

**Tartu Ülikool**  
**Loodus- ja täppisteaduste valdkond**  
**Füüsika instituut**  
**Koolifüüsika keskus**

**Kadri Soome**

**Eesti üldhariduskoolide loodusainete õpetajate ajendid ja  
põhjused arvutisimulatsioonide valimiseks õppetöösse**

**Magistritöö (30EAP)**

Gümnaasiumi loodusteaduste õpetaja (füüsikaõpetaja)

**Juhendaja: Kaido Reivelt, PhD**

**Kaasjuhendaja: Svetlana Ganina, PhD**

**TARTU**

**2016**

## **Infoleht**

„Eesti üldhariduskoolide loodusainete õpetajate põhjused arvutisimulatsioonide otsimiseks ja valimiseks õppetöösse“

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks on uurida, millised on põhjused, mis ajendavad Eesti üldhariduskoolide loodusainete õpetajaid arvutisimulatsioone otsima ning milliste kriteeriumite alusel nad sobivad arvutisimulatsioonid välja valivad. Analüüsiks vajalikud andmed koguti sajalt füüsika-, keemia-, bioloogia-, geograafia- ja loodusõpetuse õpetajalt. Uurimistöö tulemustest selgus, et arvutisimulatsioonide otsimise põhjusteks on valdavalt õppemetoodikate mitmekesistamine, eesmärk tõsta õpimotivatsiooni ja ainet tulemuslikumalt selgitada. Selgus ka, et Eesti üldhariduskoolide loodusainetes kasutatakse arvutisimulatsioone pigem näitlikustava vahendina loengu tüüpi tundides, praktikumides ja iseseisva töö abivahendina ning õpetajad väärtustavad arvutisimulatsioonide rolli loodusainete õpetamisel kõrgelt. Arvutisimulatsioone hinnates on õpetajad kriitilised, kasutamiseks sobivad simulatsioonid valitakse välja ise ja pigem isiklike eelistuste põhjal, mitte hindamismudelitele toetudes.

Võtmesõnad: IKT hariduses, hariduslikud arvutisimulatsioonid, loodusharidus, õpetajakoolitus, üldharidus.

CERCS: S272, „Õpetajakoolitus“

## **Abstract**

The reasons for the teachers of natural science in Estonia to search and choose computer simulations for teaching

The purpose of this research is to investigate the reasons that motivate the teachers of natural science in Estonian general education schools to search for computer simulations for their work, and the criteria for choosing the most adequate simulations. The data for the analysis was collected from one hundred teachers of physics, chemistry, biology, geography, and natural science. In accordance with the results of the research, in Estonian schools, computer simulations are mostly used as illustrative means in lecture-type lessons, practical training, and for students working independently; thus, teachers highly appreciate the role of computer

simulations in teaching natural science subjects. The reasons for finding different computer simulations are mostly diversification of learning methods, increasing learning motivation, and explaining the subject more effectively. While assessing computer simulations, the teachers are critical, and the most suitable simulations are chosen according to personal preference rather than evaluation models.

Keywords: ICT in education, educational computer simulations, science education, teachers' education, secondary education.

CERCS: S272, „Teacher Education“

## Sisukord

Infoleht .....	2
Sissejuhatus .....	5
1. Kirjanduse ülevaade.....	8
1.1. E-õppematerjalide kasutamise vajadus .....	8
1.2. E-õppematerjalide hindamisest .....	10
1.3. Arvutisimulatsioonide olemus.....	11
1.4. Arvutisimulatsioonide roll õppimise ja õpetamise toetamisel .....	12
2. Metoodika .....	16
2.1. Ülevaade uuringu disainist .....	16
2.2. Valim .....	16
2.3. Uurimisinstrument.....	19
2.4. Usaldusväarsus ja põhjendatus .....	20
2.5. Andmenalüüs .....	21
3. Tulemused ja analüüs.....	22
1.1. Millised on põhjused, mis ajendavad Eesti üldhariduskoolide õpetajaid arvutisimulatsioone otsima?.....	22
1.2. Mille põhjal Eesti üldhariduskoolide õpetajad hindavad arvutisimulatsioonide kasutuskõlblikkust õppetöös?.....	28
4. Arutelu ja järeldused .....	34
Kokkuvõte .....	37
Kasutatud kirjanduse loetelu .....	39
Summary .....	45
LISAD .....	47

## Sissejuhatus

Henn Voolaid kirjutab õppeaine „Füüsika kui loodusteadus“ konspektis, et nüüdisühiskonnale piisab vähestest füüsikutest, aga on tarvis palju loodusteaduslikult taiplikke inimesi (Voolaid, 2016). Miia Rannikmäe toob oma artiklis (2011) välja, et loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse kujundamine on rahvusvaheliselt üldaktsepteeritud loodusteaduste õpetamise eesmärk. Gümnaasiumi riiklikus õppekavas öeldakse, et loodusteaduslik pädevus väljendub loodusteaduste- ja tehnoloogiaalases kirjaoskuses, mis hõlmab oskust vaadelda, mõista ja selgitada loodus-, tehis- ja sotsiaalses keskkonnas toimuvaid nähtusi, analüüsida keskkonda kui terviksüsteemi, märgata selles esinevaid probleeme, teha põhjendatud otsuseid neid lahendades järgides loodusteaduslikku meetodit. Seejuures tuleks kasutada teadmisi bioloogilistest, füüsikalise-keemilistest ja tehnoloogilistest süsteemidest, väärtustada loodusteadusi kui kultuuri osa, jätkusuutlikku ja vastutustundlikku eluviisi ning loodusressursside säästvat kasutamist (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2011).

Õpetajate hinnangute ja eksamitulemuste põhjal võib väita, et protsesside mõistmine on õpilastele keeruline. Õpilased teavad küll ühes või teises protsessis osalevaid objekte ja nende omadusi, kuid ei suuda neid omavahel seostada ning omandada terviklikku arusaamist. Tavaelus nähtamatute objektide ja protsesside ning omavaheliste põhjuslike seoste selgitamisel tuleb õpetajale appi visualiseerimine. (Villako, Adojaan, Sarapuu, 2009)

Uue õppekava loodusainete eeldatavate õpitulemuste saavutamisel on esikohal mudelite ja simulatsioonide rakendamine (Piksoot, Sarapuu 2010). Looduslike protsesside selgitamiseks ja visualiseerimiseks ning loodusainetes õpetatavate mõistete ja teooriate igapäevaeluga paremaks seostamiseks on heaks abivahendiks õpitarkvara. Interaktiivsed õpiprogrammid võimaldavad läbi viia virtuaalseid eksperimente olukordades, kus kool ei suuda luua vastavat reaalselt õpikeskkonda. Üheks võimaluseks on dünaamilised arvutipõhised mudelid, mis toovad keerulised, tavaelus raskesti ettekujutatavad protsessid ja nähtused tajupiiridesse tegelike seoste skemaatiliste esituste, mõõtmete suurendamise või vähendamise ning toimumise kiiruse muutmisega. (Adojaan, Villako, 2005)

Nirk tõi oma uurimistöös (2014) välja, et füüsikaõpetajate hoiakud on arvutisimulatsioonide erinevate rakendusvaldkondade suhtes üldiselt positiivsed. Piksoot ja Sarapuu toovad oma artiklis (2010) välja, et simulatsioonid kuuluvad Eestis enimkasutatavate õpitarkvarade hulka.

Tiigrihüppe SA 2012 aasta uuringu kohaselt olid arvutisimulatsioonid peamiste keemia ja füüsika õpetajate poolt kasutatavate info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) vahendite hulgas. Viimati mainitud uuringus toodi ka välja, et enamasti kasutavad õpetajad e-õppematerjalide otsimiseks Google otsingumootorit (materjale võetakse kõige rohkem võõrkeelsetest portaalidest) või on juba igal endal kujunenud kindlad portaalid/leheküljed, millelt nad materjali leiavad.

Internet võimaldab ligipääsu suurele hulgale erinevatele e-õppematerjalidele, nii kodu- kui välismaistele. Laanpere märgib HITSA 2015. a uuringu kokkuvõttes, et digitaalse õppevara ehk e-õppevara tüübid ja neile kehtivad nõuded on aga tänaste hariduskorralduslike aktidega Eestis reguleerimata. Alles loomisel on ka digitaalse õppevara kvaliteedipõhimõtete käsiraamat ning puudub pikaajaline ja jätkusuutlik meetmete süsteem digitaalse õppevara loomiseks ja kvaliteedikindlustuseks.

OECD 2015. a aruandes tuuakse välja, et tehnoloogia mõju haridustulemustele jääb oodatust allapoole, kuna võib-olla hinnati üle nii õpetajate kui õpilaste digitaalset kirjaoskust, hariduspoliitika on olnud valesti kujundatud ja täide viidud, pedagoogika olemust mõistetakse halvasti või on hariduslik tarkvara kehva kvaliteediga. Tulemuste põhjal oletatakse, et õpilaste, arvutite ja õppimise vahelised suhted pole ei lihtsad ega üheselt mõistetavad ja toimivad ning IKT tõeline võimalik panus õpetamisse ja õppimisse tuleb veel välja uurida ja ära kasutada.

Olukorras, kus ühiskond liigub üha rohkem digitaliseerituse poole ja erineva arvutitarkvara kasutamine on igapäevaelus muutunud täiesti loomulikuks ja nähtamatuks tegevuseks, on vaja uurida, kuidas õpetajad sellises olukorras oma valikud teevad - ühelt poolt on ühiskondlik ja ka seadusandlusest tulenev surve digitaalsete õppematerjalide kasutamiseks loodusainete tundides, teisalt on seda toetavad süsteemid alles loomisel.

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks on selgitada välja, millised põhjused ajendavad Eesti üldhariduskoolide loodusteaduste õpetajaid õppetööks arvutisimulatsioone otsima ja mille põhjal nad tööks sobilikud arvutisimulatsioonid välja valivad. Eesmärgi saavutamiseks püstitati järgmised uurimisküsimused:

1. Millised on põhjused, mis ajendavad Eesti üldhariduskoolide loodusainete õpetajaid õppetegevuse tarbeks arvutisimulatsioone otsima?

2. Mille alusel valivad Eesti üldhariduskoolide loodusainete õpetajaid välja õppetöök sobilikud arvutisimulatsioonid?

Töös uuritakse arvamust bioloogia, geograafia, füüsika, keemia ja loodusõpetuse õpetajatelt.

Täna oma juhendajaid Kaido Reivelti ja Svetlana Ganinat nõuannete, juhendamise ning abi eest. Täna Indrek Seppot nõustamise eest statistilise analüüsi teostamisel ning Bret Baussovati abi eest tõlketööl. Täna oma perekonda igakülgse abi ning mõistva suhtumise eest.

# 1. Kirjanduse ülevaade

## 1.1. E-õppematerjalide kasutamise vajadus

Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) alased oskused on tänapäeval hädavajalikud infoühiskonnas toimimiseks kõigis eluvaldkondades. Euroopa Parlamendi ja Nõukogu 2006. aasta soovitusel võtmepädevuste kohta tunnistas Euroopa Liit digipädevuse üheks kaheksast elukestva õppe võtmepädevusest. Digipädevust võib laialt mõista kui enesekindlat, kriitilist ja loovat IKT kasutamist töö, tööhõive, õppimise, puhkuse, kaasatuse ja/või ühiskonnaelus osalemisega seotud eesmärkide saavutamiseks. Digipädevus on seotud paljude 21. sajandi oskustega, mille kõik kodanikud peaksid omandama, et nad saaksid ühiskonnaelus ja majanduses aktiivselt osaleda. (Euroopa Komisjon, 2013) Tehnoloogia areng avardeb inimeste valikuvõimalusi kõikides eluvaldkondades, kaasa arvatud haridus, kuid digipädevuseta jäävad IKT võimalused sisuliselt kasutamata.

Paiva, Morais, jt kirjutavad 2016. aasta veebruaris avaldatud artiklis, et tänu elektroonselt toetavate tegevuste üldreeglikuks muutumisele kaob eeldatavasti lähitulevikus täht „e“, mis viitab elektroonilisele meediale ja IKT-le hariduses, sõnast „e-õpe“ ära ning e-õpe muutub lihtsalt õppeks. Artikli kirjutajad eeldavad, et sarnaselt teistele tehnoloogiatele ja nende toetavatele tegevustele nagu raamat, telefon, auto, jm, muutuvad ka elektroonselt toetatavad tegevused reeglikuks ja tehnoloogia ise muutub nähtamatuks. Tehnoloogia muutub nähtamatuks siis, kui kõik selle täielikult omaks on võtnud.

Eesti koolides ongi IKT koht taandumas keskselt atraktsioonilt kõrvaliseks, pigem näitlikustavaks ja abistavaks vahendiks. Õpetajad peavad oluliseks võimalust vajadusel IKT vahendite kasutamise poole pöörduda, kuid mitte sellele kui ainuvõimalikele tunnitegevusi toetavatele vahenditele keskenduda. IKT vahendite kasutamist nähakse üldiselt paratamatusena ning loomulikuna, seda nii õppetöös enda kui õpetaja, aga ka õpilase positsioonilt vaadatuna. (HITSA, 2012)

Nii nagu arvutid mängivad kesksel rollil teaduse arengus ja rakendamises, võivad nad ka loodusainete õppimist lihtsustada. Ameerika Ühendriikide Riiklik Loodusõpetajate Ühing (*National Science Teachers Association*) on seisukohal, et arvutitel peaks loodusainete õpetamisel olema väga tähtis osa. Ühingu seisukoht on, et arvutid on muutunud koolis ülimalt oluliseks vahendiks aine omandamisel, analüüsimisel, ettekandmisel ja andmevahetuses – arvuti lubab õpilastel olla uuringutesse ja õppimisse palju rohkem kaasatud. Arvutid

võimaldavad õpetajatel olla aine edastamisel paindlikumad, juhtida paremini õpetamismeetodeid ja lihtsamini õppeprotsessi üle arvestust pidada. (Frasier, Tobin, Mcrobbie, 2012)

Webb on oma uurimuse kokkuvõttes 2005. aastal öelnud, et tehnoloogiarikkad õpikeskkonnad pakkusid terve rea loodusvaldkonna ainete õpetamiseks kasulikke võimalusi. Õpetajate ja õppekava arendajate väljakutseks on aga ära tunda, kuidas need kasulikud võimalused (ingl. k *affordances*) saavad toetada teisi uuenduslikke ideid nagu näiteks kujundav hindamine ja uued loodusainete õppekavad.

Webb tõi oma uurimuses (2005) kokkuvõtlikult ka välja, milliseid kasulikke mõjusid oli IKT-rikaste õppekeskkondade tulemusena täheldatud:

- kiirem kognitiivne areng;
- paremad eksperimenteerimise võimalused lubavad õpilastel loodusteadust nii enda kui teiste reaalsel kogemustega hõlpsamalt seostada;
- õpilaste enesejuhtimisoskuse tõstmine ja enda õpiprogressi jälgimise võimalus, tänu millele jääb õpetajale aega, et keskenduda õppimise toetamisele;
- andmete kogumise hõlbustamine ja andmete esitlemine, mis aitab õpilastel andmeid mõista ja analüüsida ning lisaks annab õpilastele kokkuvõtteks rohkem aega, et keskenduda kontseptuaalse mõistmise arendamisele.

Õpilased suhtuvad nn tõsistesse mängudesse (arvutiviktoriinid-, simulatsioonid ja seiklusmängud) õppetöös üldiselt positiivselt. Selgub, et õpilased tajuvad õppimise protsessile ja –tulemustele läbi nende mängude positiivset toetust. Mainitud kolme mängutüübi mõjude erinevuste analüüsis selgus, et õpilaste arvates aitasid kõige rohkem teadmisi tõsta ja teemast aru saada arvutisimulatsioonid ja parema selguse loomiseks arvutisimulatsioonide kasulikkusest õppetöös tuleks nende kasutamist eraldiseisvalt põhjalikumalt uurida. (Riemer, Schrader, 2015)

Paljudele õpetajad ei tea, kuidas digitaalset tehnoloogiat kõige efektiivsemalt oma aineõpetusse integreerida - mitte ainult tehnilise, vaid ka pedagoogilise poole pealt vaadatuna (European Commission, 2013). Piiratud arusaamad e-õppevara kasutamise tõhususest on viinud raskusteni juhendmaterjalide efektiivsel rakendamisel erinevates õppekontekstides (Davies, West, 2014). Tamim, jt (2011) toovad oma uurimuses välja, et digitaalse tehnoloogia kasutamine õppetöös viib paremate tulemusteni siis, kui arukalt kombineerida õpetajate

pedagoogikat, õpetamise strateegiaid, õppekava ja koolikultuuri, tehnoloogia olemasolu iseenesest ei muuda iseenesest suurt midagi. Õpetajatel on siin võtmeroll – just nemad analüüsivad, otsivad, valivad ja rakendavad õppetöösse just selliseid e-õppematerjale, mis on nende arvates sobivaimad.

## 1.2. E-õppematerjalide hindamisest

E-õppematerjalide arvu suurenemine, autorite hulk, materjalide teostuse mitmekesisus ja kättesaadavus nii spetsiaalselt koolitatud kui ka koolitamata haridustöötajatele on tekitanud vajaduse, kuidas e-õppematerjale hinnata ning milliste kriteeriumite abil nende kvaliteedi ja kasutuskõlblikkuse üle otsustada. (Haughey, Muirhead, 2005)

Üheks enam viidatud e-õppematerjali kvaliteedi hindamismudeliks on LORI mudel (*Learning Object Review Instrument*) (Leacock, Nesbit, 2007; Nesbit, Belfer, Leacock, 2003). LORI hindamismudeli eesmärgiks on võimaldada ekspertidel mõõduka ajakuluga hinnata õppematerjali kvaliteedi erinevaid aspekte. Ühte õppematerjali hindab mitu eksperti ning nende tagasiside põhjal pannakse kokku koondhinnang. LORI hindamismudel koosneb 9 komponendist, mida hinnatakse 5-astmelisel Likerti skaalal:

- 1) sisu tõepärasus, täpsus, ideede tasakaalustatud esitus, sobiv detailsuse aste;
- 2) õpieesmärkide, tegevuste, hindamismeetodite ja sihtgrupi omavaheline kooskõla;
- 3) kohandatud sisu ja tagasiside, mis põhineb õppija tegevustel ja kasutajamudelil;
- 4) võime õppijate sihtgruppi motiveerida;
- 5) visuaalse ja auditiivse info kujundus õppimise ja mälu protsesside toetamiseks;
- 6) navigeerimise lihtsus, kasutajaliidese etteennustatavus ja abivahendite kvaliteet;
- 7) juhtimiselementide ja esitlusformaate sobivus erivajadustega ja mobiilsetele kasutajatele;
- 8) sobivus kasutamiseks erinevates õpituatsioonides ja erineva taustaga õppijatega;
- 9) vastavus rahvusvahelistele standarditele ja spetsifikatsioonidele. (Põldoja, 2016)

E-õppematerjali kvaliteedi hindamiseks on välja töötatud mitmeid hindamismudeleid, mida võib valmis kujul kasutusele võtta või oma konteksti jaoks kohendada. Sofos ja Kostas (2009) on oma uurimuses võrrelnud 12 erinevat hindamismudelit ning kokku pannud väga põhjaliku nimekirja pedagoogilistest kriteeriumitest e-õppematerjalide hindamiseks. Sofos ja Kostas

(2009) uurisid ka, mille põhjal õpetajad internetist leitud e-õppematerjale hindavad ning töid muu hulgas olulisemana välja, et:

- õpetajad tunnevad e-õppematerjali väärtuse ära;
- õpetajad kasutavad hindamiskriteeriume (-mudeleid) väga harva;
- õpetajad pööravad rohkem tähelepanu sisu õigsusele ja vastavusele õppekavaga, kui näiteks e-õppematerjali sisu paindlikkusele ja mitmetahulisusele või ergonoomilisele kujundusele.

Eestis tegeleb e-õppematerjalide kvaliteedi temaga HITSA Innovatsioonikeskuse digitaalsete õppematerjalide kvaliteedi põhimõtete loomise töörühm. Lisaks juba valminud e-õppematerjalide loomise juhendile on valmimas ka e-õppematerjali tüüpide kvaliteedi hindamiskriteeriumid. (HITSA, 2016)

Praegu on e-õppematerjalide hindamisvahendina kasutatav üldhariduskoolide õppematerjale koondavas Koolielu portaalis välja töötatud õppematerjalide kvaliteedinõuded ja hindamismudel ([www.koolielu.ee](http://www.koolielu.ee)). Kvaliteedinõuded on jagatud kolme suuremasse gruppi:

- 1) Sisu (teema terviklik käsitus, õpijuhendid, faktiline õigsus, motiveerivus, eakohasus, uudsus, õpioskuste kujundamine);
- 2) Teostus (struktuur ja liigendatus, materjali maht, vorming ja ühilduvus, keeleline korrektsus, kujundus, tehniline teostus);
- 3) Autorlus (materjali looja, loomise või viimaste muudatuste aeg, viide autorlusele). (Koolielu, 2016)

### **1.3. Arvutisimulatsioonide olemus**

Arvutisimulatsioone kirjeldatakse erinevates töödes erinevalt, on nii lihtsaid kui ka detailsemaid kirjeldusi:

- Arvutisimulatsioonid on dünaamilised arvutimudelid, mis lubavad kasutajatel uurida, kuidas parameetrite mõjutamine või muutmine protsessi käiku mõjutab. Arvutisimulatsioone kasutatakse selleks, et uurida reaalelus raskesti uuritavate või ohtlike dünaamiliste objektide või süsteemide käitumist sõltuvalt tingimuste muutumisest. (National Academy of Sciences, 2011)

- Arvutisimulatsioonid on reaalse objektide või protsesside lihtsustatud virtuaalsed esitused. Arvutisimulatsioonid on eelkõige orienteeritud protsesside virtuaalsele esitusele. (Pikksööt, Sarapuu, 2010)
- De Jong ja van Joolingen defineerisid arvutisimulatsiooni oma 1998. a ilmunud artiklis järgmiselt: simulatsioon on arvutiprogramm, mis sisaldab süsteemi (looduslik või tehnik) või protsessi mudelit.

Arvutisimulatsioonid on ühed laialdasemalt kasutatavad õpikeskkonnad (Sarapuu, Villako, 2010). Balasubramanian ja Wilson (2006) soovivad oma uurimustöö põhjal õpetajatel arvutisimulatsioonide edukaks integreerimiseks õppetöösse arvesse võtta järgmisi juhiseid:

- Selleks, et õpilasi kognitiivsel tasandil haarata, peaks simulatsioonide ülesehitus olema õpilastele piisavalt keeruline ja väljakutset esitav;
- Arvutisimulatsioonide sisu peaks olema kooskõlas kehtivate haridusstandardite ja õppekavaga;
- Arvutisimulatsioonide logistika ja kasutatavus peaks sobima klassiruumi võimaluste ja tundide ajapiirangutega;
- Arvutisimulatsioonides kogutavat tagasisidet ja hindamist peaks saama tõlgendada mõõdetava õpitulemusena;
- Arvutisimulatsioonidega kaasasolevad metoodilised juhendmaterjalid peaks pakkuma piisavalt ideid, tegevusi ja võimalusi, et toetada õppimist.

#### **1.4. Arvutisimulatsioonide roll õppimise ja õpetamise toetamisel**

Õppekavaportaalis Imbi Henno artiklis (2010) antud soovitusel loodus- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse parandamiseks on muu hulgas välja toodud järgmist: „Pöörata enam tähelepanu õppetegevustele, mis on suunatud õpilaste võimekuse ja hoiakute kujundamisele ning motivatsiooni tõstmisele.“ Simulatsioonide abil saab rakendada individuaalset lähenemist, kus iga õpilane töötab sobivas tempos ja „ruumis“ ning valib eesmärgi saavutamiseks oma vajadustest ja oskustest lähtuva „raja“. Simulatsioonide kasutamisel haaratakse õppijaid aktiivselt õppetegevusse ning saavutatakse seeläbi ka paremaid õpitulemusi (Sarapuu, Villako, 2010).

Villems (2009) toob välja, et simulatsioonilt kui aktiivõppe meetodilt oodatakse mitmete õppimist puudutavate kitsaskohtade ületamist või leevendamist:

- õpimotivatsiooni tekitamine või suurendamine – arvutisimulatsioonid aitavad õpilastele kaugeid probleeme lähedaseks muuta ning toovad kuiva harjutamisse ning meeldejätmisse mängulise elemendi;
- kõrgemate kognitiivsete tasandite kaasamine õppetöösse – arvutisimulatsioonid võimaldavad arendada teadmiste rakendamist elulises situatsioonis ning analüüsi, sünteesida ja hinnanguid anda;
- erinevate olukordade ja lahenduste läbikatsetamine ning võimalus näha tulemusi.

Rutten, van Joolingen ja van der Veen (2011) on teinud 51 teadusartikli põhjal laiaulatusliku uuringu arvutisimulatsioonidega õppe efektiivsusest loodusainete valdkonnas. Kõige olulisematena on välja toodud järgmised tulemused:

- Arvutisimulatsioone saab edukalt kasutada loodusainete õppes koos traditsiooniliste õppemeetoditele nende efektiivsuse parandamiseks;
- Arvutisimulatsioonid osutusid efektiivseteks vahenditeks laboratoorseteks töödeks ettevalmistumisel. Eriti hästi mõjus laboratoorse töö läbimängimine simulatsioonide abil õpiraskustega õpilastele;
- Arvutisimulatsioonide üha parem visualiseerimisvõime (tehnoloogia arengu läbi) ei tähenda alati paremaid tulemusi õppeedukuses;
- Suurem osa vaadeldud uuringutest ei käsitlenud klassi sisekliimat ja õpetajapoolse juhendamise rolli arvutisimulatsioonidega õppimisel.

2010. aastal Tiigrihüppe SA poolt avaldatud uuringutulemustes toodi välja, et kõige aktiivsemalt kasutati IKT vahendeid füüsika, geograafia ja loodusõpetuse, bioloogia, ajaloo ja muusika õpetamisel ja õppimisel. Nendes ainetes kasutatakse ka kõige rohkem interaktiivseid (sh arvutisimulatsioonid – autor) võimalusi.

Võimalike põhjuste hulgas, mis ajendavad õpetajaid arvutisimulatsioone kasutama, on: ajakulu vähendamine, laborivarustuse kasutamise juhendamise asemel saab õpilastele rohkem aega pühendada, katsete muutujatega on lihtsam opereerida, hüpoteese on lihtne püstitada ja samas kohe kontrollida, esitluste varieerimise läbi on aine mõistmist lihtsam toetada (nt diagrammid, graafikud). (Blake ja Scanlon, 2007)

Üldjuhul kasutavad õpetajad oma töös selliseid strateegiaid ja vahendeid, mis tunduvad neile õpiesmärke toetavat ning on õpilaste õpiprotsessis olulised (Ertmer, Ottenbreit-Leftwich, Sadik, Sendurur ja Sendurur, 2012). Ottenbreit-Leftwich, jt (2010) toovad oma kvalitatiivses

uurimuses välja, et õpetajate tehnoloogiakasutus õppetöös oli motiveeritud eesmärgist õpilasi paremini teemaga kaasa haarata ning õppima motiveerida, parandada aine mõistmist ja kõrgema tasandi mõtlemisvõimet ( nt näitlikustamine ja andmeanalüüs) ning tulevikus töös ja õppimisel vajalike oskuste (nt suhtlemis- ja õppimisoskus, kontakt pärismaailmaga) arendamisest.

Selleks, et arvutisimulatsioone saaks edukalt kasutada, peavad õpetajatel nende õppetöösse rakendamiseks olema õiged oskused ja teadmised – ilma selleta jääb programmide täispotentsiaal, näiteks nende sobivus uurimusliku õppe harjutamiseks, kättesaamatuks ja arvutisimulatsioone kasutatakse pelgalt demonstratsioonivahenditena või ainult õpetaja täieliku kontrolli all. (Lindgren, Schwartz, 2009; Pelgrum, 2001) Arvutisimulatsioonide õppetöösse rakendamise pedagoogilise võrgustiku loomisel oleks edasiviivaks sammuks õpetaja rolli defineerimine (Rutten, van Joolingen, van der Veen, 2011). OECD 2016. aasta uuringu andmed näitavad, et õpetajatel on IKT õppetöösse rakendamiseks vaja rohkem koolitusi ja tuge (OECD, 2016).

Õppimise protsessi uuringud näitavad, et õpilastel on vaja loodusnähtuste ja teaduslike ideede kohta ise, oma baastadmiste põhjal, arusaam luua (Bransford, Brown, Cocking, 1999). Seda ideed toetab uurimusliku õppe meetod. Millised asjaolud mõjutavad uurimusliku õppe läbiviimist arvutisimulatsioonide abil?

Adams jt (2008) on uurinud juhendamise mõju arvutisimulatsioonidega õppimisel:

- igasuguse juhendita;
- sissejuhatava küsimustikuga (enne simulatsiooniga tutvumist);
- kerge juhendamise (nähtuse uurimine koos abistava küsimustikuga) ja
- tugeva juhendamise abil.

Uurimusest ilmnes, et juhendamiseta õppimisel olenes õpilaste kaasatöötamise aktiivsus väga palju sellest, kuidas konkreetne simulatsioon õpilasele sobis – kas see oli eakohane, piisavalt mänguline, intrigeeriv, huvitav, piisavalt keeruline või lihtne ning kui hästi õpilasele kontrollitav. Ilma juhendita ja ka sissejuhatava küsimustikuga arvutisimulatsiooni abil uurimine võib olla teema omandamisel väga produktiivne, samas osade õpilaste puhul kasutu, kui simulatsioon on kehva disaini või keerulise ülesehitusega. Vähem efektiivsem oli õppimine koos juhendava küsimustikuga, õppimise tulemused sõltusid sel puhul väga palju küsimustest (õppimise uurimuslik element võis täiesti kaotsi minna). Tugeva juhendamisega arvutisimulatsioonide abil õppimise puhul kadus uurimuslik faktor täiesti ära ning õpilase ja

simulatsiooni vahele tekkis justkui sein – simulatsiooni kvaliteet ei omanud mingit tähtsust ning õpilastel tekkis simulatsioonis käsitletud teemast minimaalne arusaam. (Adams, jt 2008)

Loodusteadusliku meetodi ja uurimusliku õppe rakendamist ning nende omavahelisi seoseid on täpsemalt avatud erinevates riiklikes ainekavades. Imbi Henno on õppekavaportaali artiklis (2010) muu hulgas välja toonud, et oluline on tõsta loodusainete tundides igapäevaeluga seotud ülesannete, loodusteadusliku uurimuse ja praktiliste tööde osakaalu ning õpilaste võimekust neid ülesandeid lahendada. Suurendada õpilaste võimekust tunda ära loodusteaduslikke probleeme, küsimusi ja uurimusliku õppe aspekte. (Henno, 2010) Arvutisimulatsioonide kasutamist uurimuslikus õppes on uurinud Fan (2015), kes toob välja, et uurimuslik õpe arvutisimulatsioonidega oli märksa tõhusam, kui traditsioonilistel viisidel. Arvutisimulatsioonide puhul paranes õpilaste kontseptuaalse mõtlemise võime märgatavalt rohkem. Fan'i (2015) uurimuse tulemused tõestasid ka seda, et arvutisimulatsioonide abil uurimusliku õppe teostamine tõstab õpilaste enesekindlust õppimisprotsessis ja uurimusliku õppe oskusi, mis omakorda parandavadki kontseptuaalse mõtlemise oskusi. (Fan, 2015)

Väga oluline asjaolu simulatsioonide kasutamise juures on tasakaal struktureeritud abistava info ja valikuvabaduste vahel (Kirchner, Sweller, Clark, 2006). Uurimusliku õppe soodustamine sõltub raamistikust, millele õppematerjalid on üles ehitatud. Arvutisimulatsioonid ehitatakse seostele, produktiivsetele piirangutele, analoogiatele ja nähtuste mitmekesisele visualiseerimisele ning hästi tasakaalustatud väljakutsetele, mis kõik on uurimusliku õppe toetamiseks väga tähtsad. (Podolefsky, Perkins, Adams, 2010)

Finkelstein, jt (2005) leidsid, et õpilaste reaalsete õppevahendite käsitlemise arendamiseks ja õppeainest kontseptuaalse arusaamise tekkeks on hästi disainitud arvutisimulatsioonid kasutatuna õiges kontekstis efektiivsemad õppevahendid kui reaalsed laborivahendid.

## **2. Metoodika**

### **2.1. Ülevaade uuringu disainist**

Käesoleva töö eesmärgiks oli välja selgitada, millised põhjused ajendavad Eesti loodusteaduste õpetajaid arvutisimulatsioone otsima ning mille põhjal nad tööks sobivad simulatsioonid välja valivad. Eesmärgi täitmiseks koostati küsimustik (lisa 1), mis saadeti 2016. aasta veebruaris valideerimiseks kolmele loodusainete õpetajale, kelle ettepanekutest lähtuvalt viidi uurimisinstrumenti sisse parandusi. Küsimustik esitati elektrooniliselt Google Docs keskkonna kaudu ja saadeti e-posti teel õpetajatele. Vastuseid koguti 2016. a 11. – 31. märtsini, vastamine oli vabatahtlik, anonüümne ja võttis aega umbes kümme minutit. Laekus 100 vastust.

Tulemuste esitamiseks kasutati kahte andmetöötlusviisi. Programmiga MS Office Excel leiti erinevad kirjeldava statistika parameetrid ning koostati diagrammid. Seoste leidmiseks kasutati programmeerimiskeelt R (Hornik, 2015).

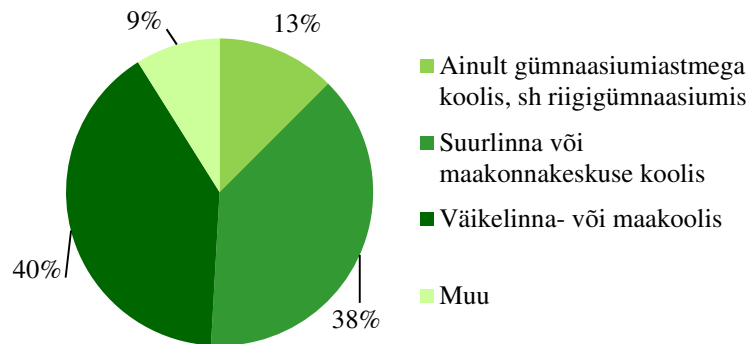
### **2.2. Valim**

Käesoleva uuringu läbiviimisel kasutati mugavusvalimit, lähtuti lihtsa kättesaadavuse, kontaktide leitavuse ja uuritavate koostöövalmiduse põhimõttest. Küsimustik saadeti bioloogia, geograafia, füüsika, keemia ja loodusõpetuse ainesektsioonide võrgustike õpetajatele (Eesti Füüsika Seltsi füüsikaõpetajate osakond, Eesti Geograafiaõpetajate Ühing, Eesti Bioloogiaõpetajate Ühing, Eesti Keemiaõpetajate Liit, Eesti Loodusainete Õpetajate Liit).

Haridus- ja Teadusministeeriumi statistikakeskkonna HaridusSILM andmetel oli 2015/2016 aastal Eesti üldhariduskoolides loodusainete õpetajakohtade arv aga 1137, neist 230 bioloogia, 216 füüsika, 204 geograafia ja 302 loodusõpetuse õpetajakohta. Osa õpetajaid õpetavad mitut loodusainet, osa mitmes koolis, kas täis- või osalise koormusega. (HaridusSILM, 2016) Küsitluses osalenud õpetajate arv moodustab Eesti loodusainete õpetajatest ligikaudu kümnendiku.

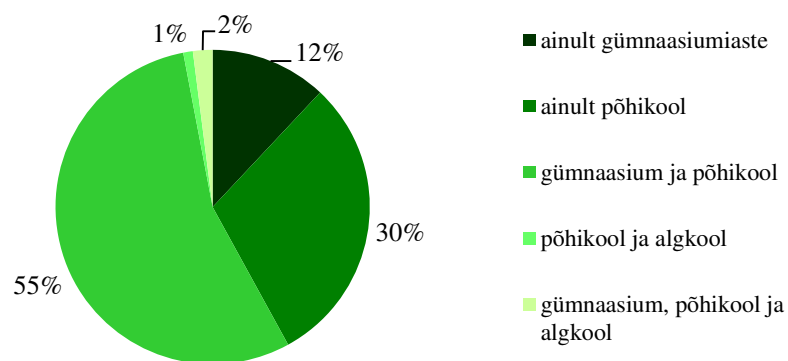
Valimisse sattunud loodusainete õpetajatest töötas ainult gümnaasiumiastmega koolis 13%, suurlinna või maakonnakeskuse koolis 38% ning väikelinna või maakoolis 40%. Lisaks

vastas kolm õpetajat, kes töötavad ainult kutseõppeasutuses ja kaks õpetajat erakoolidest (joonisel „muu“). Õpetajate jaotuvust koolitüübiti iseloomustab joonis 1.



Joonis 1. Õpetajate töökohad koolitüübiti (n = 100).

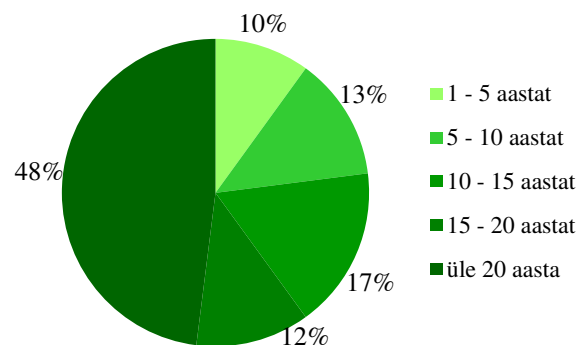
Suurem osa vastajatest, 55 õpetajat, töötas nii gümnaasiumiastmes kui ka II ja/või III kooliastmes. Ainult gümnaasiumiastmes töötas 12 õpetajat, ainult põhikoolis (II ja III kooliaste) 30 õpetajat. Üks õpetaja töötas põhikoolis ja algkoolis, 2 kõigis neljas kooliastmes (Joonis 2).



Joonis 2. Õpetajate jaotuvus töökohtade lõikes kooliastmeti (n = 100).

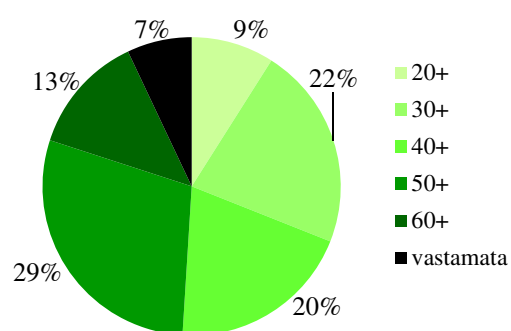
Küsitluses osalenuist 28% olid meessoost ja 78% naissoost (HaridusSILMast (2016) Eesti loodusainete õpetajaskonna kohta üldiselt vastavalt 15% ja 85%).

Õpetajate jaotuvust tööstaaži järgi iseloomustab joonis 3. Ligi pooltel vastanuist oli tööstaaži üle 20 aasta.



Joonis 3. Küsitluses osalenud õpetajate tööstaaž (n = 100).

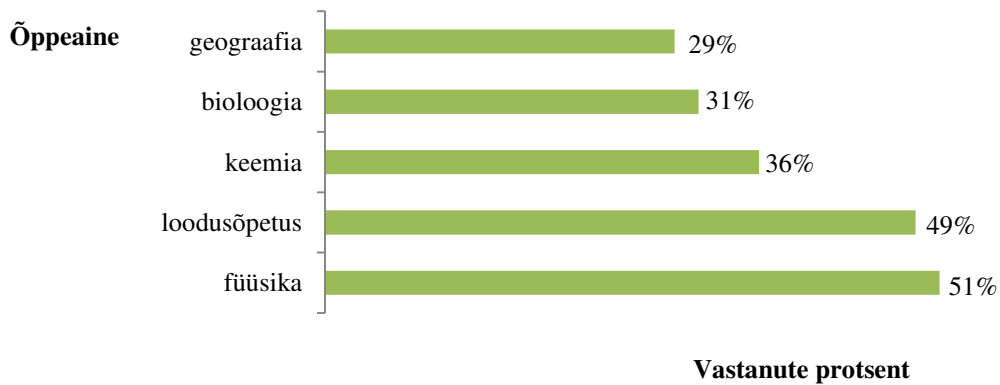
Vanuse märkimine oli ankeedis vabatahtlik, sellele küsimusele vastas 93% õpetajatest. Tulemustest selgub, et 62% vastajatest on üle 40-aastased. HaridusSILMast saadud andmete põhjal võib öelda, et see asjaolu ei ole iseloomulik vaid loodusainetele, vaid Eesti õpetajaskonnas on üle 40-aastaseid loodusainete õpetajaid lausa 74% (HaridusSILM, 2016). Valimi vanuselist jaotuvust iseloomustab joonis 4.



Joonis 4. Õpetajate vanuseline jaotuvus (n = 100).

Õpetatava aine küsimuse vastustest selgus, et ühe loodusaine õpetajate osa oli 40% ning 60% küsitluses osalenuist töötas mitme loodusaine õpetajana. Õpetajate jaotuvus õppeaineti on

toodud joonisel 5. Kuivõrd üle poolte vastanuist töötasid kahe või enama aine õpetajatena, ei ole joonisel 5 näidatud ainete osakaalude summa 100%.



Joonis 5. Õpetajate jaotuvus õppeaineti (n = 100).

Töös uuriti ka, millise hinde õpetajad viiepallisüsteemis enda arvutikasutusoskusele annaksid: 52% õpetajaist hindas oma oskusi 4-le, 33% 3-le ning 15% 5-le.

### 2.3. Uurimisinstrument

Uurimisinstrumendiks oli antud töös internetipõhine ankeetküsimustik (Lisa 1), mis koosnes 17 küsimusest, millest 6 uurisid vastajate taustaandmeid (vanus, sugu, tööstaaž, kooliaste, kooli liik, õpetatav aine) ning 11 arvamust arvutisimulatsioonide otsimise, valimise ja kasutamise kohta.

Küsimustikus kasutati nii avatud vastustega kui kinniseid ning kombineeritud küsimusi, binaarseid kui ka mitme vastusevariandiga küsimusi. Õpetajate enesehinnangu teada saamiseks arvutikasutamise osas kasutati Osgoodi mittevõrdlevat skaalat. Eesmärgiga mõõta õpetajate hoiakuid arvutisimulatsioonide omaduste ja õpilaste arvutisimulatsioonidega töötamise aktiivsuse osas, kasutati kahe küsimuse puhul viieastmelist Likerti skaalat. Likerti poolt 1932. a väljatöötatud skaalat peetakse üheks kõige usaldusväärsemaks hoiakute mõõtmise meetodiks (Osula, 2008). Üks avatud vastusega küsimus koostati eitavas vormis eesmärgiga võrrelda selle ja Likerti skaalaga küsimuse vastuseid arvutisimulatsioonide omaduste osas.

Küsimustiku valideerimiseks kasutati kolme eksperdi abi, kelle nõuannete põhjal viidi uurimisinstrumenti sisse parandused ja seejärel edastati loodusteaduste õpetajatele e-posti esmalt läbi füüsikaõpetajate nädalikirja Mesilane ning lisaks läbi ainesektsioonide võrgustike. Ankeetküsimustik oli avatud vastamiseks 2016. a 11. – 31. märtsini. Jooksvalt jälgiti vastamisaktiivsust ning valimi esinduslikkust erinevates kihtides (õppeaine, koolitüüp), et vajadusel kasutada vastamisaktiivsuse tagamiseks meeldetuletuste saatmise võimalust.

Ankeetküsitlusele laekus 100 vastust, mis kõik olid edaspidise andmeanalüüsi aluseks.

## **2.4. Usaldusväarsus ja põhjendatus**

Antud magistritöös oli instrumendina kasutusel küsimustik loodusainete valdkonna õpetajatele. Uurimistöö puhul on tähtis hinnata töös kasutatavate instrumentide usaldusväarsust ja põhjendatavust (Lankshear, Knobel, 2004).

Reliaablus (*reliable, reliability*) – usaldusväarsus näitab, kuivõrd täpselt küsimustik mõõdab ning missugusel määral on uurimistulemused sõltuvad juhuslikest faktoritest, mida uurimuses ei käsitleta (Laanpere, 2009).

Valiidsus (*validity*) – tõepärasus, põhjendatus tähendab, kas tegelikult mõõdetakse seda, mida mõõta taheti ja kas järeldused tulenevad andmetest; kui usaldusväärne on protseduur ja selle põhjal tehtud järeldused (Lankshear, Knobel, 2004; Laanpere, 2009).

Antud töö valiidsus ja reliaablus tagati järgmiselt:

- 1) Küsimustiku kohta andsid hinnangu kolm sõltumatut eksperti, kes täitsid küsimustiku ja tegid parandusettepanekuid;
- 2) Keegi vastanutest ei saanud selle eest tasu;
- 3) Küsimustikule sai vastata vastajale sobival ajal ja sobivas keskkonnas;
- 4) Lisaks valikvastustega küsimustele võis avaldada oma arvamust avatud küsimustes;
- 5) Uuriija ei saanud vastajaid mõjutada, sest küsimustik asus internetikeskkonnas ja oli anonüümne;
- 6) Käesolevas magistritöös on kirjeldatud meetodika, seega on küsimustikku võimalik korrata.

## 2.5. Andmenalüüs

Andmeanalüüsi teostamiseks kasutati MS Office Exceli ja programmeerimiskeele R abi. Töös kasutati mitteparameetrilisi andmeanalüüsi meetodeid. Andmeanalüüsi meetoditena on kasutatud kirjeldamist, võrdlemist ja seoste leidmist. Andmeid on sõltuvalt nende iseloomust esitatud nii tekstis kui ka arvjoonistel ja tabelites.

Analüüsi tulemusel koostati küsitlusandmete põhjal ülevaated üldsageduste ja risttabelitena statistiliselt oluliste tausttunnuste lõikes. Analüüsi eesmärgiks oli hinnata, milliste taustatunnustega seostuvad 1) arvutisimulatsioonide otsimise põhjused ja 2) arvutisimulatsioonide hindamise põhjused. Uurimisküsimustele vastates on arvestatavad erisused ja seosed ka välja toodud.

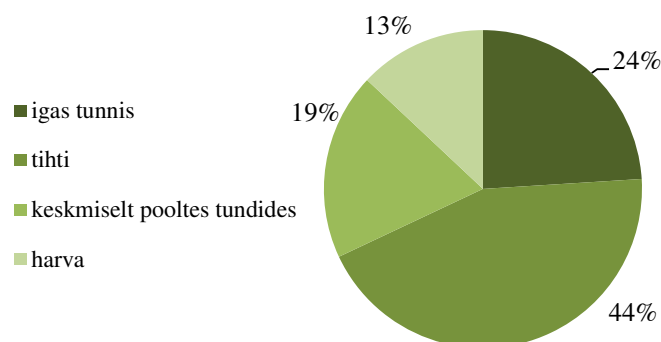
Antud töös kasutati seoste uurimiseks Spearmani korrelatsioonanalüüsi, mis sobib juhtudel, kui üks või mõlemad tunnused on järjestustunnused, ja  $\chi^2$ -testi, mida sobib kasutada diskreetse skaalaga tunnuste võrdlemiseks, kui on vaja võrrelda mitut valimit.

Tulemused esitati uurimisküsimuste kaupa ja neile antakse ka vastused.

### 3. Tulemused ja analüüs

#### 1.1. Millised on põhjused, mis ajendavad Eesti üldhariduskoolide õpetajaid arvutisimulatsioone otsima?

Praegune gümnaasiumi riiklik õppekava näeb ette, et kasutatava õppevara hulgas peab olema nüüdisaegseid info- ja kommunikatsioonitehnoloogiatel põhinevaid õppematerjale ja – vahendeid. Käesolevast uurimusest selgus, et 37% küsitluses osalenud õpetajaist peab arvutisimulatsioonide kasutamist loodusainete õpetamisel väga oluliseks ja 59% pigem oluliseks, 4% ei osanud selles küsimuses arvamust avaldada. Ka selgus, et küsitluses osalenute hulgas ei ole selliseid õpetajaid, kes ei kasuta tunni läbiviimisel arvuti või nutiseadme abi. Arvuti või nutiseade on loodusaine tundide läbiviimisel levinud abivahendid (Joonis 6).



Joonis 6. Õpetajate hinnang arvuti või nutiseadme kasutamise aktiivsusele õppetundide läbiviimisel (n = 100).

Uurides arvutisimulatsioonide kasutamise olulisuse hinnangu seost õpetajate arvutikasutusoskuse hinnanguga, jäeti valimist välja nelja õpetaja vastused, kes ei osanud öelda, kui oluliseks nad arvutisimulatsioonide kasutamist peavad. Selgus, et Spearmani korrelatsioon nende kahe tunnuse vahel oli  $\rho = 0,12$ . Spearmani korrelatsioon ehk astakkorrelatsioon ei vaatle väärtusi numbrilistena, vaid järjestikulistena. Antud funktsioon küsib: kui hinnang arvutikasutusoskusele on kõrgem, kas siis on kõrgem ka hinnang arvutisimulatsioonide kasutamise olulisusele? Valimis osutuski see hinnang kõrgemaks, seda näitab ka positiivne korrelatsioon. Selleks, et aru saada, kas tegemist on statistiliselt olulise

korrelatsiooniga, leiti antud korrelatsiooni usalduspiirid ehk tehti selgeks, kas selle valimi pealt võib teha piisavalt kindlat järeldust selle kohta, et kogu üldkogumis on korrelatsioon positiivne. Usalduspiirid ehk arvamus, kuhu võiks 95% tõenäosusega jääda üldkogumi korrelatsioon, on andmeid arvestades -0,08 kuni 0,31, millest järeldub, et tegemist ei ole statistiliselt olulise tulemusega.

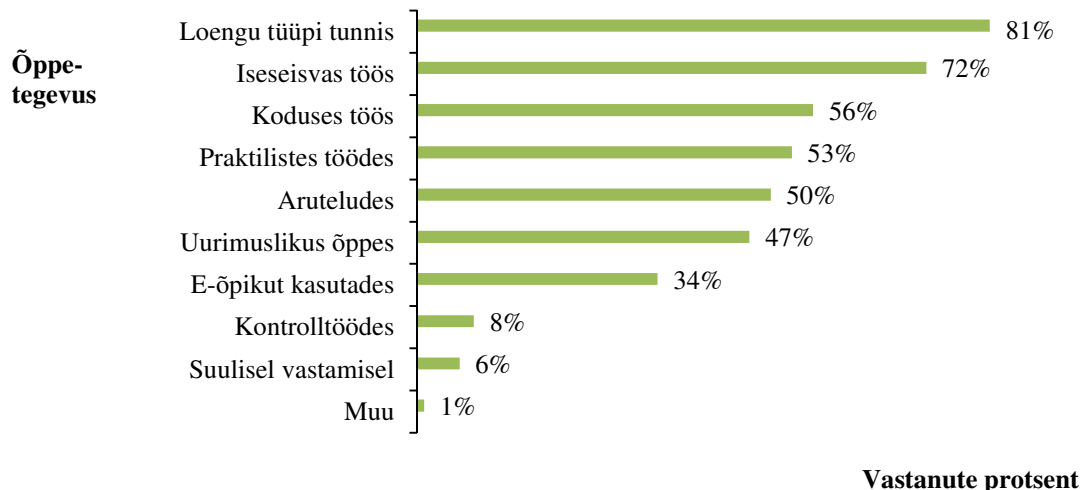
Õppekavaportaalis toodud loodusainete õppeprotsesside kirjeldustes on toodud hulgaliselt soovitusi arvutisimulatsioonide rakendamise võimalustest. Käesolevas töös uuriti, millised põhjused ajendavad loodusteaduste õpetajaid tööks arvutisimulatsioon otsima (Joonis 7). Uurimusest selgus, et kõige olulisemateks põhjusteks pidasid vastanud õpetajad eesmärgi ainet tulemuslikumalt selgitada (83%) ja õppemethodikate mitmekesistamist (81%). Veidi üle poolte vastajaist tõid põhjuseks eesmärgi tõsta õpimotivatsiooni (58%), katsevahendite puudust (57%) ja eesmärgi õpilasi paremini tundi kaasata (55%). Vaid 12% tõi põhjuseks õppekava soovitusel. Veel selgus tulemustest, et vaid veidi üle kolmandiku õpetajatest tõi põhjuseks õpilaste uurimusliku töö teostamisoskuse parandamise ja veidi alla neljandiku eksperimenteerimisoskuse parandamise.



Joonis 7. Põhjused, mis ajendavad loodusteaduste õpetajaid arvutisimulatsioon otsima (n = 100).

Antud töö tulemustest võib järeldada, et loodusainete õpetamisel kasutatakse Eestis arvutisimulatsioon tihti pigem näitlikustava vahendina ja nende tegelik potentsiaal jääb kasutamata. Seda järeldust kinnitavad ka küsimuse „Õppetegevused, milles juures olete

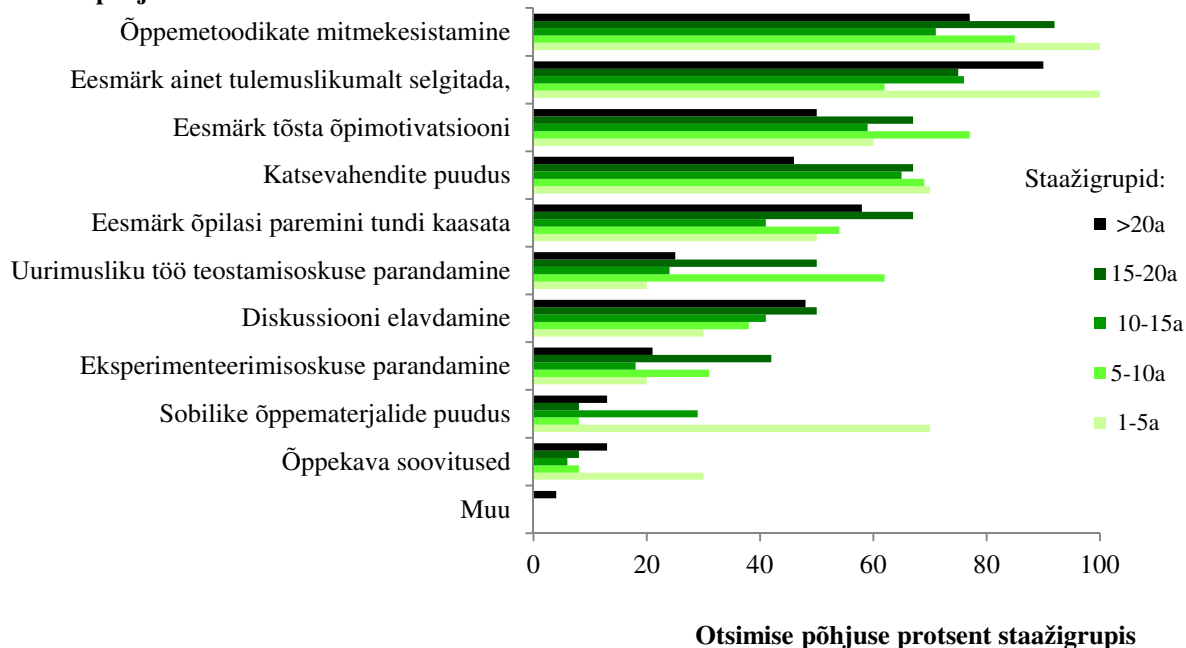
arvutisimulatsioone kasutanud“ tulemused: kõige rohkem kasutatakse arvutisimulatsioone loengu tüüpi tundides (81% õpetajatest), praktilistes töödes ja uurimusliku õppe juures aga vaid vastavalt 53% ja 47% õpetajaist (Joonis 8).



Joonis 8. Õppetegevused, mille juures õpetajad on arvutisimulatsioone kasutanud (n = 100).

Kui vaadeldi arvutisimulatsioonide otsimise põhjuseid staažigrupiti, siis ilmnisid märgatavad erinevused sobivate õppematerjalide puudumise põhjuse juures: 1 – 5 aastase tööstaažiga õpetajad toovad lausa 70% ulatuses arvutisimulatsioonide otsimise põhjuseks just sobivate õppematerjalide (töövihikud, õpikud) puudumise (Joonis 9). Teistes staažigruppides on see näitaja märksa madalam (8 – 30%).

### Arvutisimulatsioonide otsimise põhjused



Joonis 9. Õpetajate arvutisimulatsioonide otsimise põhjused staažigrupiti (n = 100).

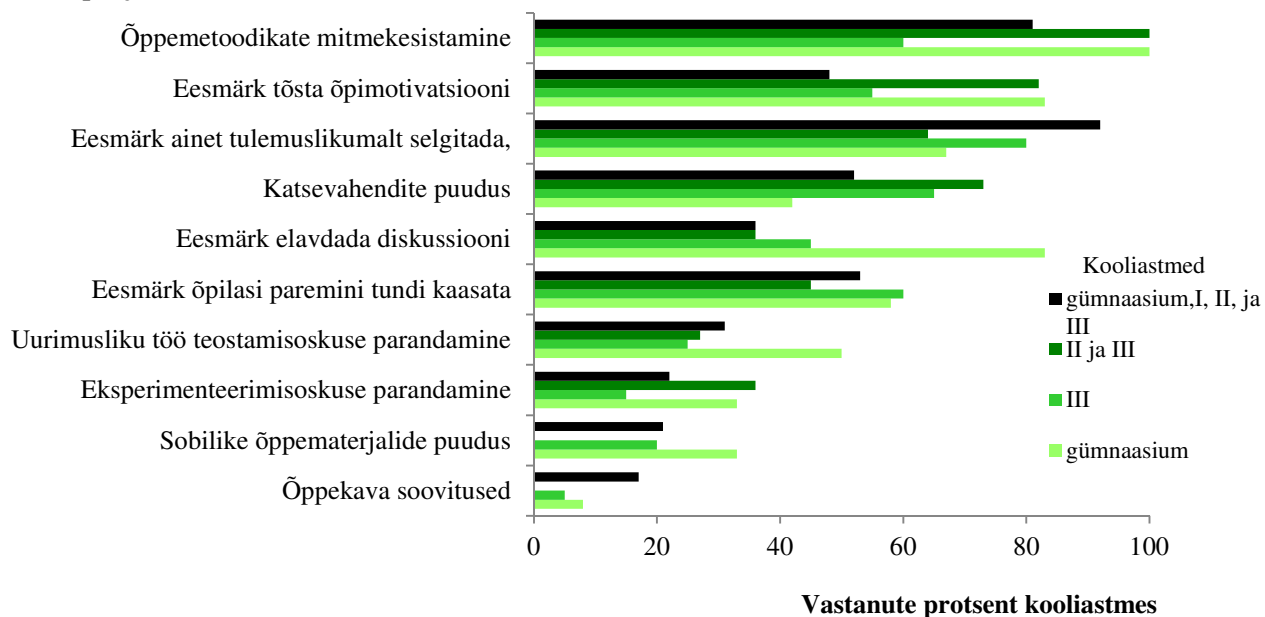
Eesmärgiga selgitada välja arvutisimulatsioonide otsimise põhjuste ja staažigruppide vahelist seost (kasutati  $\chi^2$ -testi), leiti, et ainuke statistiliselt oluline seos ( $p < 0,05$ ) oli sobivate õppematerjalide puudumise ja staažigruppide vahel ( $p = 0.0004$ ) – väiksema kogemusega õpetajad ei leia sobivaid õppematerjale, pikema kogemusega õpetajate arvates ei ole see aga probleem (Tabel 1).

Tabel 1. Arvutisimulatsioonide otsimise põhjuste ja staažigruppide vaheline seos.

	$\chi^2$ - statistik	vabadusastmete arv (df)	p-väärtus
Eesmärk tõsta õpimotivatsiooni	3,5632	4	0,4683
Eesmärk ainet tulemuslikumalt selgitada,	8,8241	4	0,0657
Sobilike õppematerjalide puudus	20,5050	4	<b>0,0004</b>
Katsevahendite puudus	4,7943	4	0,3091
Õppemetoodikate mitmekesistamine	5,0192	4	0,2853
Õppekava soovitusel	4,0633	4	0,3975
Eesmärk õpilasi paremini tundi kaasata	2,2960	4	0,6815
Eesmärk elavdada õpilaste ja õpetaja-õpilase vahelist diskussiooni ja koostööd	1,4865	4	0,8290
Uurimusliku töö teostamisoskuse parandamine	9,3026	4	0,0540
Eksperimenteerimisoskuse parandamine	3,1077	4	0,5400

Arvutisimulatsioonide otsimise põhjuste analüüsi kooliastmete iseloomustab joonis 10. Kui analüüsiti statistilise seose olemasolu kooliastme ja arvutisimulatsioonide otsimise põhjuste vahel (kasutati jällegi  $\chi^2$ -testi), siis ilmnis, et statistiliselt olulist seost ei esine ( $p > 0,005$ ).

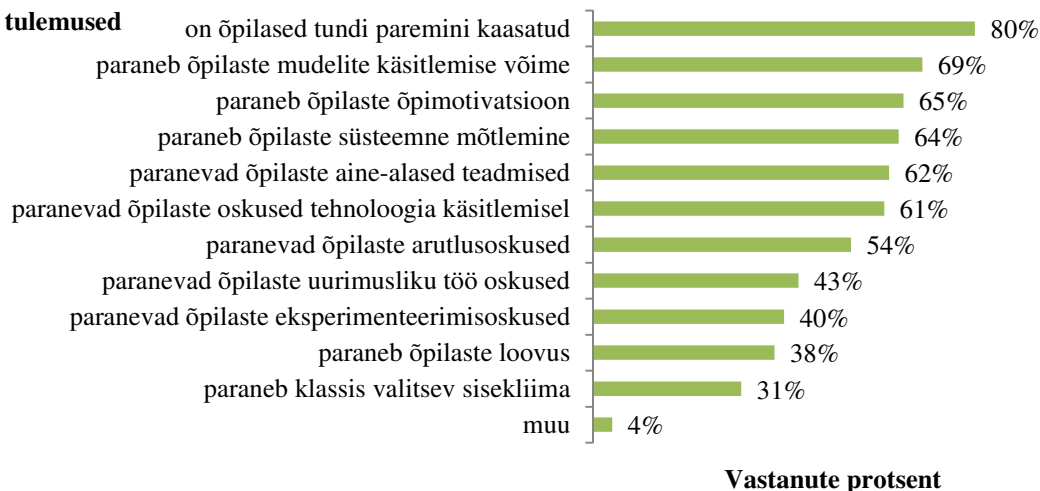
### Arvutisimulatsiooni otsimise põhjused



Joonis 10. Õpetajate arvutisimulatsioonide otsimise põhjused kooliastmeti (n = 100).

Küsimustikus uuriti õpetajatelt ka, milliseid õpitulemusi simulatsioonide kasutamine kaasa on toonud või nende arvates toob. Tulemused on toodud joonisel 11. On näha, et vaid vastavalt 43% ja 40% õpetajatest väärtustab arvutisimulatsioone kui uurimusliku töö ja eksperimenteerimise oskuste ja võimete parandamise abivahendeid. Samuti ei ole arvutisimulatsioonide kasutamine 62% antud valimi õpetajate hinnangul õpilaste loovuse parandamisele kaasa aitav õppetegevus. Seevastu hindavad õpetajad suhteliselt kõrgelt arvutisimulatsioonide rolli õpilaste kaasamisel tundi, õpimotivatsiooni tõstmisel, mudelite kasutamisoskuse, digitaalse tehnoloogia, õppe edukuse ja õpilaste süsteemse mõtlemise parandamisel.

### Arvutisimulatsioonide kasutamise tulemused

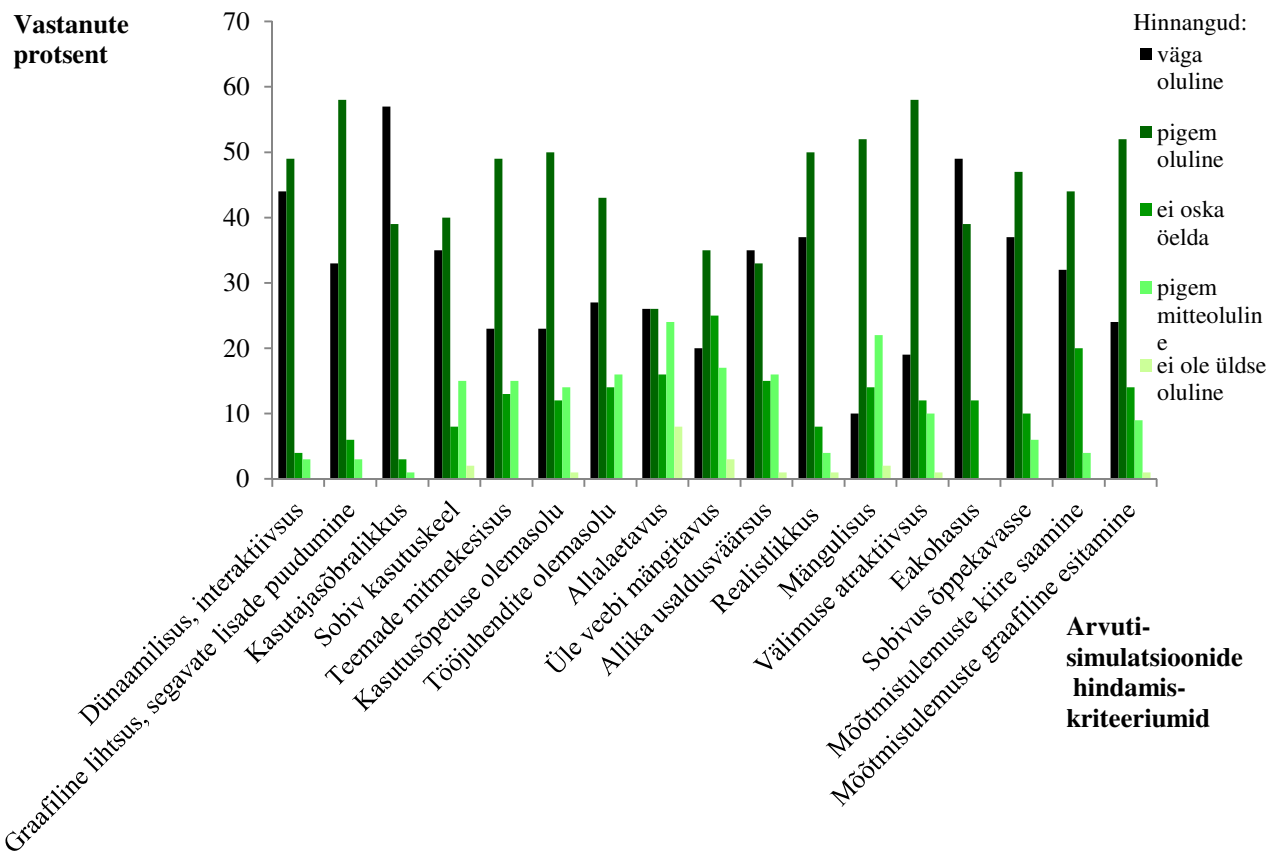


Joonis 11. Arvutisimulatsioonide kasutamise tulemused õpetajate hinnangul (n = 100).

Selgub, et ühest küljest õpetajad kasutavad arvuteid ja nutiseadmeid tunnis suhteliselt tihti ning hindavad arvutisimulatsioonide kasutamise vajalikkust loodusainete õpetamisel kõrgeks, tuues seejuures oluliste arvutisimulatsioonide kasutamise tulemustena välja mitmedki õppetegevust soodustavad aspektid (õpimotivatsiooni paranemine, õpilaste parem kaasatus tundi, digitehnoloogiaga ümberkäimise paranemine, jne (joonis8)), teisalt aga ei kasutata ära arvutisimulatsioonide täispotentsiaali – näiteks uurimusliku ja eksperimentaalse töö läbiviimisel. Võib järeldada, et arvutisimulatsioonide õppetöösse integreerimine vajab süstemaatilist lähenemist ja koostööd õppekavade koostajate, õpetajate ja koolitajate vahel.

## 1.2. Mille põhjal Eesti üldhariduskoolide õpetajad hindavad arvutisimulatsioonide kasutuskõlblikkust õppetöösks?

Kasutamiseks sobilike arvutisimulatsioonide valimise kriteeriumite olulisust said õpetajad hinnata viiepallilisel Likerti skaalal, tulemused on graafiliselt välja toodud joonisel 12. Autori poolt välja toodud 17 hindamiskriteeriumeid hindasid õpetajad valdavalt väga või pigem tähtsateks.



Joonis 12. Õpetajate hinnangud arvutisimulatsioonide valimise kriteeriumite olulisusele (n = 100).

Õpetajatel oli võimalus avatud vastusega küsimuses ka ära märkida, milliste omadustega arvutisimulatsioonid nad kindlasti ei kasutaks. Suurem osa kirjeldatud omadustest kattusid ootuspäraselt töö koostaja poolt juba välja toodud valimise kriteeriumitega. Arvutisimulatsioonide valimisel osutuvad õpetajate arvates sobimatuteks liigset ajakulu nõudvad, eriseadmete, arvutiprogrammide või operatsioonisüsteemidega ühilduvusprobleeme tekitavad, õppekavale mittevastavad, liigselt meelelahutuslikud ning ajale jalgu jäänud kujunduse ja/või loogikaga programmid. Kordagi ei toodud vastustes välja seda, et kasutamata jäetakse arvutisimulatsioon, mis ei vasta mõnele hindamismudelile. Järgnevas on välja toodud mõned vastused küsimusele „Millist arvutisimulatsiooni te kindlasti EI kasutaks?“:

- „Liiga keerulised, mis ei saa lubatuga hakkama. Näiteks peaks tulema graafik, aga lõpuks seda siiski ei näe või peab hullu vaeva nägema selle nähtavaks saamisega.

*Samas ka liiga lihtsad, mis jätavad mulje, et loodusnähtused on väga lihtsad, suisa ideaalsed.“:*

- *„Simulatsioon, mille sisu ja kasutuse efektiivsus jääb selgusetuks.“;*
- *„näiteks Algodoo ja temaga sarnases keskkonnas valmistatud omadustega.“;*
- *„Liiga palju parameetreid, ebaselge lõpptulemus, võimatu teha õppekavas nõutud oskustele vastavaid hüpoteese.“;*
- *„Neid, mis on juba minu jaoks segased ja millest arusaamist ei oska õpilastele selgitada. Keelelised probleemid võivad ka olla takistuseks.“*
- *„Kulutab suure hulga aega, mänguline lihtne, keegi ei õpi midagi olulist. Küberelule, mida õpilased nagenii elavad, tehnilistelt oskustelt alajääv ja lisaks veel ka teaduslik sisu poolest kaheldav. Miks te ei küsi, mida ma kasutaks, millest ma õpetajana puudust tunnen. oskaksin kohe kirjutada.“;*
- *„Juhend on õpilastele raskelt järgitav/tekitab liiga palju küsimusi (st õpetaja peab pidevalt abistama); mudel liiga keeruline.“.*

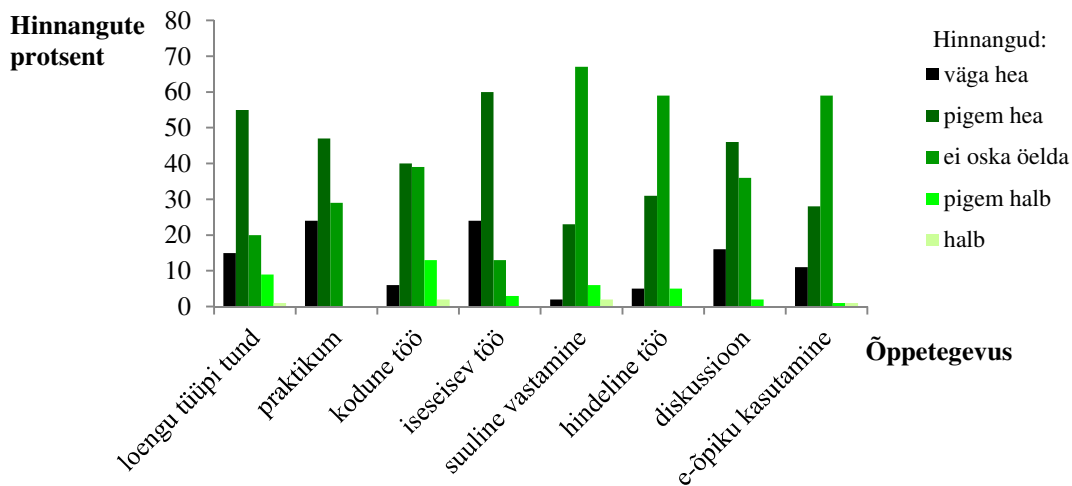
Arvutisimulatsioonide valimise kriteeriumite küsimuses testiti, kas leidub statistiliselt olulisi erinevusi tööstaaži gruppide vahel (kasutati  $\chi^2$ -testi). Statistiliselt oluline erinevus ( $p = 0,01529$ ) tööstaaži gruppide vahel ilmnis vaid tööjuhendite olemasolu hindamisel: 10 – 15-aastase tööstaažiga õpetajad peavad tööjuhendite olemasolu vajalikumaks kui lühema või pikema tööstaažiga õpetajad (Tabel 2). Selline tulemus sisuliselt aga midagi tähendada ei pruugi, kuivõrd gruppide võrdlusi antud kontekstis oli palju, siis juba tõenäosuslikult pidi tulemustesse tekkima vähemalt üks statistiliselt oluline näitaja.

Tabel 2. Erinevused tööstaaži gruppide vahel arvutisimulatsioonide valimise kriteeriumite osas

	$\chi^2$ - statistik	vabadusastmete arv (df)	p-väärtus
Allalaetavus	5,5333	4	0,2368
Allika usaldusväarsus (tõestatud põhinevus teadusuuringutel)	0,8287	4	0,9346
Dünaamilisus, interaktiivsus (parameetrite muutmise võimalus)	0,9587	4	
Eakohasus	2,9956	4	0,5586
Graafiline lihtsus, segavate lisade puudumine	3,9509	4	0,4127
Kasutajasõbralikkus (kasutusloogika lihtsus)	1,5385	4	0,8198
Kasutusõpetuse, selgitava teksti olemasolu	6,6901	4	0,1532
Mõõtmistulemuste graafiline esitamine	1,7748	4	0,7771
Mõõtmistulemuste kiire saamine	2,8555	4	0,5823
Mängulisus	7,4457	4	0,1141
Realistlikkus (nähtuse tõetruu kujutamine)	1,2280	4	0,8735
Sobiv kasutuskeel	4,5144	4	0,3408
Sobivus õppekavasse	0,8408	4	0,9329
Teemade mitmekesisus (nt lõimimisvõimalus erinevate ainete vahel)	9,1211	4	0,0581
Tööjuhendite olemasolu (nt praktilise töö tarbeks)	12,2940	4	<b>0,0153</b>
Välimuse atraktiivsus	7,9651	4	0,0926
Üle veebi mängitavus	1,2314	4	0,8729

Arvutisimulatsioonid aitavad 80% küsitluses osalenud õpetajate hinnangul õpilasi paremini tundi kaasata. Töös küsiti õpetajatelt täpsemalt, kui aktiivsed õpilased erinevates arvutisimulatsioonidega läbi viidud õppetegevustes õpetajate hinnangul on. Uurimuse põhjal võib öelda, et õpetajad hindavad õpilaste aktiivsust arvutisimulatsioonidega töötamisel pigem heaks, juhul kui nad on töö koostaja poolt pakutud õppetegevuses arvutisimulatsioone

rakendanud. Joonis 13 iseloomustab õpetajate hinnangut õpilaste aktiivsusele arvutisimulatsioonide kasutamisel õppetöös: on näha, et õpetajate hinnangul töötavad õpilased suhteliselt hästi kaasa iseseisva töö, loengu tüüpi tunni ja praktikumi korral. Antud küsimuse puhul vastati 40% ulatuses „ei oska öelda“, millest võib järeldada, et õpetajad ei ole sageli kindlad, mil moel õpilaste aktiivsust arvutisimulatsioonidega töötamisel hinnata või nad ei ole kõikides pakutud õppetegevustes arvutisimulatsioone rakendanud.



Joonis 13. Õpetajate hinnangud õpilaste aktiivsusele arvutisimulatsioonide kasutamisel õppetöös (n = 100).

Õpilaste arvutisimulatsioonidega kaasa töötamise aktiivsust uurivale küsimusele oli õpetajatel võimalik lisada omaltpoolt ka täiendavaid kommentaare:

- „Arvutisimulatsiooni kasutaksin meelsasti, kui see vastaks kursuse ainekavale, oleks õppematerjalides viidatud, kataks terve kursuse. Hindelise töö puhul oleks erinevaid variante lihtne luua, aega kuluks vähe. Peaks olema nii, et kui kasutan simulatsiooni iseseisvaks tööks, siis on lihtsalt leitavad vähemalt kolm varianti: a) õpilasele, keda aine tegelikult ei huvita; b) õpilasele, keda aine huvitab, aga esialgu veel teadmisi napib ja c) variant õpilasele, kellest võib eeldada, et tal on eelteadmisi juba omajagu ning asja vastu süvendatud huvi.“
- „Kõik see oleneb konkreetsest mudelist, väga raske on üldistada, kaugeltki iga mudel ei toimi nii nagu võiks eeldada.“
- „Kui olen andnud ülesande tunniväliselt, ei saa seda otseselt kontrollida, mille alusel õppis ja kas kasutas ise.“

- *„Abistav võimalus funktsionaalse lugemisoskuse arendamisel - selgitava teksti seostamine joonisega/skeemiga. Võimaldab looduses toimuvaid protsesse sisulisemalt mõista ja tunnetada.“*

Töös uuriti ka seda, millistest internetiallikatest õpetajad tööks sobilikke arvutisimulatsioone leidnud on. Vaatamata konkreetse allika küsimisele, leidus vastuste hulgas ligikaudu 15% ulatuses viiteid ka otsingumootorile Google, videode jagamise keskkonnale Youtube, online-entsüklopeediale Wikipedia ja ka internetile üldiselt. Lisas 2 esitatud tabelis on välja toodud vastused, milles oli viidatud konkreetsele internetiallikale.

Suurem osa küsitluses osalenud õpetajaist valib arvutisimulatsiooni kui loodusaine õppematerjali siiski usaldusväärsest allikast, näiteks Colorado ülikooli veebileht [phet.colorado.com](http://phet.colorado.com) (34% vastanuist), Eesti haridusportaal Koolielu (18%), Loodusteadusliku hariduse keskuses valminud [bio.edu.ee](http://bio.edu.ee) (14%), Eesti Füüsika Seltsi veebileht [fyysika.ee](http://fyysika.ee) (10%). Vaid ühel korral oli allikana nimetatud Haridus- ja Teadusministeeriumi poolt hallatava SA Innove õppekavade veebi, millelt leiab soovitusi arvutisimulatsioonide kasutamise kohta erinevates loodusainete teemades.

Arvutisimulatsioonide internetiallikate küsimusele vastates märkisid õpetajad ära veel järgnevat:

- *„Ma ei taha neid kuskilt leida. Tahan, et need oleks osa minu ainekavajärgse kursuse õppekomplektist. Viidatud.“;*
- *„neid on väga palju, elkõige eelistan Euroopa koolidele mõeldud variante, kodumaist“;*
- *„siit ja sealt - ei oska midagi esile tuua. Enamasti tegu juhuleidudega“;*
- *„Kuna ma ei leidnud mulle sobivaid, ma tegin neid ise.“;*
- *„Olen ise teinud ja väga erinevatest allikatest, sh võõrkeelsetest leidnud, oluline on õige otsisõna“;*
- *„Õpikeskkondadest, aineliiidu kodulehe ja suhtlusportaalide kaudu jm“.*

Vastajate hulgas oli õpetajaid, kellel on välja kujunenud kindlad internetiallika eelistused, kuid oli ka neid, kes pidevalt või aeg-ajalt uusi otsivad või ise oma äranägemise järgi sobivaid programme koostavad.

## 4. Arutelu ja järeldused

Tehnoloogia areng avardab inimeste valikuvõimalusi kõikides eluvaldkondades, kaasa arvatud haridus. Sarnaselt teistele tehnoloogiatele, muutuvad ka elektroonselt toetatavad tegevused reegliks ja tehnoloogia muutub nähtamatuks (Paiva, Morais, jt, 2016). Õpetajad peavad oluliseks IKT vahendite kasutamise poole pöörduda (HITSA, 2012).

Käesolevast uurimusest selgus, et Eesti üldhariduskoolide loodusainete õpetajaist 87% kasutavad arvutisimulatsioone keskmiselt pooltes tundides või tihemini ning hindavad arvutisimulatsioonide rolli loodusainete õpetamisel väga või pigem oluliseks. Arvutisimulatsioonide kasutamist peavad ühtviisi oluliseks nii need, kes hindavad oma arvutikasutusoskuse hindele 3, kui ka need, kes hindavad selle 4-le või 5-le.

Tehnoloogiarikkad õpikeskkonnad pakuvad loodusvaldkonna ainete õpetamiseks terve rea kasulikke võimalusi (Webb, 2005). Villems (2009) toob välja, et arvutisimulatsioonidelt oodatakse õpimotivatsiooni tõstmist, kontseptuaalse mõistmise paranemist ja eksperimenteerimise lihtsustamist. Käesolevas töös uuriti õpetajatelt, millised põhjused ajendavad neid õpetamiseks arvutisimulatsioone otsima. Olulisematena tulid välja eesmärgid ainet tulemuslikumalt selgitada, mitmekesistada õppemetoodikaid, tõsta õpimotivatsiooni, leevendada katsevahendite puudust ning õpilasi paremini tundi kaasata. Vaid vastavalt 32% ja 24% õpetajatest tõi põhjuseks uurimusliku töö oskuse või eksperimenteerimisoskuse parandamise. Varasemate uuringute põhjal aga võib öelda, et just uurimusliku töö kui ka eksperimenteerimisoskuse paranemist täheldatakse arvutisimulatsioonide õppetöös kasutamise suurte plussidena (Adams, 2008; Henno, 2010; Fan, 2015). Uuringutes on välja toodud, et õppimist peaks rohkem teostama uurimusliku töö võtmes (Bransford, Borwn, Cocking, 1999; Adams, 2008; Henno, 2010). Hästi koostatud hariduslikud arvutisimulatsioonid soodustavad uurimusliku õppe läbiviimist (Podolefsky, Perkins, Adams, 2010) ning parandavad uurimusliku töö oskusi (Fan, 2015). Käesoleva uurimuse põhjal võib väita, et Eesti üldhariduskoolides kasutatakse loodusainete õpetamisel uurimusliku õppe teostamist arvutisimulatsioonide abil vähe.

Arvutisimulatsioonide otsimise põhjuste vastuseid staažigrupiti ja kooliastmeti analüüsidest selgus, et statistiliselt olulisi erinevusi leidis vaid sobivate õppematerjalide puudumise küsimuses – väiksema kogemusega õpetajad ei leia sobivaid õppematerjale (õpikuid, töövihikuid, jms), pikema kogemusega õpetajate arvates ei ole see aga probleem. Samas võib

oletada, et kui õpetajatel oleks olemas paberil materjalid, siis nad arvatavasti ei otsiks midagi. Mis teistpidi vihjab sellele, et õpetajad on omaks võtnud infotehnoloogia kui materjalide otsimise tööriista, aga mitte väga palju enam.

Õpilaste reaalsete õppevahendite käsitlemise arendamisel ja ainekavade kontseptuaalse arusaamise tekkeks on hästi disainitud arvutisimulatsioonid kasutatuna õiges kontekstis efektiivsemad õppevahendid kui reaalsed laborivahendid (Finkelstein, jt, 2005). Käesolevast uurimusest selgus, et Eesti üldhariduskoolide loodusainete õpetajatest 53% kasutavad arvutisimulatsioone praktiliste tööde läbiviimisel, mis on, arvestades e-õppevara õppekavasse sobivuse hindamise reguleerimatust Eestis (HITSA, 2015), hea näitaja.

E-õppematerjalide kvaliteedi hindamiseks on koostatud hulgaliselt mudeleid. Samas selgub, et õpetajad kasutavad hindamismudeleid harva, kuid vaatamata sellele tunnevad õpetajad õppematerjali väärtuse ära. (Sofos ja Kostas, 2009)

Kuna Eestis ei ole veel hindamismudelit konkreetselt arvutisimulatsioonide jaoks, uuriti käesoleva töö raames õpetajatelt, milliste kriteeriumite alusel hinnatakse arvutisimulatsioonide tööks sobilikkust. Pakutud 17-st kriteeriumist hindasid õpetajad suurema osa väga või pigem oluliseks ning antud küsimuse täiendusena pakkusid õpetajad hindamiskriteeriumiteks ajakulu ja ühilduvusprobleeme. Seega on Eesti üldhariduskoolide loodusainete õpetajad arvutisimulatsioonide välja valimisel nõudlikud. Kõige populaarsem arvutisimulatsioonide internetiallikas oli Colorado Ülikooli *PhET Interactive Simulations* projekti veebilehekülg, millele viitas 34% vastanuist. Populaarsed olid ka mõned kodumaise päritoluga arvutisimulatsioonide allikad (Koolielu portaal, bio.edu.ee, www.füüsika.ee), kuid paraku neid napib. Mitmel juhul märgiti vastustes ära, et õpetajad eelistaks kodumaiseid õppematerjale.

Üks kriteerium, mida õpetajad oma arvutisimulatsioonide otsinguil arvesse võtavad, on sobivus õppekavaga. Arvutisimulatsioonide efektiivsema kasutamise eesmärgil oleks vajalik need koos vajalike kasutamiseõpetuste ja soovitusetega ainekavadesse integreerida. Eriti oluline on see, nagu ka uuringu tulemused kinnitasid, väiksema staažiga õpetajate puhul, kel on sobivate õppematerjalide leidmisel raskusi.

Arvutisimulatsioonide kasutamine loodusainete õpetamisel parandab traditsiooniliste õppemeetodite efektiivsust (Rutten, van Joolingen, van der Veen, 2011). Käesolevas töös uuriti, millistes õppetegevustes on loodusainete õpetajad arvutisimulatsioone kasutanud ja

kuidas nad hindavad õpilaste aktiivsust erinevate õppetegevuste puhul, juhul kui kasutatakse arvutisimulatsioone.

Uuringu tulemustest selgus, et õpetajad ei oska õpilaste aktiivsust erinevates arvutisimulatsioonidega läbi viidud õppetegevustes hinnata (40% ulatuses vastati „ei oska öelda“). Vastustest selgus, et üheks põhjuseks võib olla see, et õpetajad ei ole kõigis küsimustikus välja pakutud õppetegevustes arvutisimulatsioone kasutanud. Kõige kõrgemalt hinnati õpilaste kaasa töötamise aktiivsust praktikumides, loengu tüüpi tundides ja iseseisva töö puhul – nendes õppetegevustes kasutasid õpetajad arvutisimulatsioone ka kõige rohkem.

Tamim, jt (2011) toovad välja, et digitaalse tehnoloogia kasutamine õppetöös toob kaasa õpitulemuste paranemise ilminguid siis, kui arukalt kombineerida õpetajate pedagoogikat, õpetamise strateegiaid, õppekava ja koolikultuuri. OECD 2015. aasta uuringust selgub, et digitehnoloogia kasutusvõimalused on suures osas arvatavasti veel avastamata ja kasutamata. Töö autori arvamus on, et arvutisimulatsioonide välja valimisega saavad loodusteaduste õpetajad edukalt hakkama ja simulatsioonide kasutamine rikastab oluliselt õppematerjalide varamut. Õpetajate töö lihtsustamiseks ja tõhusamaks muutmiseks oleks riiklikul tasandil vajalik õppematerjalideks sobivate arvutisimulatsioonide hindamine ja viidatud soovitused kasutamise kohta ainekavades konkreetsete teemade juures.

Selleks, et arvutisimulatsioone saaks edukalt kasutada, peavad õpetajatel nende õppetöösse rakendamiseks olema õiged oskused ja teadmised (Lindgren, Schwartz, 2009). Siin võib leida puutepunkti ka OECD 2016. aasta uuringu tulemustega, milles tuuakse välja, et õpetajatel on IKT õppetöösse rakendamiseks vaja rohkem koolitust ja tuge (OECD, 2016). Toena võib võtta näiteks arvutisimulatsioonide tarbeks koostatud õpetajaraamatuid aga ka konkreetsete, ekspertide poolt koostatud või hinnatud arvutisimulatsioonide lõimimist õppekavadesse. Töö autori soovitus järgnevateks uurimistöodeks on uurida täpsemalt õpetajate koolitusvajaduse kohta arvutisimulatsioonide osas just pedagoogilise poole pealt – kuidas arvutisimulatsioonide täit potentsiaali hariduslikul eesmärgil efektiivsemalt ära kasutada.

## Kokkuvõte

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada, millised põhjused on Eesti üldhariduskoolide loodusainete õpetajatel arvutisimulatsioonide otsimiseks ja milliste kriteeriumite põhjal nad neid välja valivad. Töö eesmärgi täide viimiseks püstitati järgmised uurimisküsimused:

1. Millised on põhjused, mis ajendavad Eesti üldhariduskoolide loodusainete õpetajaid õpetegevuse tarbeks arvutisimulatsioone otsima?;
2. Mille alusel valivad Eesti üldhariduskoolide loodusainete õpetajad välja õppetöök sobilikud arvutisimulatsioonid?

Töö kirjanduse ülevaates selgitati e-õppematerjalide kasutamise vajalikkust ning hindamise aluseid. Samuti selgitati arvutisimulatsioonide olemust ja nende rolli õppimise ja õpetamise toetamisel.

Uurimismeetodina kasutati internetipõhist küsimustikku, millele vastas 100 loodusainete õpetajat. Arvutisimulatsioonide kasutamise vajalikkust hinnatakse loodusainete õpetajate hulgas väga või pigem kõrgeks ning õpetajad kasutavad neid keskmiselt pooltes tundides või tihemini. Kõige rohkem otsitakse arvutisimulatsioone eesmärgiga õppeainet tulemuslikumalt selgitada (83%), õppemeetodite mitmekesistamiseks (81%), õpimotivatsiooni tõstmiseks (58%), katsevahendite puuduse korvamiseks (57%) ja selleks, et õpilasi paremini tundi kaasata (55%). Arvutisimulatsioonide otsimise põhjustest oli statistiliselt olulisel seoses õpetajate tööstaažiga sobivate õppematerjalide leidmise eesmärk ( $\chi^2 = 20,505$ ;  $p = 0,0004$ ).

Arvutisimulatsioonide kasutamise olulisemana tulemusena täheldasid õpetajad õpilaste paremat kaasatust tundidesse, mudelite käsitlemise võime, õpimotivatsiooni, õpilaste süsteemse mõtlemise, aine-alaste teadmiste, tehnoloogia käsitlemisoskuse ja arutlusoskuse paranemist. Võib öelda, et eesmärgid arvutisimulatsioonide otsimise põhjustes kajastuvad suurel määral ka nende kasutamise tulemustes.

Kõige levinum on arvutisimulatsioonide kasutamine loengu tüüpi tunnis (81%), iseseisvas töös (72%) ja kodustes ning praktilistes töödes (vastavalt 56 ja 53%). Uurimuslikus töös on arvutisimulatsioone kasutanud alla poole küsitluses osalenutest (47%). Tulemustest selgus ka, et õpetajad on kasutanud arvutisimulatsioone aruteludes, e-õpikute puhul, suulise vastamise ja kontrolltööde juures. Arvutisimulatsioonide kasutamine pigem näitlikustava vahendina

loengutüüpi tunnis kui uurimusliku töö läbiviimisel annab mõista, et Eesti üldhariduskoolide loodusainete õppes jääb arvutisimulatsioonide täispotentsiaal kasutamata.

Arvutisimulatsioonide välja valimisel on õpetajad nõudlikud, hindamisel võetakse arvesse nii tehnilisele kui ka pedagoogilisele poolele seatud kriteeriume ning internetiallikatest tulevad tugevamini esile need, mille puhul on teada õppematerjalide koostajate taust.

Võttes arvesse teadusuuringute tulemusi, on arvutisimulatsioonide mõju haridustulemustele loodusainete valdkonnas võimalik veel oluliselt tõsta, praegu ei kasutata nende programmide täispotentsiaali kaugeltki ära. Arvestades siiski seda, et õpetajad hindavad arvutisimulatsioone ja nende kasutamist õppematerjalidena kõrgelt ja hoolega ning on alati neid õppetöös kasutama, oleks vaja tulla õpetajatele appi – koolituste näol, õppe- ja ainekavade ning ka arvutisimulatsioonide koostajate poolt – maailm liigub praegu üha suurema digitaliseerituse poole ja hariduses tuleks selle arenguga kaasnevad hüved võimalikult suuresti ära kasutada. Ja mitte ainult tehnilise, vaid just pedagoogilise poole pealt.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et loodusainete õpetajaid ajendab arvutisimulatsioone otsima soov oma tööd efektiivsemalt teostada, e-õppematerjalid on muutunud seejuures loomulikeks abivahenditeks. Arvutisimulatsioone peetakse olulisteks õppematerjalideks ning nende välja valimisel võetakse arvesse piisavalt palju asjaolusid, mis võiksid õppeprotsessi mõjutada. Programmide hindamisel tuginetakse isiklikele kogemustele ja eelistustele, õppekava soovitusel on pigem ebaolulised. Magistritööle seatud eesmärk välja selgitada, millised põhjused ajendavad Eesti üldhariduskoolide loodusainete õpetajaid tööks arvutisimulatsioone otsima ning mille alusel nad sobivad simulatsioonid välja valivad, sai täidetud.

## Kasutatud kirjanduse loetelu

**Adams, W. K., et al. (2008).** What levels of guidance promote engaged exploration with interactive simulations? AIP Konverentsi ettekanne. Edmonton.

**Adams, W.K., Reid, S., LeMaster, R., McKagan, S.B., Perkins, K.K., Dubson, M. & Wieman, C.E. (2008).** A Study of Educational Simulations Part I - Engagement and Learning. *Journal of Interactive Learning Research*, 19(3), 397-419.

**Adojaan, K., Villako, H.-A. (2005).** *Arvutimudelite kasutamise põhikooli loodusainete õppes*. Kogumikus: Loodusainete õpetamisest koolis I osa, koostanud I. Henno. Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskus, Tallinn: Argo

**Balasubramanian, N. & Wilson, B.G. (2006).** Games and Simulations. Infoühiskonna ja Õpetajahariduse Rahvusvahelise Konverentsi ettekanne. Chesapeake, Virginia.

**Blake, C., Scanlon, E. (2007).** Reconsidering simulations in science education at a distance: features of effective use. *Journal of Computer Assisted Learning*. 23(6), 491–502.

**Bransford, J., Brown, A., Cocking, R., (1999).** *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, DC: National Academy Press.

**Davies, R. S., West, R. E. (2014).** Technology integration in schools; J.M. Spector, M.D. Merrill, J. Elen, M.J. Bishop (Toim.). *Handbook of research on educational communications and technology* (4. trükk). (841-853). New York, Springer.

**Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E., & Sendurur, P. (2012).** Teacher beliefs and technology integration practices: a critical relationship. *Computers & Education*, 59(2), 423-435.

**Euroopa Komisjon, (2013).** DIGCOMP: Kuidas arendada ja mõista digipädevust Euroopas? Luxemburg: Euroopa Liidu Väljaannete Talitus.

**European Commission (EC), (2013).** Survey of Schools: ICT in Education Final Study Report Benchmarking Access, Use and Attitudes to Technology in Europe's Schools. Brussels: European Commission.

**Fan, Xinxin (2015).** Effectiveness of an inquiry-based learning using interactive simulations for enhancing students' conceptual understanding in physics. PhD Thesis, School of Education, The University of Queensland. Leitav aadressilt: <http://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:372336>

**Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C.J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Reid, S. and LeMaster, R., (2005).** When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulatios for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 1(1), 10103.

**Finkelstein, N., Perkins, K., Adams, W., Kohl, P., & Podolefsky, N. (2004).** Can Computer Simulations Replace Real Equipment in Undergraduate Laboratories?. Esitletud 2004. aastal Füüsikahariduse Uuringute Konverentsil , Sacramentos, Californias. Vaadatud 13 aprillil, 2016, aadressil: <http://www.compadre.org/Repository/document/ServeFile.cfm?ID=9543&DocID=2787>

**Gümnaasiumi riiklik õppekava (GRÕK). (2011).** Riigi Teataja I, 14.01.2011, 2. <https://www.riigiteataja.ee/akt/120092011002> (13.04.2016).

**Hariduse Infotehnoloogia SA (HITSA). 2015.** HITSA koordineeritud nelja digitaalse õppevara komplekti evalvatsiooniuringu hindamisaruanne. [http://innovatsioonikeskus.ee/sites/default/files/tekstifailid/Aruanne\\_digioppevara\\_MLaanper\\_e\\_14072015.pdf](http://innovatsioonikeskus.ee/sites/default/files/tekstifailid/Aruanne_digioppevara_MLaanper_e_14072015.pdf) (15.04.16).

**Hariduse Infotehnoloogia SA (HITSA). 2012.** Õpetajate IKT kasutusaktiivsuse mõju õpilaste tehnoloogia teadlikule kasutusoskusele. II vahearuanne. [http://innovatsioonikeskus.ee/sites/default/files/tekstifailid/IKT\\_kasutusaktiivsuse\\_moju\\_II\\_vahearuanne2012.pdf](http://innovatsioonikeskus.ee/sites/default/files/tekstifailid/IKT_kasutusaktiivsuse_moju_II_vahearuanne2012.pdf) (15.02.16).

**HaridusSILM.** Haridus- ja Teadusministeeriumi haridusstatistika keskkond. Külastatud 20.03.16. a aadressil: [http://qlikview-pub.hm.ee/QvAJAXZfc/opendoc\\_hm.htm?document=htm\\_avalik.qvw&host=QVS%40qlikview-pub&anonymous=true](http://qlikview-pub.hm.ee/QvAJAXZfc/opendoc_hm.htm?document=htm_avalik.qvw&host=QVS%40qlikview-pub&anonymous=true)

**Haughey, M., Muirhead, B., (2005).** Evaluating Learning Objects for Schools. *E-Journal of Instructional Science and Technology*. 8(1).

**Hornik, Kurt (November 26, 2015).** "R FAQ". The Comprehensive R Archive Network. 2.1 What is R?. Külastatud 22.04.2016. a aadressil: <https://cran.r-project.org/>

**Koolielu portaal.** Õppematerjalide hindamismudel. Külastatud 10.04.16. a aadressil: <http://koolielu.ee/waramu/search/sort/created/keywords/%C3%B5ppematerjali+hindamismudel>

**Koolielu portaal.** Õppematerjalide koostamise käsiraamat. Külastatud 10.04.16. a aadressil: <http://koolielu.ee/info/readnews/170071/koolielu-portaali-ppematerjalide-kvaliteedinuded> (10.04.16)

**Lankshear C., Knobel M. (2004).** *A Handbook of Research: from design to implementation*. Berkshier, England: Open University Press, 161.

**Leacock, T. L., & Nesbit, J. C. (2007).** A Framework for Evaluating the Quality of Multimedia Learning Resources. *Educational Technology & Society*. 10(2), 44–59.

**Lindgren, R., Schwartz, D. L., (2009).** Spatial Learning and Computer Simulations in Science. *International Journal of Science Education*, 31(3), 419-438.

**Mary E. Webb (2005).** Affordances of ICT in science learning: implications for an integrated pedagogy. *International Journal of Science Education*, 27(6), lk 705-735.

**National Academy of Sciences, (2011).** *Learning Science Through Computer Games and Simulations. Committee on Science Learning: Computer Games, Simulations, and Education*, Honey, M. A., Hilton, M. L., (Toim.). Board on Science Education, Division of Behavioral

and Social Sciences and Education. Washington DC: The National Academies Press.

**Nesbit, J., Belfer, K., & Leacock, T. (2003).** Learning Object Review Instrument (LORI): User Manual. Külastatud 13.04.2016. a aadressil: [http://web.archive.org/web/20040126041853/http://elera.matchbox.surrey.sfu.ca/eLera/Home/Articles/LORI 1.5.pdf](http://web.archive.org/web/20040126041853/http://elera.matchbox.surrey.sfu.ca/eLera/Home/Articles/LORI%201.5.pdf)

**OECD, 2015.** Students, Computers and Learning. Making the Connection. PISA, OECD Publishing. [http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/education/students-computers-and-learning\\_9789264239555-en#page1](http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/education/students-computers-and-learning_9789264239555-en#page1) (03.03.16).

**Osula, K.** Statistika ja andmeanalüüsi kursuste materjalid. Leitav aadressilt: <http://www.tlu.ee/~kairio/index.html> (30.04.16).

**Ottenbreit-Leftwich, A.T., Glazewski, K.D., Newby, T.J., Ertmer, P.A. (2010).** Teacher value beliefs associated with using technology: addressing professional and student needs. *Computers & Education*. 55 (3), 1321–1335

**Paiva, J., Morais, C., Costa, L., Pinheiro, A., (2016).** The shift from „e-learning“ to „learning“: Invisible technology and the dropping of the „e“. *British Journal of Educational Technology*. 47(2), 226-238.

**Piksööt, T., Sarapuu, T., (2010).** IKT rakendamine loodusteaduste õppimisel. Õppekavaportaal. Leitav aadressilt: <http://oppekava.innove.ee/ikt-rakendamine-loodusteaduste-oppimisel/>

**Pilt, L., Villems, A., Kusmin, M., Rogalevitš, V., Aluoja, L., Naulainen, M-M., Tokko, U., (2016).** „Digitaalse õppematerjali loomise soovitused“. HITSA Innovatsioonikeskus. Leitav aadressilt: <http://oppevara.hitsa.ee/kvaliteet>

**Podolefsky, N.S., Perkins, K.K. & Adams, W.K. (2010).** Factors Promoting Engaged Exploration with Computer Simulations. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6(2), 20117.

**Podolefsky, N., S., Perkins, K., K., Adams, W., K. (2009).** Computer simulations to classrooms: tools for change. Esitletud Füüsikahariduse Uuringute Konverentsil, 2009. a, Ann Arboris, Michiganis. Külastatud 13.04.2016 aadressil: <http://www.compadre.org/Repository/document/ServeFile.cfm?ID=9491&DocID=1365>

**Põldoja, H. (2016).** Digitaalsete õppematerjalide koostamine. Leitav aadressilt: <https://oppematerjalid.wordpress.com/oppematerjalid/oppematerjalide-koostamise-protsess-ja-kvaliteet/>

**Riemer, V., Schrader, C., (2015).** Learning with quizzes, simulations, and adventures: Students' attitudes, perceptions and intentions to learn with different types of serious games. *Computers and education*, 88, 160-168.

**Rutten, N. , Wouter R. van Joolingen, Jan T. van der Veen, (2010).** The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136–153.

**Sarapuu, T., Villako, H-A., (2010).** Ainekava toetavad arvutimudelid ja –simulatsioonid. Õppekavaportaal. Leitav aadressilt: <http://oppekava.innove.ee/ainekava-toetavad-arvutimudelid-ja-simulatsioonid/>

**Sofos, A., Kostas, A., (2009).** Pedagogically-Oriented Evaluation Criteria for Educational Web Resources. *eLearning Papers*, 17.

**Tamim, R.M., Borokhovski, E. B., Abrami, P.C., Schmidt, R.F. (2011).** What forty years of research says about the impact of technology on learning. *Review of Educational Research*. 81 (1), 4–28.

**van Joolingen, W. R., de Jong, T. (1991).** Characteristics of simulations for instructional settings. *Education & Computing*, 6(3-4), 241–262.

**Villako, H.-A.; Adojaan, K.; Sarapuu, T. (2009).** Veebipõhised mudelid loodusteaduste õpetamisel. Pata, K.; Laanpere, M. (Toim.). *Tiigriõpe: Haridustehnoloogia käsiraamat*

(133–150). Tallinn: Tallinna Ülikool.

**Villems, A., (2009).** Rollimängud ja simulatsioonid. Pata, Kai; Laanpere, Mart (Toim.). *Tiigriõpe: Haridustehnoloogia käsiraamat* (167–180). Tallinn: Tallinna Ülikooli Kirjastus.

**Villems, A., Kusmin, M., Peets, M.-L., Plank, T., Puusaar, M., Pilt, L., Varendi, M., Sutt, E., Kusnets, K., Kampus, E., Marandi, T., Rogalevitš, V., (2012).** „Kvaliteetse õpiobjekti loomise käsiraamat“. Eesti Infotehnoloogia SA, E-õppe arenduskeskus. Leitav aadressilt: <https://www.e-ope.ee/kvaliteet/opiobjekt> (15.04.16).

**Voolaid, H. (2014).** Füüsika kui loodusteadus, õppematerjal. Külastatud 15.01.2016.a aadressil: <http://kfk.fi.ut.ee/oppematerjalid/FKL.pdf>

## Summary

### **The reasons for the teachers of natural science in Estonia to search and choose computer simulations for teaching**

The purpose of this master's thesis was to identify the reasons for the teachers of natural science in Estonian general education schools to find computer simulations and on which basis of criteria they select the most suitable ones. Therefore, the following research questions were objected:

1. What are the reasons for the teachers of natural science in Estonian general education schools to search for computer simulations for learning activities?
2. On which basis of criteria do the teachers of natural science in Estonian general education schools select the most suitable computer simulations for learning activities?

The overview of the literature in this research explains the importance of using e-materials and the criteria of assessment. In addition, the essence of computer simulations and their role in supporting learning and teaching is explained.

An Internet-based questionnaire, answered by 100 teachers of natural science, was used as the test method. The teachers evaluate the necessity to use computer simulations very or rather important; on average, the teachers use them in half of their lessons or even more frequently. Mostly, the purpose of using computer simulations is explaining the subject more effectively (83%), diversifying of learning methods (81%), increasing learning motivation (58%), compensating for the lack of test resources (57%), and improving the student involvement in the lesson (55%). The reasons for finding computer simulations were in statistically important correlation to the teachers' work experience in purpose of finding adequate teaching material ( $\chi^2 = 20.505$ ;  $p = 0.0004$ ).

The most important outcome of using computer simulations on the basis of the observation of the teachers were that the students were more involved in the lessons, they were able to handle the models, their learning motivation increased; moreover, the students' ability to think systematically, the knowledge of the subject, to work with technology, and to reason

and debate improved. It could be stated that to a large degree, the purpose for searching computer simulations reflects in the outcome of their usage.

Computer simulations are most widely used in lecture-based lessons (81%), or for students to work independently (72%), and do homework and practical work (56% and 53%, respectively). Less than half have used computer simulations for research purpose (47%). In accordance to the results, teachers have used the simulations for discussions, the usage of e-textbooks, oral grading, and written tests. The fact that computer simulations are used in lecture-type lessons rather than to conduct exploratory work indicates that the full potential of computer simulations is not used in natural science studies in Estonian schools of general education.

While choosing computer simulations, teachers tend to be demanding – in evaluation, technical as well as pedagogical aspects are considered; most highlighted among the Internet recourses were those which learning materials compiler's background was known.

In accordance with the results of scientific research, it is possible to increase the influence of computer simulations on educational results in natural science subjects; as of now, the full potential of these programmes is far from being used. Considering the fact that the teachers highly value computer simulations and their usage for learning materials, and are eager to use them in teaching, it is necessary to meet the teachers' needs – in course of trainings by the compilers of curriculum and syllabus, and also by the creators of the computer simulations – the world moves towards digitalization; and in education, we should take advantage of the benefits of this development. That, not only in terms of technical, but pedagogical aspect.

In conclusion, the teachers of natural science are motivated to use computer simulations by the wish to perform their work more effectively, digital learning materials have become ordinary options. Computer simulations are considered as important learning tools, and while choosing them, many aspects that could influence the learning process, are taken into consideration. In evaluation of the programmes, teachers rely on their personal experience and preference; the few suggestions by curriculum are rather trivial. The objective set for the research, that was to identify the reasons for the teachers of natural science in Estonian schools of general education to use computer simulations and on which criteria they choose them, was accomplished.

## LISAD

### Lisa 1. Uurimisinstrument

#### Arvutisimulatsioonid õppetegevuses

\* Kohustuslik

1. Millise hinnangu annate enda arvutikasutusoskusele?

*Märkige ainult üks ovaal.*

1 2 3 4 5

Väga halb      Väga hea

2. Kui palju kasutate tunni läbiviimisel nutiseadmete või arvuti abi (kas ise või lubate õpilastele)? \*

*Märkige ainult üks ovaal.*

- Igas tunnis
- Tihti
- Keskmiselt pooltes tundides
- Harva
- Ei kasuta aine selgitamisel arvuti ega nutiseadmete abi

3. Kui oluliseks peate arvutisimulatsioonide kasutamist loodusainete õpetamisel? \*

*Märkige ainult üks ovaal.*

- väga oluliseks
- pigem oluliseks
- ei oska öelda
- pigem ebaoluliseks
- täiesti ebaoluliseks

4. Millised põhjused ajendavad Teid tunni läbiviimiseks arvutisimulatsioone otsima? \*

*Märkige kõik sobivad.*

- Eesmärk tõsta õpimotivatsiooni
- Eesmärk ainet tulemuslikumalt selgitada
- Sobilike õppematerjalide (õpikud, töövihikud) puudus
- Katsevahendite puudus

- Õppemetoodikate mitmekesistamine
- Õppekava soovitusel
- Eesmärk õpilasi paremini tundi kaasata
- Eesmärk elavdada õpilaste ja õpilase-õpetaja vahelist diskussiooni ja koostööd
- Uurimusliku töö teostamisoskuse parandamine
- Eksperimenteerimisoskuse parandamine
- Muu:

5. Mille põhjal hindate arvutisimulatsiooni sobilikkust õppetöös? \*

Märkige ainult üks ovaal rea kohta.

	Väga oluline	Pigem oluline	Ei oska öelda	Pigem mitteoluline	Ei ole üldse oluline
Dünaamilisus, interaktiivsus (parameetrite muutmise võimalus)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Graafiline lihtsus, segavate lisade puudumine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kasutajasõbralikkus (kasutusloogika lihtsus)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sobiv kasutuskeel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teemade mitmekesisus (nt lõimimisvõimalus erinevate ainete vahel)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kasutusõpetuse, selgitava teksti olemasolu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tööjuhendite olemasolu (nt praktilise töö tarbeks)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Allalaetavus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Üle veebi mängitavus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Allika usaldusväärsus (tõestatud põhinevus teadusuuringutel)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realistlikkus (nähtuse tõetruu kujutamine)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mängulisus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Välimuse atraktiivsus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eakohasus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sobivus õppekavasse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Mõõtmistulemuste kiire saamine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mõõtmistulemuste graafiline esitamine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Milliste omadustega arvutisimulatsioone te kindlasti tunnis EI kasutaks?

7. Valitud arvutisimulatsioonide kasutamise tulemusena: \*

*Märkige kõik sobivad.*

- on õpilased tundi paremini kaasatud;
- paranevad õpilaste aine-alased teadmised (õppeedukus);
- paraneb õpilaste loovus;
- paraneb õpilaste süsteemne mõtlemine;
- paraneb õpilaste- ning õpetaja-õpilaste vaheline arutelu ja koostöö õppeprotsessis;
- paranevad õpilaste oskused ja võimed uurimusliku töö osas;
- paranevad õpilaste oskused ja võimed eksperimenteerimise osas;
- paraneb õpilaste võime kasutada, mõista ja luua mudeleid;
- paranevad õpilaste oskused (digi)tehnoloogia käsitlemisel;
- paraneb õpilaste õpimotivatsioon;
- paraneb klassis valitsev sisekliima;
- Muu:

8. Millistes õppetegevustes olete arvutisimulatsioone kasutanud ? \*

*Märkige kõik sobivad.*

- Loengu tüüpi tunnis
- Iseseisvas töös
- Koduses töös
- Suulisel vastamisel

- Kontrolltöodes
- Aruteludes
- Praktilistes töodes
- Uurimuslikus õppes
- E-õpikut kasutades
- Muu

9. Õpilaste aktiivsus arvutisimulatsioonide kasutamisel on: \*

*Märkige ainult üks ovaal rea kohta*

	väga hea	pigem hea	ei oska öelda	pigem halb	halb
loengu tüüpi tunnis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
praktikumis teemaga tutvumisel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
koduste tööde teostamisel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
iseseisva töö korral	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
suulise vastamise abivahendina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
hindelise töö abivahendina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
diskussiooni abivahendina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
e-õpikut kasutades	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Soovi korral täiendage eelnevat küsimust.

11. Millistest internetiallikatest olete leidnud õppetöökks sobivaid arvutisimulatsioone? \*

12. Teie vanus:

13. Olete: \*

*Märkige ainult üks ovaal.*

- naine

mees

14. Olete töötanud õpetajana: \*

*Märkige ainult üks ovaal.*

alla aasta

1 - 5 aastat

5 - 10 aastat

10 - 15 aastat

15 - 20 aastat

üle 20 aasta

15. Õpetate: \*

*Märkige kõik sobivad.*

gümnaasiumiastmes

III kooliastmes

II kooliastmes

I kooliastmes

16. Kas töötate: \*

*Märkige kõik sobivad.*

Ainult gümnaasiumiastmega koolis, sh riigigümnaasiumis

Suurlinna või maakonnakeskuse koolis

Väikelinna- või maakoolis

Muu:

17. Milliseid allpool toodud loodusainetest õpetate? \*

*Märkige kõik sobivad.*

Füüsika

Keemia

Bioloogia

Geograafia

Loodusõpetus

Lisa 2

Tabel 3. Küsitluses osalenute märgitud internetiallikad, millelt leiti õppetöök sobivaid arvutisimulatsioone.

Internetiallikas	Vastanute protsent
<a href="http://phet.colorado.com">phet.colorado.com</a>	34%
<a href="http://www.koolielu.ee">www.koolielu.ee</a>	18%
<a href="http://bio.edu.ee">bio.edu.ee</a>	14%
<a href="http://www.fyysika.ee">www.fyysika.ee</a>	10%
<a href="http://mudelid.5Dvision.ee">mudelid.5Dvision.ee</a>	6%
<a href="http://biodigi.edu.ee">biodigi.edu.ee</a>	4%
<a href="http://www.khanacademy.org">www.khanacademy.org</a>	3%
<a href="http://www.learningApps.org">www.learningApps.org</a>	2%
<a href="http://www.walter-fendt.de">www.walter-fendt.de</a>	2%
<a href="http://www.tahvel.ee">www.tahvel.ee</a>	2%
<a href="http://www.chemicum.com">www.chemicum.com</a>	2%
<a href="http://kooligeograafia.ut.ee">kooligeograafia.ut.ee</a>	2%
<a href="http://www.eun.org">www.eun.org</a>	1%
<a href="http://www.physics-animations.com">www.physics-animations.com</a>	1%
<a href="http://www.go-lab-project.eu">www.go-lab-project.eu</a>	1%
<a href="http://www.upscale.utoronto.ca">www.upscale.utoronto.ca</a>	1%
<a href="http://www.nasa.gov">www.nasa.gov</a>	1%
<a href="http://www.oppekava.ee">www.oppekava.ee</a>	1%
Füüsikaõpetajate nädalakiri Mesilane	1%
<a href="http://www.matefus.eu">www.matefus.eu</a>	1%
<a href="http://www.geogebra.org">www.geogebra.org</a>	1%
<a href="http://www.gi.ee">www.gi.ee</a>	1%
<a href="http://www.taskutark.ee">www.taskutark.ee</a>	1%

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Kadri Soome,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose "**Eesti üldhariduskoolide loodusainete õpetajate ajendid ja põhjused arvutisimulatsioonide valimiseks õppetöösse**", mille juhendajad on Kaido Reivelt, PhD ja Svetlana Ganina, PhD,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 25.05.2016

.....