, L. J. (2023). A Study on the Influence of Recreational Activities Intervening in Natural Science Courses on Learning Motivation and Learning Outcomes—The Case of Tabletop Games. *Sustainability* 2023, Vol. 15, Page 2509, 15(3), 2509.
<https://doi.org/10.3390/SU15032509>

Lu, Y., Zhang, X. & Zhou, X. (2023). Assessing gender difference in mathematics achievement. *School Psychology International*, 44(5), 553–567.
https://doi.org/10.1177/01430343221149689/SUPPL_FILE/SJ-DOCX-1-SPI-10.1177_01430343221149689.DOCX

Maratou, V., Ennami, F., Luz, F., Abdullahi, Y., Medeišienė, R. A., Ščiukauskė, I., Chaliampalias, R., Kameas, A. D., Sousa, C. & Rye, S. (2023). Game-based Learning in Higher Education Using Analogue Games. *International Journal of Film and Media Arts*, 8(1), 68–83. <https://doi.org/10.24140/IJFMA.V8.N1.04>

Martin, A. J. (2004). School motivation of boys and girls: Differences of degree, differences of kind, or both? *Australian Journal of Psychology*, 56(3), 133–146.
<https://doi.org/10.1080/00049530412331283363>

Mixter, P. F., Kleinschmit, A. J., Lal, A., Vanniasinkam, T., Condry, D. L. J., Taylor, R. T., Justement, L. B. & Pandey, S. (2023). Immune Literacy: a Call to Action for a System-

- Level Change. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 24(1), e00203-22. <https://doi.org/10.1128/JMBE.00203-22>
- Miyamoto, A., Gauly, B. & Zabal, A. (2024). Gender differences in literacy in PIAAC: do assessment features matter? *Large-Scale Assessments in Education*, 12(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40536-024-00208-9>
- Nguyen, H. A., Hou, X., Richey, J. E. & McLaren, B. M. (2022). The Impact of Gender in Learning With Games: A Consistent Effect in a Math Learning Game. *Https://Services.Igi-Global.Com/Resolvedoi/Resolve.aspx?Doi=10.4018/IJGBL.309128*, 12(1), 1–29. <https://doi.org/10.4018/IJGBL.309128>
- Ochoa, S., Bergerson, J., Constantine, G. & Khoury, P. (2023). Implementation of a problem-based, gamified immunology curriculum increased engagement and comprehension in Allergy-Immunology fellows-in-training. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 151(2), AB101. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2022.12.323>
- OpenAI. (2025). Immune system danger card ideas [suur keelemudel, GPT-4.5]. ChatGPT. <https://chat.openai.com/>
- Palha, S., Bouwer, A., Webb, K., van Smaalen, D. & Agterberg, D. (2024). Game-based Pedagogy in Teacher Training: Results of a Pilot Course. *European Conference on Games Based Learning*, 18(1), 677–684. <https://doi.org/10.34190/ECGBL.18.1.2698>
- Rastegarpour, H. & Marashi, P. (2012). The effect of card games and computer games on learning of chemistry concepts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 597–601. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2011.12.111>
- Reese, C. & Wells, T. (2007). Teaching academic discussion skills with a card game. *Simulation and Gaming*, 38(4), 546–555. <https://doi.org/10.1177/1046878107308063>
- Sal-de-Rellán, A., Hernández-Suárez, Á. & Hernaiz-Sánchez, A. (2025). Gamification and motivation in adolescents. Systematic review from Physical Education. *Frontiers in Psychology*, 16, 1575104. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1575104>
- Su, T. F., Cheng, M. T. & Lin, S. H. (2014). Investigating the effectiveness of an educational card game for learning how human immunology is regulated. *CBE Life Sciences*

Education, 13(3), 504–515. <https://doi.org/10.1187/CBE.13-10-0197>,

Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G. & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296. <https://doi.org/10.1023/A:1022193728205>

Tsai, F. H. (2017). An Investigation of Gender Differences in a Game-based Learning Environment with Different Game Modes. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3209–3226. <https://doi.org/10.12973/EURASIA.2017.00713A>

Uibo, R., Kisand, K., Peterson, P. & Reimand, K. (2015). *Immunologia* (L. Jaago (Ed.)). Tartu Ülikooli Kirjastus.

van Gaalen, A. E. J., Brouwer, J., Schönrock-Adema, J., Bouwkamp-Timmer, T., Jaarsma, A. D. C. & Georgiadis, J. R. (2020). Gamification of health professions education: a systematic review. *Advances in Health Sciences Education*, 26(2), 683. <https://doi.org/10.1007/S10459-020-10000-3>

Viggiano, A., Viggiano, E., Di Costanzo, A., Viggiano, A., Andreozzi, E., Romano, V., Rianna, I., Vicidomini, C., Gargano, G., Incarnato, L., Fevola, C., Volta, P., Tolomeo, C., Scianni, G., Santangelo, C., Battista, R., Monda, M., Viggiano, A., De Luca, B. & Amaro, S. (2015). Kaledo, a board game for nutrition education of children and adolescents at school: cluster randomized controlled trial of healthy lifestyle promotion. *European Journal of Pediatrics*, 174(2), 217–228. <https://doi.org/10.1007/S00431-014-2381-8>

Vosniadou, S. (2020). Students' Misconceptions and Science Education. *Oxford Research Encyclopedia of Education*. <https://doi.org/10.1093/ACREFORE/9780190264093.013.965>

Wang, L. H., Chen, B., Hwang, G. J., Guan, J. Q. & Wang, Y. Q. (2022). Effects of digital game-based STEM education on students' learning achievement: a meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00344-0>

Xu, J. J., Sun, X. F., Liu, Y. N., Zhang, S. Y. & Zhou, Q. (2025). Effects of Game-Based

Learning on Students' Motivation in Chemistry: A Meta-analysis. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/doi/10.1021/acs.jchemed.4c01304>

Zainuddin, Z., Shujahat, M., Haruna, H. & Chu, S. K. W. (2020). The role of gamified e-quizzes on student learning and engagement: An interactive gamification solution for a formative assessment system. *Computers & Education*, 145, 103729. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2019.103729>

Zubair, M. U. ;, Khan, M. A. ;, Hassan, M. U. ;, Ahmed, K. ;, Aziz, T., Zubair, M. U., Abbas Khan, M., Hassan, M. U., Ahmed, K. & Aziz, T. (2024). Enhancing Student Active Engagement in Class through Game-Based Learning: A Case of Civil Engineering Education. *Sustainability* 2024, Vol. 16, Page 6010, 16(14), 6010. <https://doi.org/10.3390/SU16146010>

Summary

The aim of this work was to develop and evaluate an immunology-themed educational card game, designed for high school biology students. As a result, a card game titled „Tervisetaktika“ (Health Tactics) was created. The study aimed to explore the effectiveness of game-based learning as a method to improve students' understanding of complex immunological concepts and assess the impact of the game on students' knowledge acquisition and attitudes toward the learning material.

Educational games are particularly effective in subjects involving abstract and difficult-to-visualize concepts – which are plentiful in natural sciences – where traditional teaching methods may fall short. Prior research supports the notion that games can facilitate deeper understanding by allowing students to explore concepts through experiential and interactive formats. Card games, in particular, have been found to enhance critical thinking, support fact retention, and provide opportunities for social learning.

The game was developed with these theoretical considerations in mind. It consists of three types of cards: immune cell cards (representing B-cells, T-cells, and neutrophils), threat cards (depicting pathogens or harmful conditions), and modifier cards (introducing lifestyle factors or environmental variables). Players respond to threats using appropriate immune cells, simulating the human immune response. The mechanics of the game were simplified to fit the cognitive level of high school students while remaining grounded in real immunological principles.

The research was conducted with 33 students from an 11th grade in one school in Tartu, Estonia. A pre-test/post-test design was used to assess changes in students' knowledge after playing the game. Additionally, students completed a feedback questionnaire that evaluated the clarity, enjoyment, and perceived educational value of the game.

The results indicated a measurable improvement in students' test scores after playing the game. The average score increased from 67.7% in the pre-test to 73.8% in the post-test, with the difference being statistically significant ($p < 0.001$). Gender-specific analysis revealed that girls experienced a greater improvement in test scores than boys, suggesting possible differences in engagement or learning preferences.

Feedback on the game was mixed but leaning positive in some aspects. Students appreciated the innovative and interactive format, and several expressed a desire to play it again. However, many students noted that the rules were complex and difficult to grasp within the limited time available during the class session. Suggestions for improvement included creating a digital version of the game, simplifying the mechanics, and allowing more time for familiarization and gameplay.

The study concludes that while the card game *Tervisetaktika* has potential as an effective educational tool for teaching immunology, its implementation requires thoughtful integration into the classroom setting. Teachers must allocate adequate time for instructions and gameplay, and consider scaffolding support to help students understand the rules and context of the game. The game's design could benefit from iterative improvements, including clearer instructions and potentially a digital adaptation to streamline gameplay and point tracking.

In summary, this research supports the use of game-based learning to enhance the teaching of complex scientific topics like immunology. The findings suggest that educational games, when well-designed and appropriately implemented, can enrich the learning experience, increase student engagement, and support meaningful knowledge gains. Further research and development are recommended to refine the game and explore its long-term impact on learning outcomes and student attitudes.

Lisad

Lisa 1. Mängu detailne kirjeldus

TERVISETAKTIKA

Tervisetaktika on mäng, mille eesmärgiks on võimalikult edukalt võidelda haigustekitajatega, arvestades sama-aegselt erinevate üllatustega, mida elu ette toob. Pane proovile, kui hästi suudad toime tulla pikaajase stressi mõjudega ning vaata, kuidas mõjutab ilus ilm sinu vastupanuvõimet haigustele.

MÄNGU ALUSTAMINE

Igal mängijal on mängu alguses 3 rakukaarti ja 3 punkti.

Rakukaardid (90 tk) – kaardid, mis käiakse ohu neutraliseerimiseks. Mängija käes.

Ohukaart (12 tk) – oht tervisele, millele mängija peab vastama rakukaarte kasutades. Asetatakse lauale teistele nähtavale kohale.

Muutuja kaart (60 tk) – tegur, mis mõjutab sellel ja mõnikord ka järgnevatel käigukordadel immuunsüsteemi tööd ja vastupanuvõimet. Muutja kaart võib olla positiivne (anda punkte, neutraliseerida ohukaarte) või negatiivne (võtab punkte maha, ei lase käia rakukaarti). Asetatakse lauale teistele nähtavale kohale.

MÄNGU KÄIK

Mängu saab mängida mitmel viisil

1. Variant – individuaalne muutuja

Lauale tõmmatakse ohukaart.

Seejärel tõmbab iga mängija endale lauale muutuja kaardi.

Mängija peab käest maha käima ohukaarti neutraliseeriva(d) rakukaardi(d).

Kui mängija neutraliseerib ohukaardi edukalt, siis punkte ei kaotata.

Arvutatakse muutuja antud/võetud punktid. Kui muutuja kaart kehtib mitu korda, siis jääb see lauale vastavaks kordade arvuks.

Võetakse juurde 1 rakukaart pakist.

2. Variant – ühised ohud ja muutujad

Ohukaart ja muutujakaart kehtivad kõikidele mängijatele ühiselt. Iga mängija reageerib nendele oma käes olevate kaartidega.

MÄNGU LÕPP

Mängu saab lõpetada mitmel viisil.

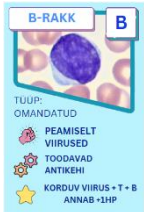
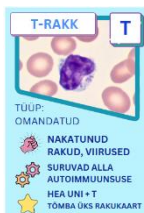
1. Variant


Mäng lõppeb, kui vähemalt 3 mängijat on saanud 0 punkti




2. Variant




Mäng lõppeb, kui vähemalt üks mängija ületab 7 punkti.


KAARDID

RAKUKAARDID	Mille vastu	Ülesanne/oskus	Eriomadus mängus
B-rakk  A small blue card with a white border. At the top left, it says 'B-RAKK' and at the top right, 'B'. Below this is a stylized illustration of a cell with a purple nucleus. Underneath the illustration, there is text in Estonian: 'TUUP: OMANDATUD', 'PEAMISELT VIIRUSED TOODAVAD ANTIKEHI', and 'KORDUV VIIRUS + T + B ANNAB +1HP'.	Reageerib peamiselt viirushaigustele.	Toodab antikehi, mistõttu on eriti efektiivne koostoimes vaktsiiniga või korduva nakkushaiguse puhul. Omab ka mõningat rolli keha enda rakkude ära tundmises ja nende vastu antikehade tootmise takistamises. Osad B-rakud suudavad haigustekitajale iseloomulikke tunnuseid meelde jätta ning järgmise nakatumise puhul reageerivad nad kiiremini ja tugevamini.	Korduva viiruse ilmnmisel annab +1 punkt juurde, kui lauale käiakse lisaks veel T-rakk.
T-rakk  A small blue card with a white border. At the top left, it says 'T-RAKK' and at the top right, 'T'. Below this is a stylized illustration of a cell with a purple nucleus. Underneath the illustration, there is text in Estonian: 'TUUP: OMANDATUD', 'NAKATUNUD RAKUD, VIIRUSED SURUVAD ALLA AUTOIMMUUNUSE', and 'HEA UNI + T TÕMBAB ÜKS RAKUKAART LISAKS'.	Reageerib peamiselt viirustele ja nakatunud rakkudele.	Omab suurt rolli tervete rakkude ära tundmises. Tunneb ära terved keharakud ja väldib nende hävitamist ning saadab sarnase signaali teistele immuunrakkudele.	Kui on mängitud T-rakk ja muutuja kaardiks satub „HEA UNI“, on mängijal õigus tõmmata üks rakukaart lisaks.



<p>Neutrofiil</p> 	<p>Reageerib peamiselt seentele ja bakteritele.</p>	<p>Reageerib esimesena haigustekitajatele, käivitades fagotsütoosi. Valesti funktsioneerides võib reageerida ka keha enda rakkudele.</p>	<p>Alati neutraliseerib ohud, mis on tingitud nahavigastustest.</p>
---	---	--	---

OHUKAARDID	Punktikaotus	Kirjeldus	Neutraliseerijad
<p>Eksamistress</p> 	<p>-1</p>	<p>Äge stress tõstab kortisooli taset, mis langetab T-rakkude aktiivsust. See aga omakorda vähendab organismi vastupanuvõimet haigustekitajatele, eriti viirustele. Piisav puhkus aitab langetada kortisooli taset.</p>	<p>1) T-rakk 2) Magus uni</p>
<p>Gripp klassis</p> 	<p>-2 -1, kui mängitakse kuni 1 neutrofiil</p>	<p>Gripp levib piisknakkusena õhu kaudu ning on väga nakkav. Viirusosakestega võitlemiseks peab immuunsüsteem aktiveerima nii T-rakud kui ka B-rakud. Esimesed aitavad tuvastada nakatunud rakke ja tutvustavad viirusosakesi B-rakkudele. B-rakud märgistavad need antikehade abil ja suunavad hävitamisele.</p>	<p>1) T-rakk + B-rakk 2) Vaktsiin + B-rakk 3) T-rakk/B-rakk + neutrofiil (-1 punkt) 4. • Kui laual on vähemalt 2 vaktsiinikaarti, siis on „GRIPP KLASSIS“ automaatselt neutraliseeritud kõigile mängijatele.</p>
<p>Halb toit</p> 	<p>-1</p>	<p>Halvaks läinud toidul alustavad elu erinevad bakterid ja seened, mis võivad organismile kahju teha. Esmased reageerijad on kaasasündinud immuunsüsteemi osad, nagu neutrofiilid, eosinofiilid, basofiilid ja teised.</p>	<p>Neutrofiil</p>

<p>Aevastus</p> 	<p>-1</p>	<p>Hingamisteedest lendunud piisad võivad sisaldada erinevaid haigustekitajaid (nt gripp, külmetusviirused, COVID-19). Kehas reageerivad sellistele osakestele tõhusalt T-rakud ja B-rakud, mis märgistavad haigustekitajaid ja nakatunud rakke ning suunavad nad hävitamisele</p>	<p>1) T-rakk 2) B-rakk</p>
<p>Lõunamaa reis</p> 	<p>-2 -1, kui mängitakse 2 samasugust rakku</p>	<p>Reisimine uutesse piirkondadesse võimaldab organismil kokku puutuda uudsete haigustekitajatega. See aga lisab koormust immuunsüsteemi tööle, sest immuunrakud peavad hakkama saama kehale varem tundmatute patogeenidega ja nende mõjudega. Sageli reageerivad korraga nii kaasasündinud kui ka omandatud immuunsüsteem, et „võõrastega“ võimalikult tõhusalt hakkama saada.</p>	<p>1) Vähemalt 2 erinevat rakku 2) 2 samasugust rakku (-1 punkt)</p>
<p>Haav</p> 	<p>-1</p>	<p>Haav nahal tähendab esmase kaitsebarjääri rikkumist. Sellise vigastuse kaudu pääsevad kehasse eelkõige erinevad bakterid ja seened, millega immuunsüsteem peab võitlema. Kõige kiiremini reageerivad kaasasündinud immuunsüsteemi osad, nt neutrofiilid.</p>	<p>Neutrofiil</p>

MUUTUJA KAART	Mõju punktidele	Kirjeldus	Eriomadus mängus
<p>Vaktsiin</p> 	+1	<p>Vaktsiin tutvustab organismi immuunrakkudele nõrgestatud haigustekitajat või selle osakesi (antigeene). Selle põhjal valmistavad B-rakud antikehad, mis pärishaigestumise korral märgistavad haigustekitajad ja suunavad nad hävitamisele</p>	<p>Kui vähemalt kahel mängijal korraga on „VAKTSIIN“, siis on viirus automaatselt neutraliseeritud kõikidele mängijatele.</p>
<p>Sport</p> 	+1	<p>Mõõdukas treen aitab kaasa immuunrakkude liikumisele kehas ja alandab põletikku.</p>	<p>Soovi korral võib selle ühe käigu jooksul käia 2 rakukaarti. Pakist saab juurde võtta ainult ühe kaardi.</p>
<p>Magus uni</p> 	+1	<p>Pikk ja sügav uni aitab kaasa B- ja T-rakkude funktsioneerimisele. Alandab põletikku kehas ning toetab taastumist stressiolukordadest.</p>	<p>Soovi korral võib selle ühe käigu jooksul käia 2 rakukaarti. Pakist saab juurde võtta ainult ühe kaardi.</p>
<p>Autoimmuunsus</p> 	-1	<p>Immuunrakud hakkavad valesti funktsioneerima, rünnates keharakke, tekitades kahju kudedele ning langetades vastupanuvõimet haigustele.</p>	<p>1) Ei oma mõju, kui käigu ajal ei mängita rakukaarti ohukaardi vastu 2) Kui mängitakse rakukaart ohukaardi vastu, siis mõju säilib, kuni rakukaarti ei kasutata</p>
<p>Allergeen</p>	<p>-1 B-rakuga -1 T-rakuga</p>	<p>T-rakud aktiveerivad B-rakke, mis hakkavad tootma allergeenivastaseid antikehi. See aktiveerib omakorda teisi immuunrakke, mille aktiivsus tekitab tavalised allergianähud, nt nohu ja sügelus.</p>	<p>Peab loovutama ühe rakukaardi lisaks ohukaarti neutraliseerivatele rakukaartidele. Loovutatud kaardi tüüp</p>

			võib mõjutada punkte (vt mõju punktidele).
Vitamiinid 	+1 kaks käiku	Vitamiinid, eriti D ja C, toetavad immuunrakkude tööd.	Mõju kestab kaks käiku järjest, kuna organismil on piisavalt toitaineid, et toetada immuunsüsteemi tööd pikaajakselt.
Kehv uni 	-1	Vähene ja halva kvaliteediga uni langetab immuunrakkude aktiivsust ja takistab immuunsüsteemi tööd reguleerivate ainete tootmist.	Kehv uni mõjutab immuunrakkude aktiivsust. Järgmine kord võib käia ainult ühe rakukaardi, isegi kui ohu neutraliseerimiseks on vaja vähemalt kahte kaarti.
Antibiootikumid 	-1 neutrofiiliga	Antibiootikumide tarvitamine rikub soolestiku mikrofloorat, millel on oluline roll organismi heaolu ja immuunsuse tagamisel. Neutrofiili kasutamisel tekib olukord, kus baktereid, nii kasulikke kui ka kahjulikke, hävitatakse kahe teguri poolt – immuunsüsteem ja antibiootikum, mis mõjub kehale eriti halvasti.	Kaardipakist uut immuunrakku juurde võttes tuleb neutrofiili saades see tagasi pakki panna.
Tervislik toit 	+1	Mitmekülgne ja tasakaalustatud toitumine toetab immuunsüsteemi tööd ning aitab hoida soolestiku mikrobiotat tasakaalus.	Järgmine ohukaart on neutraliseeritud. Ei pea kasutama rakukaarti.

<p>Päikeseline ilm</p> 	<p>+1</p>	<p>Päikeselise ilmaga toimub nahas UV-kiirguse mõjul vitamiin D tootmine, mis toetab immuunrakkude aktiivsust ja alandab põletikku.</p>	<p>Kõik mängijad saavad tõmmata ühe rakukaardi lisaks.</p>
<p>Krooniline stress</p> 	<p>-1</p>	<p>Pikaegne stress hoiab kõrgel kortisooli taset kehas, mis surub alla lümfotsüütide, nt B-raku ja T-raku, tootmist ja aktiivsust ning soodustab põletiku tekkimist kehas. See kõik vähendab organismi vastupanuvõimet haigustele.</p>	<p>Mõju kehtib kaks käiku järjest.</p>

Lisa 2. Eeltest

Küsimustik – keha kaitsemehhanismid

Tere! Olen Irina Guljavina ja teen Tartu Ülikoolis magistritööd teemal “Loodusteadulikkude kirjaoskust kujundava kaardimängu koostamine gümnaasiumiõpilastele bioloogia kontekstis”. Oma töö raames koostasid kaardimängu, mis peaks aitama mõista organismi kaitsemehhanisme ja erinevate keskkonnategurite mõju nendele.

Uurimusliku osa raames soovin testida õpilaste teadmisi ja oskusi enne mängu mängimist ning pärast mängu mängimist. Lisaks soovin tagasisidet koostatud õppevahendile.

Enne mängu mängimist palun täita järgnev küsimustik ja lühike test. Küsimustiku ja testi vastused on anonüümsed. Iga vastaja saab isikliku numbriga, et määrata, kas mängu mängimisel on olnud mõju üksikisiku teadmistele ja oskustele. Uuringus osalemine on vabatahtlik ning osaleja võib loobuda uuringus osalemisest igal hetkel. Mõni aeg pärast uuringut tööd hävitatakse.

Täida osaleja info

Number:

Sugu: poiss tüdruk ei soovi avaldada/muu

Vanus täisaastates:

Järgneb testi osa. Valikvastuste puhul tõmba ring ümber kõige õigemal vastuse tähele.

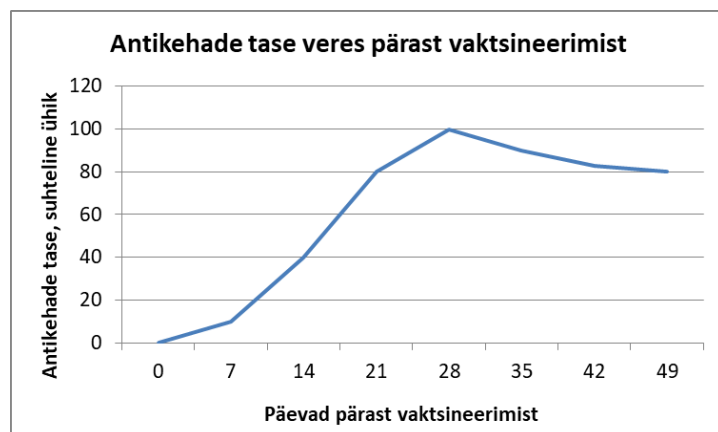
Milline igapäevane harjumus kõige tõenäolisemalt nõrgestab immuunsüsteemi pikaajaliselt?

- A) Tervislik toitumine
- B) Pidev unepuudus
- C) Stressirohke eksamiperiood
- D) Kaks korda valesti antibiootikumi tableti tarvitamine

Vaata graafikut: antikehade tase ajas pärast esmast vaktsineerimist.

Mis järelduse saab teha keha reaktsioonist vaktsiinile? (1p)

- A) Antikehade tase langeb mõni aeg pärast vaktsineerimist tagasi nulli
- B) Antikehade tase saavutab tipu ja siis stabiliseerub
- C) Vaktsineerimine aitab organismil haigustekitajaga toime tulla
- D) Antikehade tase ei muutu ajas



Mai käis metsas jalutamas ja leidis paar päeva pärast jalutuskäiku oma kehalt sisse imenud puugi. Mai mõtles ja läks paari päeva pärast igaks juhuks puukentsefaliidi vastu vaktsineerima. Mõne päeva pärast jäi Mai haigeks ja süüdistas selles vaktsiini.

Kas Mail on õigust vaktsiini peale pahane olla? Miks? (4p)

.....

.....

.....

.....

.....

Milline tegevus aitab kõige tõhusamalt vähendada aerosoolide levikut viirushaige inimesega suheldes siseruumis? (1p)

- A) Hea ventilatsioon
- B) Käega suu katmine
- C) Maski kandmine
- D) Üksteisega valjemalt rääkimine, et distants poleks nii oluline

Kirjelda lihtsas keeles, kuidas vaktsiin õpetab immuunsüsteemi ilma viirushaigust põhjustamata. (4p)

.....

.....

.....

.....

Klassis levib viirushaigus. Millised isiklikud ja ühiskondlikud ennetusmeetmed aitavad nakkuse levikut piirata? Too vähemalt kolm ja põhjenda igaüht. (6p)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Lisa 3. Järeltest

Järeltest

Number:

Järgneb testi osa. Valikvastuste puhul tõmba ring ümber kõige õigema vastuse tähele.

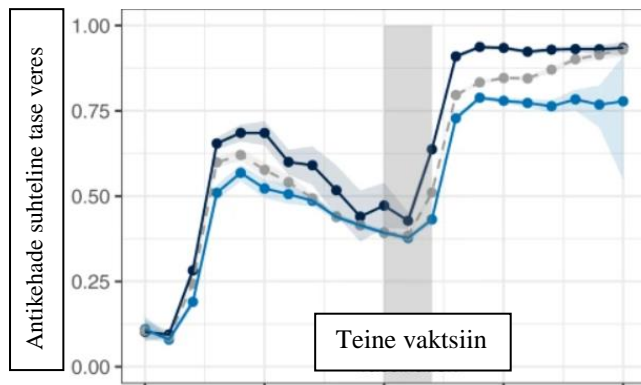
Milline järgmistest teguritest mõjutab immuunsüsteemi negatiivselt just pikaajaliselt ja vähendab keha vastupanuvõimet? (1p)

- A) Ebaregulaarne uni ja pidev psühholoogiline stress
- B) Üks kord külma ilmaga õhukeste riietega väljas viibimine
- C) Terve päev toas seisnud vürtsika toidu söömine
- D) Paar päeva järsku füüsilist pingutust järjest

Vaata graafikut, mis näitab antikehade taset pärast korduvat vaktsineerimist.

Mida see näitab immuunsüsteemi töö kohta? (1p)

- A) Iga järgmine vaktsiin tõstab antikehade taset kõrgemale
- B) Vaktsiin ei mõjuta antikehade taset
- C) Antikehade tase tõuseb ainult esimesel korral
- D) Keha lõpetab antikehade tootmise pärast esimest vaktsiini



Mait ja Mari tegid koos gripivaktsiini, kuid vaatamata sellele haigestusid nad grippi. Haiguse põdesid õnneks kergelt läbi. Järgmine aasta otsustas Mari gripivaktsiini enam mitte süstida, sest eelmine kord jäi ikkagi haigeks. Mait otsustas, et teeb vaktsiini ikkagi ära.

Kas ka sel aastal võivad mõlemad haigestuda? Miks? (4p)

.....

.....

.....

.....

.....

Milline tegur vähendab kõige rohkem viiruseosakeste kogunemist õhus suletud ruumis? (1p)

- A) Ruumis kõvasti rääkimine
- B) Õhupuhasti kasutamine ja ruumi sage tuulutamine
- C) Inimeste tihedalt koos istumine

D) Soe ja kuiv siseõhk

Kirjelda lihtsas keeles, kuidas vaktsiin õpetab keha end viiruste vastu kaitsma, ilma et inimene haigeks jääks. (4p)

.....

.....

.....

.....

Too vähemalt kolm erinevat meetet, mis aitavad ennetada viirushaiguse levikut klassis. Selgita igat meetet paari lausega. (6p)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Palun jäta tagasiside mängule.

Millisel määral nõustud järgnevate väidetega. 1 – ei nõustu üldse, 3 – nii ja naa, 5 nõustun täielikult. Tõmba ring ümber sobivale.

Mäng oli kergesti arusaadav.	1	2	3	4	5
Mäng oli meeldiv.	1	2	3	4	5
Mäng oli liiga lihtne.	1	2	3	4	5
Mäng aitas omandada uusi teadmisi.	1	2	3	4	5
Mäng aitas kinnistada olemasolevaid teadmisi.	1	2	3	4	5
Seda mängu tahaks mängida veel.	1	2	3	4	5

Kommentaariid/Soovitused:

Täna

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Irina Guljavina,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Immunoloogia teemalise mängu koostamine ja selle mõju hindamine“, mille juhendaja on Inga Ploomipuu 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.

Irina Guljavina

25.05.2025