

TARTU ÜLIKOOL

Loodus- ja tehnoloogiateaduskond

Eveli Raudla

**Gümnaasiumiõpilaste optika-alaste teadmiste kujundamine AHHA
Teaduskeskuses kasutatava õppematerjali rakendamisel**

Magistritöö

Juhendaja: lektor Henn Voolaid

Tartu 2013

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS.....	3
2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	5
2.1 Füüsika gümnaasiumis.....	5
2.2 Õpilaste hoiakud	7
2.3 Õpimotivatsioon.....	10
2.4 Formaalne ja mitteformaalne õpe	12
2.4.1 Teaduskeskuses õppimine	14
2.4.2 AHHA Teaduskeskus	15
3. METOODIKA.....	17
3.1 Valim	17
3.2 Uurimistöö ülesehitus	17
3.3 Õppematerjal.....	18
3.4 Andmetöötlus.....	19
4. TULEMUSED JA ARUTELU.....	20
4.1 Eel- ja järeltesti tulemuste võrdlus.....	20
4.2 Poiste ja tüdrukute tulemuste võrdlus.....	21
4.3 Edukamate ja vähemedukate õpilaste tulemuste võrdlus.....	22
4.4 Õpilaste hinnangud ja nende seos tulemustega.....	23
4.5 Õpilaste tagasiside	28
4.6 Arutelu	28
KOKKUVÕTE	31
TÄNUAVALDUSED.....	33
KASUTATUD KIRJANDUS	34
SUMMARY	38
LISAD	40

1. SISSEJUHATUS

Füüsika ja teiste loodusainete õpetamine on keerukas, kuid huvitav protsess, mis võimaldab õpetajal kasutada mitmeid erinevaid õppemeetodeid ja abivahendeid igapäevaelust. Et motiveerida õpilasi õppima ja muuta füüsika neile huvitavaks, tuleb õpetajal iga päev palju vaeva näha. Selleks kasutatakse erinevaid õppemeetodeid, praktilisi töid ning tegevusi väljaspool kooli ja klassiruumi, eemärgiga avardada õpilaste maailmapilti või parandada nende õpitulemusi.

Üheks võimaluseks on viia õppeprotsess klassiruumist välja ning külastada erinevaid teadusasutusi ja -keskusi. Õpetajad kasutavad selliseid õppereise õppemeetoditena tihti. Harva on neil aga kindel eesmärk ja seos eelnevalt klassiruumis toimuvaga ning hiljem käsitletavaga. Et õppereiside kasutegur oleks maksimaalne, tuleks need põhjalikult läbi mõelda ning õppekavaga seostada.

Ka uues gümnaasiumi riiklikus õppekavas (2011) rõhutatakse oskust lahendada uurimuslikku laadi igapäevaelulisi probleeme, terviklikku ettekujutust füüsikast kui fundamentaalsest teadusest ja selle seostest meie igapäevaeluga. Erinevad klassivälised tegevused (sh teaduskeskuste külastamine) aitavad kindlasti kaasa tervikpildi kujunemisele füüsikast meie ümber.

Antud magistritöös käsitletavat teemat ajendas uurima AHHA Teaduskeskuse juhatuse liikme Andres Juure poolt välja toodud eesmärk teha rohkem koostööd õpetajatega ning luua kogum õppematerjalidest, mida õpetajad saaksid keskkuses õpilastega viibides kasutada. Vaatluse all oleva magistritöö käigus valminud õppematerjali saavad edaspidi soovi korral oma õppetöö raames AHHA Teaduskeskuses rakendada kõik õpetajad.

Käesoleva magistritööga soovitakse välja selgitada, kuidas mõjutab AHHA Teaduskeskuse külastamine ja külastuse ajal teemakohase töölehe kasutamine õpilaste teadmiste taset. Selleks loodi gümnaasiumi III kursuse teemat „Valguse ja aine vastastikmõju“ hõlmav ja AHHA Teaduskeskuse eksponaatide abil rakendatav õppematerjal (tööleht). Esmalt läbiti õpilastega antud teema 12 õppetunni jooksul. Seejärel sooritati eeltest ning pärast teaduskeskuse külastust täideti järeltest koos ankeetküsimustikuga.

Lähtudes töö eesmärgist püstitati järgmised uurimisküsimused:

- Mil määral aitab koostatud õppevahend (tööleht) õpilastel paremini mõista teema „Valguse ja aine vastastikmõju“ raames õpitut?
- Mil määral erineb õppematerjali kasutamise tulemus poiste ja tüdrukute seas?
- Mil määral erineb õppematerjali kasutamise tulemus edukamate ja vähemedukate õpilaste seas?
- Kuidas on õpilaste tulemuste muutus (eel- ja järeltesti tulemuste vahe) seotud õpilaste antud hinnangutega?

Antud magistritöö annab ülevaate füüsika õppimisest ja õpetamisest gümnaasiumis, õpimotivatsioonist ja õppimisest klassiruumist väljaspool. Empiirilises osas selgitatakse uurimuse metoodikat, esitatakse tulemused ning järeldused. Uuring viidi läbi 2013. aasta aprillis ning selles osales 41 Tartu Kunstigümnaasiumi 11. klassi õpilast.

2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

2.1 Füüsika gümnaasiumis

Gümnaasiumi riikliku õppekava (2011) lisa 4 järgi kuuluvad loodusainete ainevaldkonda bioloogia, geograafia, keemia ja füüsika. Gümnaasiumis on õpilastel kohustus läbida viis füüsikakursust: „Füüsikalise looduskäsitluse alused“, „Mehaanika“, „Elektromagnetism“, „Energia“ ning „Mikro- ja megamaailma füüsika“. Lisaks pakub õppekava välja kaks valikkursust „Füüsika ja tehnika“ ning „Teistsugune füüsika“ ja interdistsiplinaarsed, vähemalt osaliselt füüsikat hõlmavad valikkursused „Mehhatroonika ja robotika“ ning „Loodusteadused, tehnoloogia ja ühiskond“.

Loodusainete valdkonna õppeainete eesmärgiks on kujundada loodusteaduste- ja tehnoloogiaalast kirjaoskust, seostades omavahel järgmisi valdkondi:

- empiiriliste teadmiste omandamine bioloogilistest ja füüsikalise-keemilistest süsteemidest;
- loodusteadusliku meetodi omandamine, mis sisaldab ka teaduslikku suhtumist, sealhulgas vigade tunnistamist;
- probleemide lahendamise ja otsuste tegemise oskuste arendamine, arvestades nii loodusteaduslikke kui ka majanduslikke, poliitilisi, sotsiaalseid, eetilisi ja moraalseid aspekte;
- õpilaste personaalsete võimete, sealhulgas loovuse, kommunikatsiooni- ja koostööoskuste arendamine, hoiakute kujundamine loodusteaduste, tehnoloogia ja ühiskonna suhtes; riskide teadvustamine ja karjääriteadlikkuse kujundamine (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2011).

Õppekavas on oluline koht uurimuslikul õppel, mille raames tehakse praktilisi töid ja lahendatakse teoreetilisi igapäevaelulisi probleeme. Peamine on õpilaste oskus tunda ära loodusteadusliku sisuga probleeme ning kasutada loodusteaduslikku meetodit (Peil & Tarkpea, 2012) nende lahendamiseks. Õpilaselt oodatakse oskust kasutada erinevaid teabeallikaid ja hinnata seal leiduvat informatsiooni kriitiliselt. Füüsikaõppes käsitletakse nähtusi süsteemselt, püüdes luua terviklik ettekujutus füüsikast kui fundamentaalsest teadusest. Lisaks on füüsikaõpe seotud tihedalt matemaatikaga, pannes aluse tehnika ja

tehnoloogia mõistmisele ning aitab väärtustada tehnikaga seotud elukutseid (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2011).

Gümnaasiumi füüsikaõppe eesmärgiks on pakkuda vajalikke füüsikateadmisi tulevasele kodanikule, kujundada temas keskkonnahoidlikke ja ühiskonnasõbralikke ning jätkusuutlikule arengule orienteeritud hoiakuid. Gümnaasiumi tasemel käsitletakse nähtusi süsteemselt, arendades terviklikku ettekujutust loodusest. Võrreldes põhikooliga tutvutakse sügavamalt erinevate vastastikmõjude ja nende poolt põhjustatud liikumisvormidega ning otsitakse liikumisvormide vahelisi seoseid. Gümnaasiumi füüsikaõppe on holistlik, pidades tähtsaks olemuslikke seoseid tervikpildi osade vahel. Esimeses kursuses formuleeritakse nüüdisaegse füüsika üldprintsüübid ning konkreetsete loodusnähtuste hilisemal käsitlemisel juhitakse pidevalt õpilaste tähelepanu nimetatud printsüüpide ilmumisele (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2011).

Seoses uue riikliku õppekavaga (2011) on oluliselt muutunud gümnaasiumi füüsikakursuste järjestus. Loobutud on teemade järjestamisest ajaloolise tekkejärjestuse alusel ning on lähtunud sisulistest seostest erinevate teemavaldkondade vahel. Esmalt vaadeldakse füüsika olemust ja uurimismeetodeid, üldmudeleid ja printsüüpe. Edasi uuritakse kehade liikumist ja väljadega seonduvat ning füüsika energeetilisi rakendusi ja lõpetatakse inimese meeleeelunditele vahetult tajumatu mega- ja mikromaailma füüsikaga. Peamised muutused hõlmavad lisandunud kursust „Füüsikalise looduskäsitluse alused“. Eelnevalt eraldi teemadena käsitletud elektri- ja magnetnähtused ning optika on koondatud ühtseks kursuseks „Elektromagnetism“ ning kursus „Energia“ vaatleb üheskoos energia põhiprintsüüpe ja soojusnähtusi (Tarkpea, 2010).

Lisaks loodusteaduslikule pädevusele taotleavad gümnaasiumi füüsikakursused ka teiste pädevuste nagu emakeele-, matemaatika-, infoallikate kasutamise-, tehnoloogia-, õpi- ja tegutsemispädevuse arendamist. Rõhku pannakse rohkem uurimuslikku laadi igapäevaeluliste probleemidega seonduvate ülesannete, mitte niivõrd klassikaliste füüsikaülesannete lahendamisele. Iga teema hõlmab endas praktilisi töid ja võimalusi IKT vahendite kasutamiseks õppetöös (Tarkpea, 2010).

2.2 Õpilaste hoiakud

Loodusteaduste ning sealhulgas ka füüsika õpetamine on mitmete erinevate allikate kohaselt (Osborne, 2003; Owen, Dickson, Stanisstreet & Boyes, 2008; Williams, Stanisstreet, Spall, Boyes & Dickson, 2003; Woolnough, 1994) raskustes, kuna õpilaste hoiakud loodusteaduste õppimise suhtes on halvenenud, aina vähem valitakse vastavaid õppeaineid oma tunniplaani ning kaalutakse karjäärivalikuna loodusteadusi. Loodusaineid peetakse ebaoluliseks, leitakse, et nende sisu on aegunud ja nad on loodud harima vaid väheseid nii-öelda tulevase teadlasi. Erinevalt koolis õpetatavast peetakse aga väljaspool pakutavat tihti huvitavamaks ja väljakutsuvamaks (Braund, 2006).

Tänapäevani on ka Eesti õpilaste seas üpris levinud arvamus, et füüsika on keeruline ja suures osas matemaatikal põhinev õppeaine. Põhjuseid sellisteks eelarvamusteks on mitmeid. Peamiselt peetakse füüsikat keeruliseks just iganenud õpetamismeetodite tõttu, mille puhul füüsika on tihti matemaatikakeskne, sest õpetamisel kasutatakse peamiselt täppisteaduslikku meetodit. Tänapäeva füüsikaõpe püüab keskenduda rohkem loodusteaduslikule meetodile, kus kirjeldatakse nähtusi tavakeeles, leitakse analoogiaid juba tuntud nähtustega, kasutatakse kvalitatiivseid kirjeldusi ja püütakse leida põhjuslikke seoseid (Voolaid, 2010). Täppisteaduslik meetod ei ole kindlasti halvem, küll aga tuleks tema juurde asuda alles siis, kui loodusteaduslik meetod on omandatud.

Osborne (2003) on välja toonud erinevad tegurid, mis võivad mõjutada õpilaste hoiakuid loodusainete õppimise suhtes. Peamiste faktoritena on nimetatud sugu, sotsiaalne staatus, õpetaja ja temast tulenevad tegurid, õppekava, õpilaste eelarvamused ja olemasolevate alternatiivainete hulk. Õpetaja peab silmas pidama kõiki neid tegureid ning oskama nendega arvestada. Tänapäeva õppekava võimaldab õpilastel teha tunduvalt rohkem valikuid kui see oli mitukümmend aastat tagasi ning õpetaja oskus õpilastes huvi tekitada on seetõttu muutunud aina tähtsamaks ja ka keerulisemaks. Õpetaja rolli olulisuse õpilaste hoiakute kujundamisel toovad välja ka Myers ja Fouts (1992).

Andes õpilastele klassiruumis erinevaid ülesandeid, peame arvestama sellega, kuidas õpilased nende ülesannete väärtust hindavad. Eccles ja Wigfield (1995) toovad välja kolm faktorit, mis mõjutavad õpilase arvamust talle antud ülesande olulisuse kohta:

- huvi või rahulolu, mis ülesande täitmisest saadakse;

- ülesande lahendamise olulisus õpilase jaoks;
- ülesande lahendamisest saadav kasu.

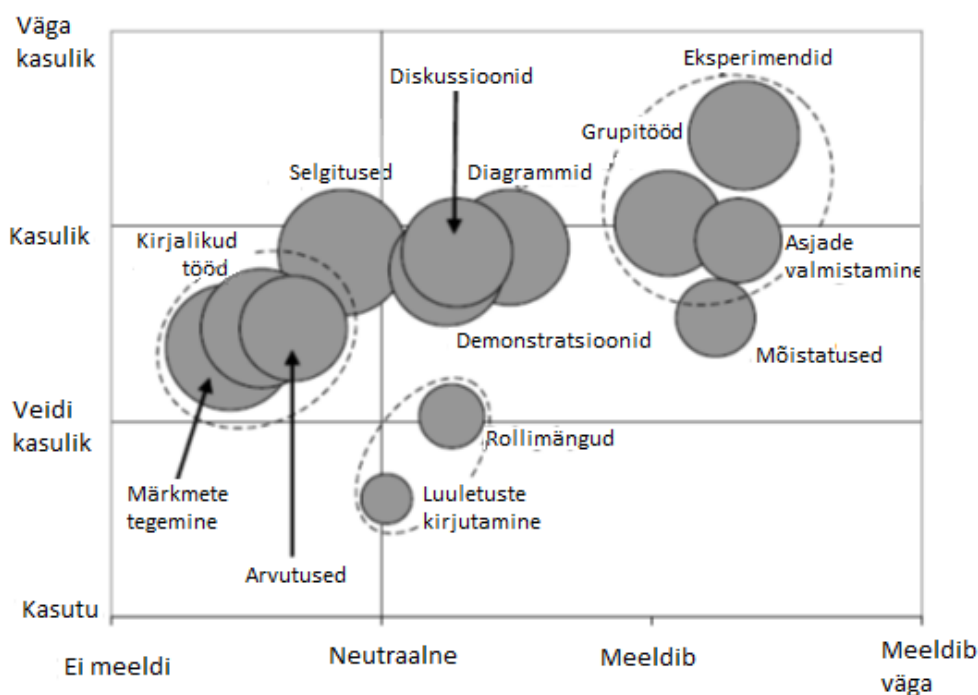
Selgitades välja, milliseid ülesandeid õpilased kõige kõrgemalt hindavad, jõuame lähemale arusaamisele, milliste ülesannetega neid motiveerida.

Suurbritannias on füüsika populaarsuse langus koolides olnud probleem juba aastaid. Tähelestatud on, et enne keskkooli on õpilaste hoiakud üpris positiivsed, kuid muutuvad oluliselt selle kooliastme jooksul. Just siis kirjeldatakse füüsikat sõnadega „raske“, „igav“ ja „ebaoluline“ (Williams jt, 2003). Põhjuseks arvatakse olevat põhikooli füüsika liigne matemaatikakesksus ning ei jäeta kõrvale ka erinevaid õpetajast, koolikeskkonnast ja õpilastest endist tulenevaid faktoreid. Kuna õpilastest tulenevaid tegureid on raske muuta, tuleks keskenduda õpetaja tegevuse ja hoiakute ning õpikeskkonna parandamisele. Selleks soovitatakse kasutada erinevaid õpetamismeetodeid, igapäevaeluliste näidete toomist ja tundide ülesehituse ning struktuuri paremat läbimõtlemit (Myers jt, 1992). Lisaks on äärmiselt olulised õpetaja isiklikud hoiakud ja entusiasm (Woolnough, 1995). Õpilaste seas läbi viidud uuring (Owen jt, 2008) näitas, et kõige vähem hindavad õpilased kirjalikke ülesandeid, samuti ei olnud populaarsed passiivsed tegevused nagu õpetaja kuulamine, mida õpilased pidasid aga sellest hoolimata kasulikuks. Kõige kõrgemalt hinnati erinevaid sotsiaalseid tegevusi, näiteks rühmatöid. Ilmnes, et mida vanemad olid küsitletud, seda vähem kasulikuks hinnati erinevaid sotsiaalseid tegevusi õppetöös.

Joonis 1 kajastab antud uurimuse tulemusi skaalal meeldivus-kasulikkus. Meeldivaks ja kasulikuks peetakse eelkõige aktiivseid ja sotsiaalset aspekti sisaldavaid tegevusi nagu katsed, grupitööd, asjade valmistamine ja mõistatused. Kõige madalamad hinded nii meeldivuse kui kasulikkuse osas said luuletuste kirjutamine ja rollimängud. Ka märkmete tegemine, kirjalikud tööd ja arvutused ei ole meeldivuse skaalal kõrgel, samas neid peavad õpilased siiski keskmiselt kasulikuks. Ringide suurus näitab, kui tihti õpilaste hinnangul neid meetodeid füüsikatundides kasutatakse (Owen jt, 2008).

Õpilaste hoiakuid kujundavad mitmed erinevad tegurid. Tänapäeval on suur roll meedial. Lisaks on oluline osakaal moel ehk sellel, mis on parajasti populaarne. Õpilaste mõtlemine käib tihti kindlate mallide järgi, mis on üle võetud raadiost, televisioonist, internetist, sõpradelt. Selliste mallide vastu aitab mõtlemine ise – uute olukordade mõtestamine ja oma kõne, käitumise ning mõtlemisviisi välja töötamine. Psüühilised protsessid kulgevad

erinevatel inimestel juba sünnipäraselt väga erinevalt, mistõttu on osa inimeste stereotüüpe muuta lihtsam, teiste puhul raskem (Leppik, 2006).



Joonis 1. Suurbritannia õpilaste arvamus erinevatest õppemeetoditest skaalal meeldivus-kasulikkus. Ringide suurus väljendab meetodi kasutamissagedust füüsikatundides.

Et muuta füüsika õpilastele atraktiivseks ja huvitavaks, tuleb õpetajal iga päev palju vaeva näha. Kõigest loodusteadusliku meetodi rakendamisest kindlasti ei piisa, oma tegevus ja selle eesmärgid tuleb põhjalikult läbi mõelda. Et tagada õppimise efektiivsus, tuleb Voolaiu ja Ganina (2007) järgi kindlaks teha olemasolevate ressursside korral saavutatav maksimaalne uute teadmiste ja oskuste hulk. Kuna maksimaalseid uusi teadmisi ja oskusi on keeruline kindlaks teha, siis piirduetakse üksnes uute teadmiste ja oskuste hulga kindlakstegemisega. Füüsikaõppe efektiivsust saab parandada, kui muuta kasutatavat ressursi, täiustades õpetamise metoodikat.

Voolaid ja Ganina (2007) toovad peamiste füüsika õpetamise efektiivsust mõjutavate teguritena välja:

- õpilaste õpistiili tundmine ja sellega arvestamine;
- õpilaste teadmiste tasemega (eelteadmistega) arvestamine;
- õpetaja pädevus (nii aines kui ka pedagoogikas);

- õpetamismeetodi valik (oluline osa on ka laboritöödel ja ülesannete lahendamisel);
- õppetöö tulemuste kontrollmeetodi valik.

2.3 Õpimotivatsioon

Õppimine eeldab motiveeritud inimest. Õpilase jaoks on kõige fundamentaalsemaks motivaatoriks soov lülituda õpiprotsessi ja tihti me eeldamegi, et õpilased on õpiprotsessi lülitumiseks motiveeritud. Kuna õppimine on alati teatud ajalise kestvusega, siis võivad sellise motivatsiooni püsivust mõjutada mitmed tegurid. Tavaliselt õpetajad teavad, et motivatsioon on õpilaste õppimise jaoks väga oluline. Tihti märgatakse õpilaste tähelepanu hajumist või klassi emotsionaalse kliima tõsiseid muutusi tunni jooksul. Sellised olukorrad kinnitavad õpetajale, et motivatsioonil on õppimises suur roll. Motivatsioon tuleks aktiveerida enne õppimise algust ning ka õppimise kestel. Isegi sündmused, mis toimuvad pärast õppimist, võivad oluliselt mõjutada järgnevat õppimist (Gagne, 1992). Algpäraselt on õppimise aluseks ürgne enesearenduse instinkt (inimese uurimuslik käitumine). Paljudel õpilastel on see instinkt erinevatel põhjustel kustunud ja puudub ka huvi õpitava vastu. Neid õpilasi ei saa enne edukalt õpetada, kui oleme neid suutnud pisutki motiveerida (Leppik, 2006).

Motivatsioon jaguneb sisemiseks ehk loomumaseks ja väliseks motivatsiooniks. Välise motivatsiooni kohaselt teostab õpilane toiminguid selleks, et saada tasu või vältida ebameeldivaid tagajärgi. Sisemine motivatsioon tuleneb isiklikust rahulolust, mida õpilane kogeb ülesannet lahendades või tajudes, et ta oskab midagi, mida ta varem ei osanud (Deci & Ryan, 2004). Õpetaja peaks ennekõike rõhuma õppurite sisemisele motivatsioonile. Siiski sageli on õppetöö alguses õpetaja võimuses just välise motivatsiooni stimuleerimine. Õppurid võivad kursuse jooksul tihti oma motivatsiooni muuta, olles alustades näiteks väliselt motiveeritud ning kursuse jooksul teemasse süvenedes saavad sisemiselt motiveerituks. Õpetaja võib oma õppetööd alustada, kasutades välist motivatsiooni ning seejärel tuleks järkjärgult õppemeetodeid ja tegevusi muutes kasvatada sisemist motivatsiooni (Lepik, Püssim, Sirel & Haud, 2002).

Kikas ja Mägi (2006) jagavad motivatsiooni allikad meisterlikkusele suunatud ja tulemusele suunatud saavutuseesmärkideks. Meisterlikkusele suunatud õpilased püüavad õpitavat mõista ja kasutada. See toob kaasa suurema süvenemise oma ülesannetesse. Vajadusel otsitakse juurde uut materjali ja püütakse infot olemasolevaga seostada. Tulemusele suunatud õpilased

püüavad eelkõige teistest paremad olla või oma ebakompetentsust varjata. Tihti õpitakse materjal seetõttu mehaaniliselt pähe või välditakse keerukaid situatsioone, kaotusi, negatiivseid tagajärgi. Mõlema eesmärgiga kaasnevad erinevad õpistrateegiad ja käitumine.

Välise motivatsiooni puuduseks on oht, et õppurite huvi koondub rohkem tasu saamisele kui õppetöö sisule. Õppurid keskenduvad õpetaja signaalide tõlgendamisele ja on rahul, kui õpetaja paistab olevat rahul. Seega on õppurite tähelepanu pigem koondunud lõpp-produktile, mitte õppetöös läbiviidavatele tegevustele (Lepik jt, 2002). Tähelepanu on sellisel juhul suunatud iseendale, oskuste näitamisele ja oma ego kaitsmisele (Kikas jt, 2006). Sisemine motivatsioon tekib näiteks õppetöös, kus õppurid tahavad ülesannet lahendada lihtsalt seetõttu, et neile see meeldib, sest ülesanne on nende jaoks põnev ja huvitav (Lepik jt, 2002). Selline õpilane töötab tunnis aktiivselt kaasa, esitab küsimusi ja teeb kodutöid põhjalikult. Taolise motivatsiooni tekkimise eeltingimus on sobiv tasakaal õppurite eelduste ja ülesannete raskusastme vahel. Õppuritele tuleb esitada õpiväljakutseid, mis ei käi neile üle jõu, kuid mis ei mõju ka liialt lihtlabaselt (Kikas jt, 2006). Seda väidab ka L.Võgotski oma potentsiaalse arengu teoorias, mis defineerib potentsiaalse arenguvaldkonna kui õpilase tegeliku ja potentsiaalse mõtlemis- ja arutlustaseme vahe. Arengu kindlustamiseks tuleb valida õppeülesanded ja korraldada õppetöö viisil, et need kutsuksid õpilastes esile mõtlemisprotsessid, mis ületavad nende iseseisva arutlustaseme. Võgotski põhiideeks on väide, et hea on ainult see õpetamine, mis on arengust ees (Krull, 2001).

Bymani, Lavoneni, Juuti ja Meisalo (2012) poolt Soomes läbi viidud uuring näitab, et õpimotivatsioon on positiivses korrelatsioonis füüsika õpitulemustega. Lisaks on erinevad motivatsioonilised aspektid tugevas positiivses seoses suhtumisega füüsika õppimisse. Õpetaja tegevus on äärmiselt oluline, sest õpilaste ideede kuulamine ja nende kaasamine tunni planeerimisse on uuringu kohaselt tugevas seoses õpilaste motivatsiooni mõjutavate teguritega ning uurimusliku aspekti eemaldamine tunnist korreleerub nende teguritega pigem negatiivselt.

Kõiksuguste saavutussituatsioonide puhul on alati olemas nii positiivne kui ka negatiivne pool. Kui õpilane saavutab soovitud tulemuse, on ta endaga rahul, tunneb uhkust ja rõõmu. Kui eesmärgini ei jõuta, kaasnevad sellega halb meeleolu, kurbus ja masendus. Nii võib juhtuda, et õpilane, kartes läbi kukkuda ei püüdlegi enam paremate tulemuste poole, vaid hakkab negatiivseid väljundeid vältima (Kikas jt, 2006).

Pea kõik õpetajad usuvad, et nad saavad mõjutada õpilaste õppimist, kuid on raskustes õpilaste motivatsiooni mõjutamisega. Põhjus võib olla õpilaste liialt suur hulk, või ka vähesed teadmised selles vallas. See on eriti oluline aspekt just seetõttu, et erinevate uuringute tulemused näitavad (Byman jt, 2012; Wentzel, 1998; Skinner & Belmont, 1993), et õpetajal on õpilaste motivatsiooni mõjutajana tähtis roll. Õpetajad saavad suurendada õpilaste motivatsiooni neid julgustades, eriti toimib see madalama sissetulekuga peredest pärit laste puhul. Motivatsiooni suurendab ka suurem kontroll koduste tööde sooritamise, tundides kohal viibimise, käitumise ja akadeemiliste tulemuste üle ning kõrgemad ootused nendele aspektidele. Huvi kadumist saab vältida ka õpilastele valikute pakkumisega, kõrgema taseme mõtlemise stimuleerimisega, innovaatiliste meetodite ja õpilasi maksimaalselt kaasavate tegevustega (Usher, 2012).

Õpilaste motiveerimiseks peaks Leppiku (2006) järgi silmas pidama järgmisi asjaolusid:

- paindlik hindamissüsteem – individualiseeritud hindamisega on võimalik tõsta õpilase huvi aine vastu;
- õpilaste individuaalsete iseärasustega arvestamine – õpihuvi langeb kohe, kui materjal jääb õppijale arusaamatuks;
- õigete töövõtete omandamine – vead tuleb parandada õigel ajal;
- õpilaste temperamenditüüpidega arvestamine – osale õpilastest on oluline tunnustus ja esile tõstmine, teistele ilus ja hea töötulemus;
- õpilaste emotsionaalsus – kas õpilane on tundeinimene või kaine arutleja.

Esmalt tuleb jõuda selgusele, millised tegurid õpilasi emotsionaalses plaanis mõjutavad, siis on materjal neile oluline ja seda omandatakse paremini.

2.4 Formaalne ja mitteformaalne õpe

Õppimist saab jagada formaalseks ja mitteformaalseks. Olgugi, et need meetodid on teineteisega seotud ja täiendavad üksteist, on neil täiesti erinevad põhijooned. Formaalne õpe on kohustuslik, planeeritud, struktureeritud, kindlate eesmärkidega ja vähese sotsiaalse aspektiga ning toimub peamiselt klassiruumis/koolis. Mitteformaalne haridus on vabatahtlik, tunduvalt vähem struktureeritud, ei pea toimuma koolis või klassis ning ei ole tihti planeeritud ja sisaldab oluliselt rohkemal määral sotsiaalset interaktsiooni (Wellington, 1990).

Mitteformaalset õpet kirjeldatakse tihti ka kui õppimist, mis leiab aset klassiruumist väljas. See saab toimuda läbi televisiooni, reisides, muuseume/kunstigaleriisid/ajaloolisi mälestusmärke/teaduskeskusi või muud sellist külastades. Lisaks jätkub mitteformaalne õpe indiviidi igas eluetapis ja väljaspool formaalse õppe raamistikku (Bozdogan & Yalcin, 2009).

Vaadeldes formaalset ja mitteformaalset õpet teineteisest eraldiseisvatena ja nii nagu seda on defineerinud Wellington (1990), võib tekkida mulje, justkui oleks mitteformaalne õpe midagi sellist, mida õpetaja poolt korraldada ei ole võimalik, sest sellisel juhul oleks tegemist juba formaalse (planeeritud, struktureeritud) õppega. Seetõttu ei oleks õige koolist väljaspool toimuvat, aga õpetaja poolt planeeritud ja eesmärgistatud tegevust nimetada mitteformaalseks, sest täielikult ta mitteformaalse õppe kriteeriumitega ei kattu. Õpetajana on meil valida, kas kasutame muuseumi, teaduskeskuse või mõne muu asutuse külastust meelelahutuslikul või õppe-eesmärgil, mis määrab ära ka toimuva tegevuse formaalse või mitteformaalse olemuse. Antud töö keskendub planeeritud ja struktureeritud tegevusele teaduskeskuses, mistõttu ei saa väita, et tegemist oleks täielikult mitteformaalse õppega, pigem on tegu millegi vahepealsega. Ka Hodgkinson (2005) väidab, et ei ole lihtsat viisi mitteformaalse ja formaalse õppe eristamiseks ja tihti liigitubki õpe kuhugi nende kahe vahele.

Szczepanski (2012) kinnitab, et õuesõpe pakub õpilastele ja ka õpetajatele võimalust kogeda, kuidas teadmised autentsete olukordadega haakuvad. Õpilastele tuleb luua võimalusi teadmiste omandamiseks tekstipõhiste ja tekstiväliste praktikate koosmõjus, kus ka füüsiline tegevus ja liikumine toetavad õppimist. Olgugi, et antud autor peab silmas õuesõpet, on ka teaduskeskustes õppimine seotud sama eesmärgiga – anda õpilastele võimalus seostada klassiruumis õpitu reaaleluliste situatsioonidega (või nende imitatsioonidega), luua arusaamine koolitarkuse praktilisest ja rakenduslikust poolest, tekitada elevust, huvi ja motivatsiooni teadmisi omandada.

Huvi mitteformaalse õppe vastu on suurenenud eelkõige tänu tehnoloogia kiirele arengule, mis annab õpetajatele võimaluse kasutada õppetöös erinevaid meetodeid ja asukohti. Klassikaline arusaamine õppimisest kui millestki, mis toimub vaid klassiruumis ja formaalses õhkkonnas on asendunud arusaamisega elukestvast õppest ja õpilaste pidevast teadmiste omandamisest ka väljaspool koolitundi. Need uued kontseptsioonid on viinud selleni, et ka kool ja õpetaja peavad olema võimelised pakkuma õpilastele vähem formaalseid ja rohkem mitteformaalseid olukordi, kus teadmisi omandada, et õpilastel säiliks huvi ka edasises elus ja kooliväliselt mitteformaalsel teel teadmisi omandada.

2.4.1 Teaduskeskuses õppimine

Mainitud mitteformaalse õppe rakendustest on tõenäoliselt üks olulisemaid teaduskeskuste külastamine, kuna see pakub kombinatsiooni teadusest, tehnoloogiast ja väljaõppest. Kuna tänapäeva tehnoloogia areneb väga kiiresti, on noortel inimestel vaja neid arenguid mõista ja ka praktilisi oskusi omandada. Teaduskeskused täiendavad loodusteaduste õpet koolis, ehitades silla teaduse, tehnoloogia ja hariduse vahele (Bozdogan jt, 2009).

Feza Gürsey teaduskeskuses läbi viidud uuringust (Bozdogan jt, 2009) selgus, et teaduskeskuses toimuvad tegevused avaldavad arvestatavat mõju õpilaste huvile teaduse vastu. Oluline on siinkohal teaduskeskuses toimunud tegevuste eakohasus ja sobivus õpilaste teadmiste tasemega, giidide teadmiste hea tase ja oskus õpilasi juhendada ning aidata.

Helsingi Ülikooli professori H. Salmi kohaselt on teaduskeskus koht, kus teadust saab mitteformaalselt avastada avatud õpikeskkonnas ilma traditsioonilistest õppemeetoditest tulenevate piiranguteta (Salmi, 2003). Mitteformaalses keskkonnas puudub jäik tunni ülesehitus, õpilastele ei panda hindeid ega esitata muul viisil nõudmisi. Seetõttu saab laps keskenduda õppimisele ja ei pea muretsema tulemuse ja hinde pärast. Mitteformaalselt saab õppida kõikjal ja oluline on, et ajendiks oleks õpilase loomulik uudishimu. Kui teema tundub õpilasele huvitav, siis ta tegeleb sellega (Saks, 2012).

Ka Braund ja Reiss (2006) väidavad, et on väärarusaam, justkui peaks koolis õpetatava teaduse eesmärk olema piiritletud vaid laboratooriumis toimuvaga. Palju rohkem tuleks nende sõnul ära kasutada koolist väljas asuvaid keskkondi – ekskursioonid loodusesse, botaanikaaiad, teaduskeskused, loomaaiad ja muuseumid.

Olgugi, et teaduskeskuses või mõnes muus mitteformaalses keskkonnas õppimine annab teadmiste omandamise protsessile palju juurde, ei viida sellist õpet alati läbi parimal võimalikul viisil, mis aitaks õpilastel tegevusest maksimumi võtta. Arvestades teaduskeskuse külastuse ajalisi piiranguid, on oluline, et õpetaja teaks, kuidas selle aja jooksul õpilaste tegevus muuta võimalikult efektiivseks. Selleks tuleb kindlasti koolis teha eeltööd, tutvustades õpilastele seda, mis neid ees ootab. Lisaks tuleb selgitada eesmäärke ja oodatavaid tulemusi ning läbi rääkida külastuse järgselt toimuma hakkav (DeWitt & Osborne, 2007).

Tihti tegelevad õpetajad mitteformaalse õppega vähe just seetõttu, et nad ei tunne, et suudaksid kõik eelnevalt nimetatud kriteeriumid täita. Sellises olukorras saab vastu tulla

muuseum, teaduskeskus või mõni muu asutus, mida külastada plaanitakse. Seetõttu osutuvad tihti õpetajate seas populaarsemaks keskused, mis pakuvad spetsiaalseid haridusprogramme ja üritavad täita õppekavas ettenähtud kriteeriume (DeWitt & Osborne, 2007).

DeWitt ja Osborne (2007) panid kokku nimekirja erinevatest teguritest, mis mõjutavad õpilaste külastusi teaduskeskustesse ja mida õpetaja peaks seetõttu silmas pidama:

- tundmatust keskkonnast tuleneva efekti minimaliseerimine – õpilased keskenduvad uues ja tundmatus keskkonnas peamiselt keskkonnaga tutvumisele, mistõttu võib peamine eesmärk jääda kõrvaliseks;
- struktuur – külastusel peaks olema kindel ülesehitus ja õpilased teadlikud sellest, mis ja millal toimub;
- kognitiivne kaasahaaratus – ülesanded peaksid panema õpilased mõtlema ja huviga informatsiooni töötlemata, just siis toimub sisemiselt motiveeritud õppimine;
- koostöö ja diskussioon – üheskoos on ülesandeid lahendada lihtsam ning see võimaldab näha asju erinevatest vaatevinklitest.

2.4.2 AHHA Teaduskeskus

AHHA Teaduskeskus alustas tegevust 1997. aasta 1. septembril Tartu Ülikooli projektina. Tänapäevaks on AHHA Teaduskeskusest, mis vahepeal on asunud Tartu Tähetornis ja Lõunakeskuses saanud Eesti suurim teaduskeskus, mis soovib tutvustada teadust laiemale avalikkusele ja pakub seda tehes võimalust külastada erinevaid „käed-külge“ näitusi, teadusteatreid, planetaariumit, töötubasid ja muud seesugust. AHHA missioon on väärtustada õppimist, pakkudes kõigile avastamisrõõmu. Oma missiooni täitmiseks tahab AHHA muuta hoiakuid õppimise väärtustamiseks, pakub motivatsiooni elukestvaks õppeks ning kujundab teadus- ja teadmispõhist avatud mõttelaadi läbi inspireeriva elamusliku kogemuse. Koostöö koolidega toob keskusesse õppekursioone üle Eesti ning viib AHHA pakutavad teenused AHHA *à la carte* programmi raames ka teistesse linnadesse või maakohtadesse (AHHA Teaduskeskus, 2013).

Teaduskeskuse uus noor juht Andres Juur on võtnud nõuks AHHA senisest enam koolivankri ette rakendada. Juur usub, et paraja hulga meelelahutuse kõrval mahub veel midagi, mis võiks olla seotud kooliharidusega. Kui seni saavad õpetajad enne iga näituse avamist koolitusi, et teemad koolitundidega siduda, loodetakse edaspidi AHHAAs toimuv

rohkem õppekavast lähtuvalt eesmärgistada. Ühel päeval soovitakse välja anda ka õpetajaraamat „Ahhaa parima praktika kogu“, kuhu on koondatud kokku kõik õpetajate poolt koostatud ja AHHAAs kasutamiseks mõeldud materjalid (Pärismaa, 2012).

AHHAA Teaduskeskuses läbi viidud uuringust (Möller, 2005) selgus, et teadusnäituste ja muuseumikülastuste kaudu saab muuta loodusteaduste õppimist koolis efektiivsemaks, kuna loodusteadused muutuvad õpilastele seeläbi huvitavamaks, elulisemaks ja ka arusaadavamaks. Antud uuringu tulemustest saab järeldada, et ka AHHAAs keskus suudab pakkuda tulemuslikku loodusteaduslikku haridust väljaspool klassiruumi. Teadusnäitustel näitavad õpilased üles huvi, entusiasmi, motivatsiooni, enesekindlust, tundlikkust ja on üldiselt avatud ning innukad õppima, seda endalegi märkamata, samas kui koolitundides toimuv neid omadusi alati ei soosi. Mölleri (2005) töös leidis kinnitust ka hüpotees, mille kohaselt lapsed omandavad näituse külastusel uusi loodusteaduslikke teadmisi. Teadusnäituse eksponaatide seotus eluga aitab lastel tekitada seoseid koolis õpitud teadmiste ja igapäevaelu vahel. Samas aitab see ka õpitut paremini kinnistada ja lastele mõtestatumaks muuta. Lastele on oluline teada, et koolitunnis õpitav ei ole lihtsalt teadus vaid osa igapäevasest elust. AHHAAs mitteformaalsed õppimistingimused võimaldavad õpilasel jälgida ja uurida loomulikke objekte, nähtusi ja näidiseid viisil, mida õpikud ei suuda pakkuda.

AHHAAAs toimuvat on oma bakalaureusetöös uurinud ka K. Laimets (2005). Tööst selgus, et teaduskeskuse külastamine suurendas õpilaste huvi füüsika vastu ning suur osa õpilasi tundis, et omandas teadusteatri etenduste kaudu uusi teadmisi.

Negatiivse aspektina ilmnes K. Mölleri uuringust (2005), et kuigi õppekava kohaselt on õppe- ja kasvatuskorralduse põhivormiks õppetunnid, mis võivad toimuda nii koolis kui väljaspool kooli, ei kasuta või ei oska suur osa õpetajaid kasutada teadusnäituse külastust õppetöö sihipäraseks läbiviimiseks. Sama on väitnud ka DeWitt ja Osborne (2007). Õpetajad sõnastavad küll õppimise eesmärgid koolivälises tegevuses, kuid sageli jäävad eesmärgid ebaselgeks ja külastused on lihtsalt sotsiaalsed kogemused, ehkki kooli õppekavas on teemad, mille alusel külastusi saaks planeerida. Teadusnäituse külastust võtavad Eesti koolide õpetajad veel tänapäevalgi suuremalt jaolt kui lihtsalt meelelahutust, lõbusat ajaveetmist või vaheldust klassis toimuvale õppetööle, ilma sõnastatud õppe-eesmärgita. Uurimistöö tulemusena jõuti järeldusele, et kõigepealt tuleb veenda õpetajaid teadusnäituste efektiivsuses koolivälise õppetöö teostamisel (Möller, 2005).

3. METOODIKA

3.1 Valim

Käesolevas magistritöös uuritakse AHHAA Teaduskeskuses kasutatava õppematerjali mõju Tartu Kunstigümnaasiumi 11. klassi õpilaste teadmistele. Õppematerjal loodi gümnaasiumi füüsika III kursuse teema „Valguse ja aine vastastikmõju“ raames käsitlemiseks.

Tartu Kunstigümnaasiumis on kaks 11. klassi, kokku 47 õpilast. Kõik kolm uuringu etappi (eel- ja järeltest, töölehe täitmine teaduskeskuses) läbis nendest 41 õpilast, kellest moodustus mugavusvalim. Kuna valim on väike ja kokku pandud ühe kooli õpilastest, ei ole uuringu tulemused üldistatavad.

Õpilased jagati viimase kahe kursuse keskmiste hinnete alusel kahte gruppi: edukamad ja vähemedukad. Õpilaste keskmised hinded, mis jäid uuringus osalenud õpilaste puhul vahemikku 2,5 – 5,0, vastasid normaaljaotusele, mistõttu võeti edukamate ja vähemedukate õpilaste piiriks antud väärtuste keskmine – hinne 3,8. Keskmise hindega 3,8 ja sellest kõrgema hindega õpilased arvati edukamate gruppi (N=20), teised moodustasid vähemedukate grupi (N=21).

Uuringus osalenud 41 õpilasest 25 olid tütarlapsed ja 16 poisid.

3.2 Uurimistöö ülesehitus

Enne põhiuuringut viidi läbi pilootuuring, milles osales neli 11. klassi õpilast teistest Tartu koolidest. Lisaks piloteerisid eel- ja järeltesti ning AHHAA Teaduskeskuses kasutamiseks loodud töölehte neli füüsikaõpetajat. Pilootuuringuga kontrolliti koostatud töölehe ning eel- ja järeltesti sobivust ja arusaadavust, tehti neis parandusi ja täiendusi.

Pilootuuringule toetudes:

- sõnastati ümber halvasti või keeruliselt sõnastatud ülesanded, millest arusaamisel tekkis probleeme;
- parandati joonistel esinenud vead;
- selgitati välja eel- ja järeltesti täitmiseks ning töölehe rakendamiseks kuluv aeg.

Töölehele ning eel- ja järeltestile andis oma hinnangu ja kommentaarid ka Henn Voolaid, kelle märkuste alusel korrigeeriti sisulisi vigu ja kohti, mis osutusid kahetimõistetavaks või keeruliselt sõnastatuks.

Enne põhiuuringut läbisid õpilased 12 füüsikatunni jooksul teema „Valguse ja aine vastastikmõju“. Õppematerjalidena kasutati Henn Voolaiu õpikut „Füüsika XI klassile“ ning vajadusel ka õpetaja poolt koostatud lisamaterjale. Pärast teema läbimist viidi õpilaste seas läbi põhiuuring, mille käigus täitsid õpilased eeltesti (Lisa 1), seejärel külastati AHHAA Teaduskeskust ja kasutati külastuse käigus uuringuks koostatud õppematerjali (töölehte) (Lisa 2). Kaks päeva pärast teaduskeskuse külastust sooritasid õpilased järeltesti (Lisa 1). Eel- ja järeltestina kasutati sama testi. Nii eel- kui järeltesti täitmiseks oli aega 45 minutit. AHHAA Teaduskeskuses veetsid kõik õpilased töölehte täites 1,5 tundi. Pärast järeltesti täitsid õpilased ka ankeetküsimustiku, kus neil paluti hinnata erinevaid väiteid 5-palli skaalal (Lisa 3).

3.3 Õppematerjal

AHHAA Teaduskeskuses kasutatav materjal loodi lähtudes Gümnaasiumi riiklikus õppekavas (2011) välja toodud õpitulemustest ja AHHAA Teaduskeskuses olemasolevatest eksponaatidest ning nende kasutusvõimalustest.

Gümnaasiumi riikliku õppekava (2011) kohaselt on kursuse „Valguse ja aine vastastikmõju“ õpitulemused järgmised:

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) tunneb valguse murdumise seadust;
- 2) kasutab seoseid: $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$; $n = \frac{c}{v}$;
- 3) konstrueerib kiirte käiku kumer- ja nõgusläätsel korral;
- 4) kasutab läätsel valemil kumer- ja nõgusläätsel korral: $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{k}$;
- 5) teab nähtava valguse lainepikkuste piire ja põhivärvuste lainepikkuste järjestust;
- 6) kirjeldab valge valguse lahtumist spektriks prisma ja difraktsioonvõrel näitel;
- 7) tunneb spektrite põhiliike ja teab, mis tingimustel nad esinevad;
- 8) eristab soojuskiirgust ja luminesentsi, toob näiteid vastavatest valgusallikatest.

AHHAA Teaduskeskuse eksponaadid võimaldasid koostada ülesanded kaheksast õpitulemusest viie kohta (õpitulemused 1-3, 5, 8). Lisaks õppekavas nimetatutele läbiti

tundides valguse peegeldumisega seonduvad teemad ning õppematerjal (tööleht) võimaldas ka nende teemadega tegelemist teaduskeskuses.

Tööleht koosneb seitsmest ülesandest, millest igaüks seostati erineva eksponaadiga: termokaamera, prillideta 3D, kõverpeeglid, auk Austraaliasse, kleebi oma vari seinale, pea kandikul ja vee eksponaadid. Õpilastel tuli eksponaati ja selle infotahvlit ning koolis omandatud teadmisi sünteesides leida vastused erinevatele küsimustele ja lahendada ülesandeid. Töölehe täitmine toimus paarides ning vajadusel oli võimalus abi küsida õpetajalt või teaduskeskuse giididelt. Eel- ja järeltestina kasutati sama testi. Testis kasutati erinevat tüüpi ülesandeid: lünktekst, jooniste täiendamine, arvutusülesannete lahendamine, võrdlus.

Pärast järeltesti täitmist paluti õpilastel hinnata erinevaid väiteid 5-palli skaalal, et kaardistada õpilaste hoiakud ja seisukohad toimunu kohta. Küsimustega sooviti välja selgitada õpilaste hinnang AHHA Teaduskeskuses õppimise tulemuslikkuse ja kasulikkuse kohta.

3.4 Andmetöötlus

AHHA Teaduskeskuses kasutatava õppematerjali mõju õpitulemustele hinnati eel- ja järeltesti tulemuste võrdlemise põhjal. Lisaks võrreldi edukamate ja vähemedukate õpilaste ning poiste ja tüdrukute eel- ja järeltesti tulemusi. Ankeetküsimustiku vastuseid kasutati korrelatsioonanalüüsis, leidmaks seoseid tulemuste paranemise ja õpilaste hoiakute/seisukohtade vahel.

Saadud tulemused analüüsiti kasutades andmetöötlusprogramme *MS Office Excel* ning *SPSS Statistics*. Programmiga *MS Office Excel* leiti erinevad kirjeldava statistika parameetrid ning koostati diagrammid. *SPSS Statistics* programmi kasutati seoste ja korrelatsioonide leidmiseks.

Kuna eel- ja järeltestist saadud andmed vastasid normaaljaotusele (ekstsessi- ja asümmeetriakordajad jäid vahemikku -1...1), kasutati tulemuste võrdlemiseks t-testi, et selgitada välja tulemuste erinevuste statistiline olulisus. T-testi kasutati ka edukamate ja vähemedukate õpilaste ning poiste ja tüdrukute tulemuste võrdlemiseks.

Õpilaste tagasisideankeedi andmeid analüüsiti *Spearmani* korrelatsioonanalüüsiga, kuna tegemist oli järjestik- ehk ordinaalskaalal olevate andmetega.

4. TULEMUSED JA ARUTELU

4.1 Eel- ja järeltesti tulemuste võrdlus

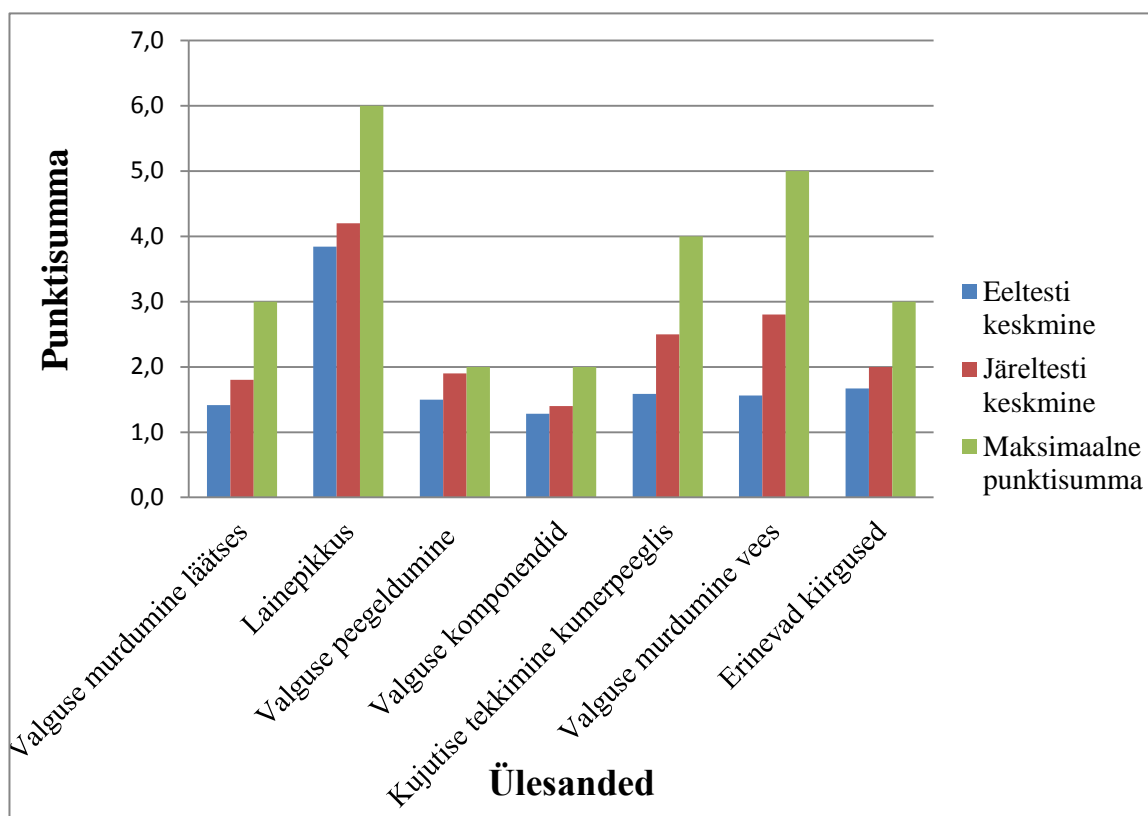
Eel- ja järeltesti sooritas 41 õpilast. Maksimaalne tulemus mõlema testi puhul oli 25 punkti, mistõttu oli võimalik võrrelda eel- ja järeltestis saadud punktisummade erinevusi ning leida nende erinevuste statistiline olulisus, tulemusi normeerimata.

Eeltestis ei saavutanud maksimaalset tulemust ükski õpilane, kõrgeim punktisumma oli 23,5 punkti ehk 94% maksimumist ning madalaim 4,5 punkti ehk 18% maksimumist. Eeltesti keskmine tulemus oli 12,9 punkti. Järeltestis saavutas maksimaalse tulemuse üks õpilane, madalaim punktisumma oli 9,5 punkti ehk 38% maksimaalsest tulemusest ning keskmine 16,5 punkti.

Võrreldes eeltestiga paranesid järeltesti tulemused 34 juhul, tulemus jäi samaks kolmel õpilasel ning langes neljal õpilasel. Eel- ja järeltesti tulemuste erinevus on statistiliselt oluline ($p < 0,05$). Vaadeldes kõiki ülesandeid ja nende eest eel- ja järeltestis saadud punkte eraldi, selgub, et kõikide ülesannete puhul toimus tulemuste paranemine ning kõik erinevused (välja arvatud ülesanne 4) osutusid ka statistiliselt oluliseks ($p < 0,05$). Ülesande 4 eest eel- ja järeltestis saadud keskmine punktisumma erines 0,1 punkti võrra ning see erinevus ei osutunud statistiliselt oluliseks ($p > 0,05$) (Tabel 1, Joonis 2).

Tabel 1. Eel- ja järeltesti ülesannete maksimaalsed tulemused, keskmised punktisummad ja nende muutus, t-testi t väärtus ja erinevuste statistiline olulisus p. (N=41)

Ülesanne	Maksimaalne punktisumma	Eeltesti keskmine	Järeltesti keskmine	Keskmine erinevus	t	p
1	3	1,4	1,8	0,4	3,6	0,001
2	6	3,8	4,2	0,4	2,5	0,016
3	2	1,5	1,9	0,4	3,8	0,000
4	2	1,3	1,4	0,1	0,6	0,566
5	4	1,6	2,5	0,9	4,3	0,000
6	5	1,6	2,7	1,1	5,1	0,000
7	3	1,7	1,6	0,2	2,2	0,034
Kokku	25	12,9	16,5	3,6	7,3	0,000



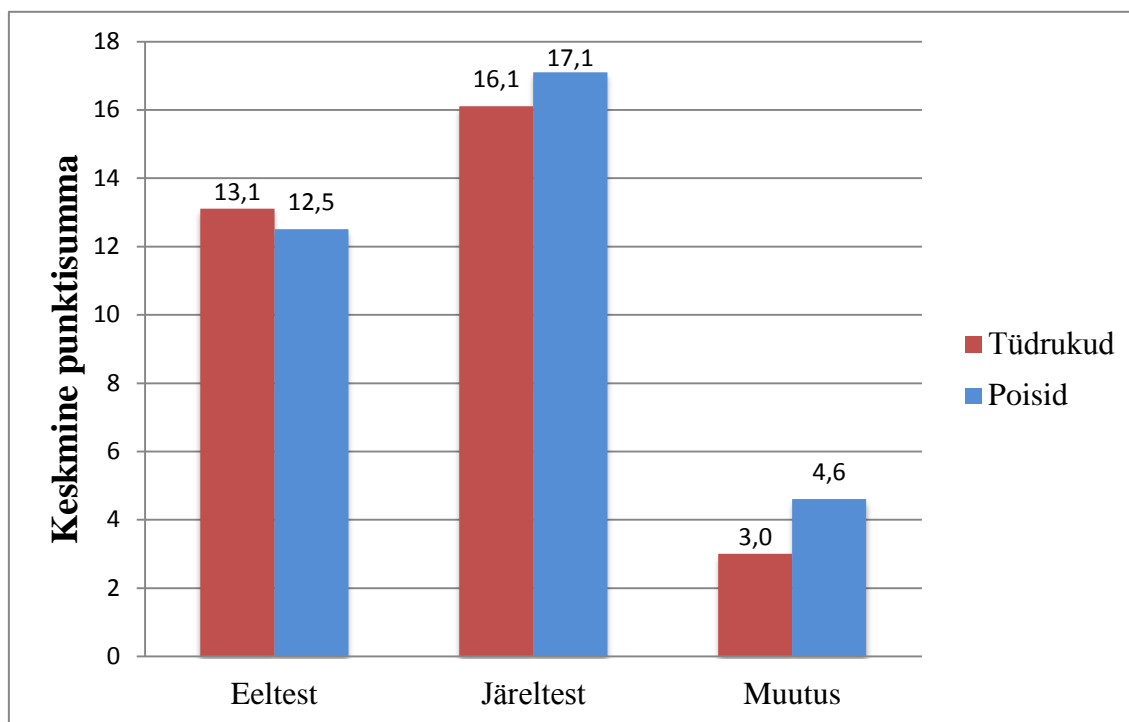
Joonis 2. Eel- ja järeltesti võrdlus ülesannete lõikes. Välja on toodud ülesande nimetus, maksimaalne tulemus ning eel- ja järeltesti keskmine tulemus. (N=41)

4.2 Poiste ja tüdrukute tulemuste võrdlus

Uuringus osalenud 41 õpilasest 25 olid tütarlapsed ja 16 poisid. Tüdrukute eeltesti keskmine tulemus oli 13,1 punkti ning poiste keskmine tulemus 12,5 punkti. Järeltesti sooritasid edukamalt poisid, keskmise punktisummaga 17,1, samas kui tüdrukute järeltesti keskmine tulemus oli 16,1 punkti. Poiste keskmine punktisumma tõusis 4,6 punkti võrra, tüdrukute keskmine 3,0 punkti võrra. Poiste ja tüdrukute eel- ja järeltesti tulemuste ja tulemuste muutuse erinevus ei osutunud statistiliselt oluliseks ($p > 0,05$) (Tabel 2, Joonis 3).

Tabel 2. Poiste ja tüdrukute eel- ja järeltesti keskmiste tulemuste võrdlus, t-testi t väärtus ja erinevuste statistiline olulisus p.

	Tüdrukud	Poisid	t	p
N	25	16		
Eeltesti keskmine	13,1	12,5	0,4	0,369
Järeltesti keskmine	16,1	17,1	0,8	0,934
Keskimate muutus	3,0	4,6	1,6	0,478



Joonis 3. Poiste (N=16) ja tüdrukute (N=25) eel- ja järeltesti keskmised tulemused ja tulemuste muutus.

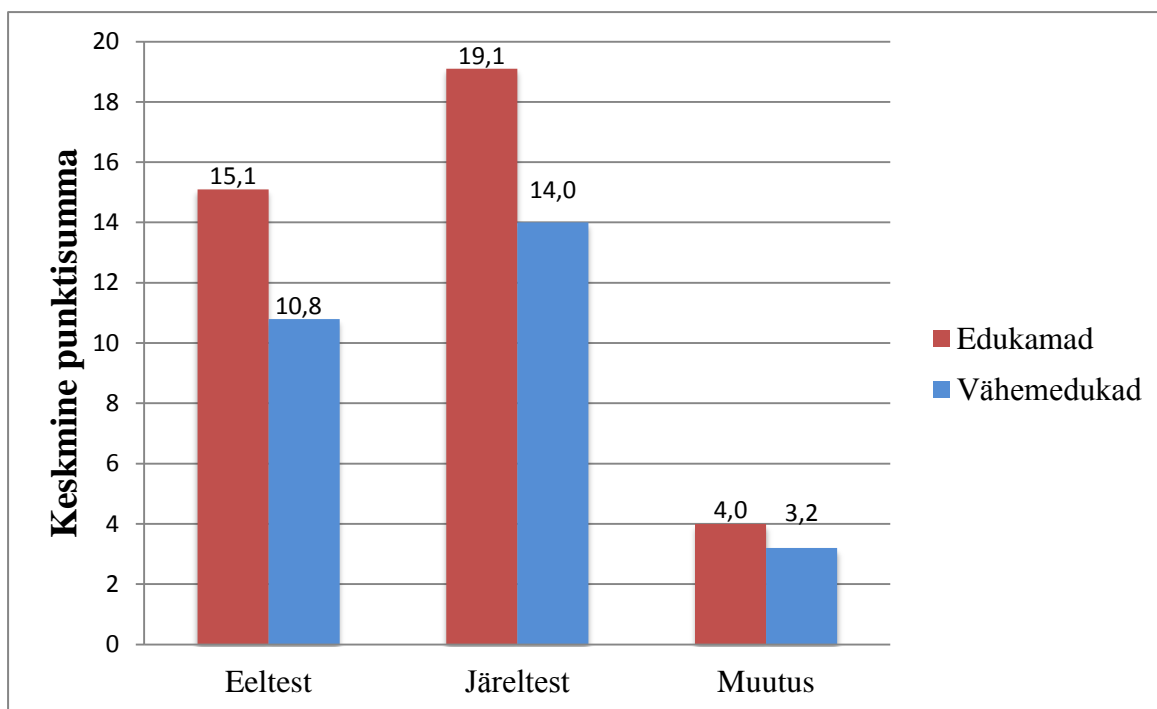
4.3 Edukamate ja vähemedukate õpilaste tulemuste võrdlus

Lähtuvalt õpilaste kahe eelneva kursuse keskmistest hinnetest, mis jäid vahemikku 2,5 – 5,0 ja vastasid normaaljaotusele, jagati õpilased kahte gruppi – edukamad ja vähemedukad. Edukamateks loeti õpilased keskmise hindega 3,8 ja kõrgem ning õpilased kelle keskmine hinne jäi alla 3,8 paigutati gruppi vähemedukad. Edukamaid õpilasi oli 20, vähemedukaid 21.

Edukate õpilaste eeltesti keskmine hinne oli 15,1 punkti, vähemedukate keskmine 10,8 punkti. Järeltestis saavutasid edukamad keskmise 19,1 punkti, vähemedukad 14,0 punkti. Edukamate keskmine hinne tõusis 4,0 punkti võrra, vähemedukatel 3,2 punkti võrra. Edukamate ja vähemedukate õpilaste eel- ja järeltesti tulemuste ja tulemuste muutuse erinevus ei osutunud statistiliselt oluliseks ($p > 0,05$) (Tabel 3, Joonis 4).

Tabel 3. Edukamate ja vähemedukate õpilaste eel- ja järeltesti keskmiste tulemuste võrdlus, t-testi t väärtus ja erinevuste statistiline olulisus p.

	Edukamad	Vähemedukad	t	p
N	20	21		
Eeltesti keskmine	15,1	10,8	3,7	0,139
Järeltesti keskmine	19,1	14,0	5,7	0,079
Keskmiste muutus	4,0	3,2	0,9	0,223



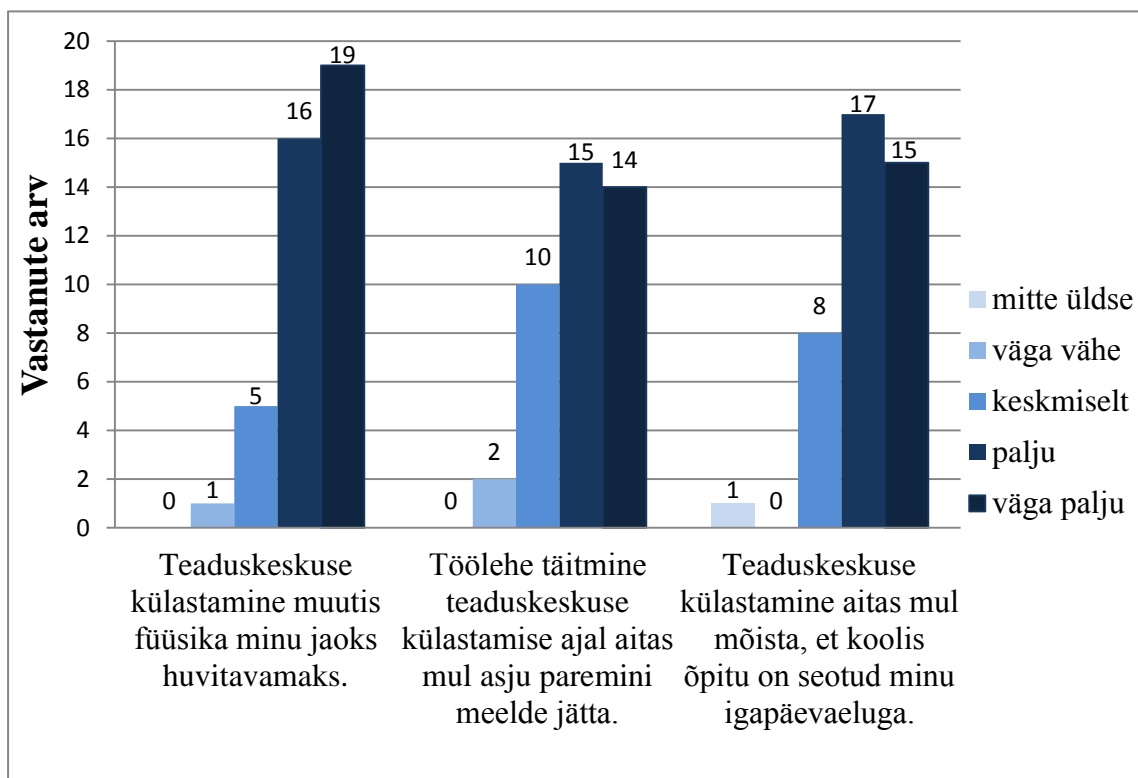
Joonis 4. Edukamate (N=20) ja vähemedukate (N=21) õpilaste eel- ja järeltesti keskmised tulemused ja tulemuste muutus.

4.4 Õpilaste hinnangud ja nende seos tulemustega

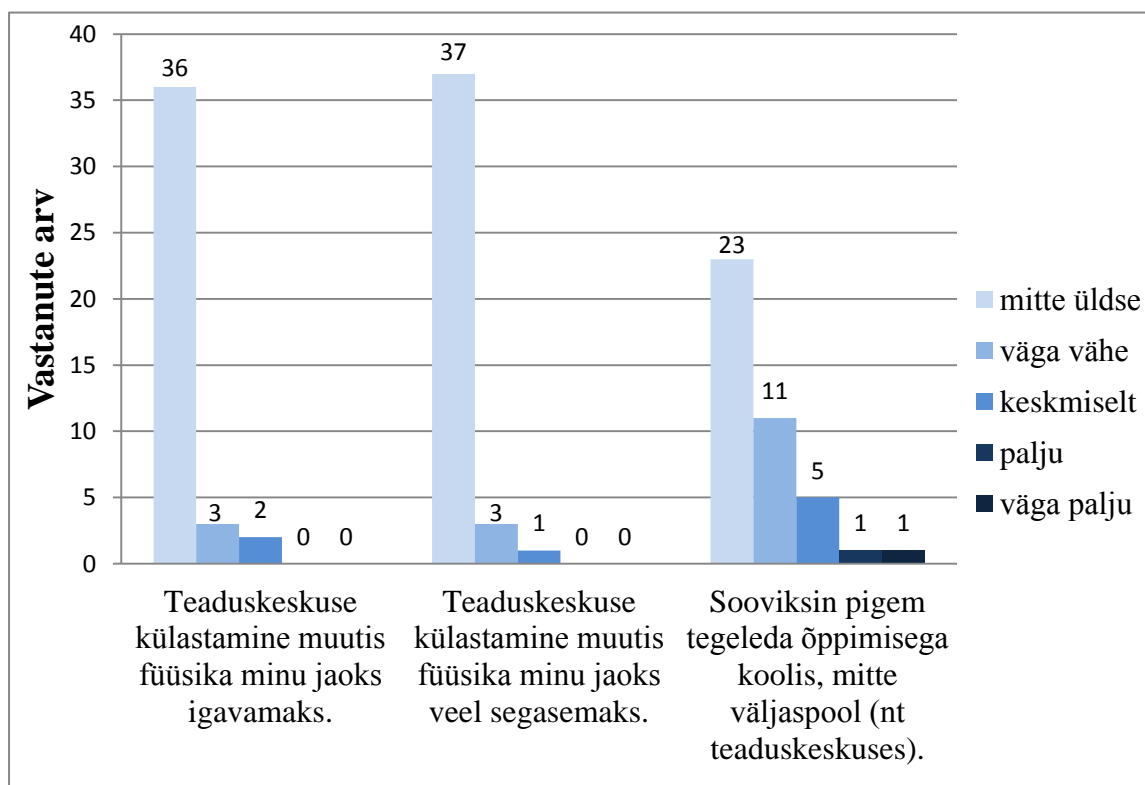
Uuringus osalenud 41 õpilast täitsid kõik 12 küsimusest koosnenud ankeetküsimustiku (Lisa 3), millega kaardistati nende seisukohad ja hoiakud toimunu kohta. Ankeetküsimustik koosnes väidetest, millele paluti õpilastel anda hinnang 5-palli skaalal, kus 5 tähendas vastust „väga palju“ ning 1 „üldse mitte“.

Õpilaste poolt sai kõrgeima hinnangu väide nr 1 – *Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks huvitavamaks* (4,29 punkti) ning madalaima hinnangu küsimus nr 4 – *Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks segasemaks* (1,12 punkti). Lisaks said kõrge hinnangu väited 6 ja 9 (*Töölehe täitmine teaduskeskuse külastuse ajal aitas mul asju paremini meelde jätta* ning *Teaduskeskuse külastamine aitas mul mõista, et koolis õpitu on seotud minu igapäeva eluga*), esimest hinnati keskmise hindegga 4,00 ja teist 4,10. Madalalt hinnati väiteid 2 (*Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks igavamaks*), 11 (*Sooviksin pigem tegeleda õppimisega koolis, mitte väljaspool*) ja 12 (*Klassiruumis traditsioonilisi õppemeetodeid kasutades saab füüsika paremini selgeks, kui väljaspool klassiruumi õppides*) – vastavad punktid 1,17, 1,68 ja 2,20. Kolme kõige kõrgema ja

madalama hinnangu saanud väite vastuste jaotus on välja toodud joonistel 5 ja 6 ning nende ja teiste küsimuste keskmised hinnangud on välja toodud tabelis 4.



Joonis 5. Kolme kõige kõrgema hinnangu saanud väite vastuste jaotus. (N=41)



Joonis 6. Kolme kõige madalama hinnangu saanud väite vastuste jaotus. (N=41)

Tabel 4. Ankeetküsimustiku väited ja õpilaste keskmine hinnang nendele. Hinnangud anti 5-palli skaalal, milles 5 vastas väitele „väga palju“ ning 1 „üldse mitte“. (N=41)

Jrk	Väide	Keskmine hinnang
1.	Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks huvitavamaks.	4,29
2.	Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks igavamaks.	1,17
3.	Teaduskeskuse külastamine aitas mul füüsikast paremini aru saada.	3,36
4.	Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks veel segasemaks.	1,12
5.	Töölehe täitmine teaduskeskuse külastamise ajal meeldis mulle.	3,90
6.	Töölehe täitmine teaduskeskuse külastamise ajal aitas mul asju paremini meelde jätta.	4,00
7.	Tundsin, et pärast teaduskeskuse külastamist oskasin testi paremini täita kui enne külastust.	3,41
8.	Teaduskeskuse külastamine tekitas minus tahtmise edaspidi füüsikat rohkem õppida.	3,17
9.	Teaduskeskuse külastamine aitas mul mõista, et koolis õpitu on seotud minu igapäevaeluga.	4,10
10.	Tahaksin ka iseseisvalt edaspidi teaduskeskusi külastada.	3,59
11.	Sooviksin pigem tegeleda õppimisega koolis, mitte väljaspool (nt teaduskeskuses).	1,68
12.	Klassiruumis traditsioonilisi õppemeetodeid kasutades saab füüsika paremini selgeks, kui väljaspool klassiruumi õppides.	2,20

Õpilaste hinnangud seostati tulemustega, täpsemalt tulemuste muutustega (eel- ja järeltesti punktisummade erinevusega). Tugev seos ($\rho=0,844$, $p<0,05$) leiti tulemuste paranemise ning väite 7 (*Tundsin, et pärast teaduskeskuse külastamist oskasin testi paremini täita kui enne külastust*) vahel. Lisaks on õpilaste tulemuste muutusega keskmise tugevusega seotud väited 3 ($\rho=0,590$, $p<0,05$), 5 ($\rho=0,352$, $p<0,05$) ja 6 ($\rho=0,532$, $p<0,05$). Ülejäänud väidete puhul seoseid ei tuvastatud ($p>0,05$) (Tabel 5).

Tabel 5. Õpilaste hinnangute ning tulemuste paranemise vaheline korrelatsioon Spearmani korrelatsioonanalüüsiga, seose tugevus ρ , statistiline olulisus p . Miinus viitab negatiivsele seosele. Tumedalt on välja toodud tugevad või keskmise tugevusega ning statistiliselt olulised seosed ($p<0,05$). (N=41)

Jrk	Väide	ρ	p
1.	Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks huvitavamaks.	-0,103	0,520
2.	Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks igavamaks.	-0,105	0,513

3.	Teaduskeskuse külastamine aitas mul füüsikast paremini aru saada.	0,590	0,000
4.	Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks veel segasemaks.	0,251	0,113
5.	Töölehe täitmine teaduskeskuse külastamise ajal meeldis mulle.	0,352	0,024
6.	Töölehe täitmine teaduskeskuse külastamise ajal aitas mul asju paremini meelde jätta.	0,532	0,000
7.	Tundsin, et pärast teaduskeskuse külastamist oskasin testi paremini täita kui enne külastust.	0,844	0,000
8.	Teaduskeskuse külastamine tekitas minus tahtmise edaspidi füüsikat rohkem õppida.	-0,039	0,809
9.	Teaduskeskuse külastamine aitas mul mõista, et koolis õpitu on seotud minu igapäevaeluga.	-0,162	0,311
10.	Tahaksin ka iseseisvalt edaspidi teaduskeskusi külastada.	0,042	0,797
11.	Sooviksin pigem tegeleda õppimisega koolis, mitte väljaspool (nt teaduskeskuses).	0,084	0,601
12.	Klassiruumis traditsioonilisi õppemeetodeid kasutades saab füüsika paremini selgeks, kui väljaspool klassiruumi õppides.	0,107	0,506

Õpilaste vastuste omavahelisel korreleerimisel selgus, et tugevaid seoseid erinevate vastuste vahel ei esine, küll aga on mitmed seosed keskmise tugevusega. Väide *Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks huvitavamaks* on positiivses, keskmise tugevusega seoses mitme erineva väitega, mille seast tasub välja tuua - *Teaduskeskuse külastamine tekitas minus soovi füüsikat edaspidi rohkem õppida* ($\rho=0,510$; $p<0,05$), *Teaduskeskuse külastamine aitas mul mõista, et koolis õpitu on seotud minu igapäevaeluga* ($\rho=0,530$; $p<0,05$) ja *Tahaksin ka iseseisvalt edaspidi teaduskeskusi külastada* ($\rho=0,551$; $p<0,05$). Keskmise tugevusega korrelatsioon oli ka väidete *Teaduskeskuse külastamine aitas mul mõista, et koolis õpitu on seotud minu igapäevaeluga* ning *Teaduskeskuse külastamine tekitas minus soovi füüsikat edaspidi rohkem õppida* vahel ($\rho=0,585$; $p<0,05$) ning õpilased, kes avaldasid soovi edaspidi ka iseseisvalt teaduskeskusi külastada andsid suurema tõenäosusega kõrgema hinnangu ka väitele *Teaduskeskuse külastamine tekitas minus soovi füüsikat edaspidi rohkem õppida* ($\rho=0,506$; $p<0,05$). Korrelatsioonis olid ka väited 3 ja 6 ehk õpilased, kes väitsid, et *Töölehe täitmine teaduskeskuse külastuse ajal aitas neil asju paremini meelde jätta* olid sagedamini ka seisukohal, et antud tegevus aitas neil füüsikast paremini aru saada ($\rho=0,530$; $p<0,05$) ning parem arusaamine oli seoses väitega *Tundsin, et pärast teaduskeskuse külastamist oskasin testi paremini täita* ($\rho=0,501$; $p<0,05$).

Õpilased, kes väitsid, et füüsika muutus pärast teaduskeskuse külastust nende jaoks igavamaks vastasid tihti sarnaselt ka väitele, et füüsika muutus segasemaks ($\rho=0,428$, $p<0,05$) ning õpilased, kelle jaoks füüsika muutus pärast teaduskeskuse külastust igavamaks avaldasid pigem soovi õppida füüsikat koolis, mitte väljaspool (nt teaduskeskuses) ($\rho=0,320$, $p<0,05$) ning eelistasid traditsioonilisi õppemeetodeid ($\rho=0,358$, $p<0,05$).

Korrelatsioonanalüüsist selgus ka, et teatud vastuste vahel esines negatiivne keskmise tugevusega seos. Selline seos esines väidete 1 (*Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks huvitavamaks*) ja 2 (*Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks igavamaks*) vahel ($\rho= -0,468$, $p<0,05$), 2 (*Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks igavamaks*) ja 10 (*Soovin edaspidi ka iseseisvalt rohkem teaduskeskusi külastada*) vahel ($\rho= -0,344$, $p<0,05$) ning 2 (*Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks igavamaks*) ja 9 (*Mõistsin, et füüsika on seotud minu igapäevaeluga*) vahel ($\rho= -0,380$, $p<0,05$). Kõik keskmise tugevusega seosed on välja toodud tabelis 6.

Tabel 6. Ankeetküsimustiku vastuste keskmise tugevusega korrelatsioonid Spearmani korrelatsioonanalüüsiga, seose tugevus ρ , statistiline olulisus p . Miinusega on välja toodud negatiivsed seosed. (N=41)

Väited	Seos	ρ	p
1-2	Muutis füüsika huvitavamaks – Muutis füüsika igavamaks.	-0,468	0,002
1-8	Muutis füüsika huvitavamaks – Soov edaspidi rohkem füüsikat õppida.	0,510	0,001
1-9	Muutis füüsika huvitavamaks – Mõistsin, et füüsika on seotud minu igapäevaeluga.	0,530	0,000
1-10	Muutis füüsika huvitavamaks – Soov edaspidi ka iseseisvalt teaduskeskusi külastada.	0,551	0,000
2-4	Muutis füüsika igavamaks – Muutis füüsika segasemaks.	0,428	0,005
2-9	Muutis füüsika igavamaks – Mõistsin, et füüsika on seotud minu igapäevaeluga.	-0,380	0,014
2-10	Muutis füüsika igavamaks – Soov edaspidi ka iseseisvalt teaduskeskusi külastada.	-0,344	0,028
2-11	Muutis füüsika igavamaks – Soovin pigem tegeleda õppimisega koolis, mitte väljaspool.	0,320	0,042
2-12	Muutis füüsika igavamaks – Eelistan traditsioonilisi õppemeetodeid.	0,358	0,021
3-6	Aitas paremini füüsikast aru saada – Aitas paremini asju meelde jätta.	0,530	0,000

3-7	Aitas paremini füüsikast aru saada – Oskasin pärast külastust testi paremini täita.	0,501	0,001
5-6	Töölehe täitmine meeldis – Aitas paremini asju meelde jätta.	0,434	0,005
6-7	Aitas paremini asju meelde jätta – Oskasin pärast testi paremini täita.	0,433	0,005
9-8	Mõistsin, et füüsika on seotud minu igapäevaeluga – Soov edaspidi füüsikat rohkem õppida.	0,585	0,000
10-9	Soov edaspidi ka iseseisvalt teaduskeskusi külastada – Mõistsin, et füüsika on seotud minu igapäevaeluga.	0,366	0,019
10-8	Soov edaspidi ka iseseisvalt teaduskeskusi külastada – Soov edaspidi füüsikat rohkem õppida.	0,506	0,001
12-11	Soovin pigem tegeleda õppimisega koolis, mitte väljaspool – Eelistan traditsioonilisi õppemeetodeid.	0,466	0,004

4.5 Õpilaste tagasiside

Lisaks ankeetküsimustiku 12 väitele oli õpilastel võimalus oma mõtteid ka vabas vormis avaldada. Seda võimalust kasutas 41 õpilasest 13. Tagasiside oli positiivne, avaldati soovi taolisi ettevõtmisi korrata („Teaduskeskuses käimine kasvatas minus huvi füüsika vastu. Ahhaa külastus oli väga vinge ja arendav. Kindlasti võiks veel tagasi minna“) ning rõhutati õpetaja kohaloleku olulisust („Ka õpetaja oskus oma teadmisi edasi anda oli väga oluline“). Õpilaste tagasiside on välja toodud tabelis 7 (Lisa 4).

4.6 Arutelu

Uuringus osalenud õpilaste eel- ja järeltesti tulemustes esinesid erinevused ning kuna 34 õpilasel 41-st (83%) tulemused paranesid, võib väita, et õppematerjali (töölehe) kasutamine AHHA Teaduskeskuses täitis oma eesmärgi ning viis õpilaste tulemuste paranemiseni. Kuigi esines kolm õpilast, kelle tulemused jäid samaks ning ka neli õpilast, kelle punktisumma langes, osutus tulemuste erinevus siiski statistiliselt oluliseks ($p < 0,05$) ning saame väita, et koostatud õppematerjal aitas õpilastel paremini mõista teema „Valguse ja aine vastastikmõju“ raames õpitut.

Töö käigus jõuti arusaamisele, et analüüsi täiendamiseks tuleks lisada võrdlusesse grupp õpilasi, kes oleksid täitnud eel- ja järeltesti ilma AHHA Teaduskeskust külastamata. Taoline kontrollgrupp võimaldaks võrrelda teaduskeskust külastanud ja mitte külastanud õpilaste tulemuste muutusi ning seeläbi teha kindlamaid järeldusi.

Analüüsid kahe erineva grupi (poisid ja tüdrukud) tulemusi, ei leitud tulemuste paranemise osas statistiliselt olulisi erinevusi ($p > 0,05$). Kuna statistiliselt olulisi erinevusi ei esinenud, ei ole võimalik antud uurimuse põhjal väita, et õppematerjal võimaldab paremini arendada poiste või tüdrukute tulemusi. Samuti ei saa seda väita edukamaid ja vähemedukaid õpilasi võrreldes, sest ka selles võrdluses ei osutunud tulemuste muutus (eel- ja järeltesti vahe) statistiliselt oluliseks ($p > 0,05$).

Korrelatsioonanalüüsist, mis teostati õpilaste poolt antud hinnangute ja õpilaste tulemuste vahel, selgus, et õpilaste tulemuste paranemine (eel- ja järeltesti tulemuste vahe) on tugevas seoses ($\rho = 0,844$, $p < 0,05$) hinnanguga väitele *Tundsid, et pärast teaduskeskuse külastamist oskasin testi paremini täita kui enne*. Antud seos viitab sellele, et õpilased, kes tajusid, et nende teadmised pärast töölehe täitmist paranesid sooritasid ka tegelikult järeltesti edukamalt ja vastupidi.

Ilmnes ka keskmise tugevusega seoseid tulemuste muutuste ja õpilaste hinnangute vahel (väited 3, 5 ja 6). Selgus, et õpilased, kelle tulemused suuremal määral paranesid, väitsid ka suurema tõenäosusega, et töölehe täitmine teaduskeskuse külastamise ajal meeldis neile ($\rho = 0,352$, $p < 0,05$), teaduskeskuse külastamine aitas neil füüsiliselt paremini aru saada ($\rho = 0,590$, $p < 0,05$) ning töölehe täitmine teaduskeskuse külastamise ajal aitas neil asju paremini meelde jätta ($\rho = 0,532$, $p < 0,05$). Need seosed näitavad, et eduka õpetamise eelduseks on õpilaste motiveeritus ja huvi nagu on väitnud ka Leppik (2006). Omavahel korreleerusid ka väited *Töölehe täitmine teaduskeskuse külastamise ajal meeldis mulle* ning *Töölehe täitmine teaduskeskuse külastuse ajal aitas mul asju paremini meelde jätta* ($\rho = 0,434$, $p < 0,05$) ning kui õpilane sai paremini aru, jäid talle asjad ka paremini meelde ($\rho = 0,530$, $p < 0,05$), mis sarnaselt Bymani jt poolt (2012) Soomes läbi viidud uuringule viitab erinevate motivatsiooniliste aspektide olulisusele paremate õpitulemuste saavutamisel füüsikaõppes.

Antud töölehe ja sellega kaasnenud tegevuse kasutegurile viitavad ka mitmed teised korrelatsioonid õpilaste hinnangute vahel. Õpilased, kelle jaoks muutus füüsika õppekäigu tagajärjel huvitavamaks, avaldasid ka suurema tõenäosusega soovi edaspidi füüsikat rohkem õppida ($\rho = 0,510$, $p < 0,05$). Ka Usher (2012) on väitnud, et õpilastes huvi säilitamiseks tuleb õpetajal kasutada erinevaid innovaatilisi meetodeid ja õpilasi maksimaalselt kaasavaid tegevusi. Antud uurimusest lähtuvalt võib selliseks tegevuseks lugeda teaduskeskuse külastamist. Lisaks avaldasid õpilased, kellel tekkis töö käigus füüsika vastu suurem huvi ka soovi edaspidi rohkem iseseisvalt teaduskeskusi külastada ($\rho = 0,551$, $p < 0,005$), mis näitab, et

õpilased, kelles oleme tekitanud huvi, tegelevad ka edaspidi suurema tõenäosusega iseseisvalt mitteformaalsel viisil teadmiste omandamisega.

Lisaks tuleks tähelepanu pöörata ka väitele *Pärast teaduskeskuse külastamist mõistsin, et füüsika on seotud minu igapäevaeluga*. Sellele väitele antud hinnangud korreleerusid nii väitega *Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks huvitavamaks* ($\rho=0,530$, $p<0,05$), *Teaduskeskuse külastamine tekitas minus tahtmise edaspidi füüsikat rohkem õppida* ($\rho=0,585$, $p<0,05$) ja *Tahaksin ka iseseisvalt edaspidi teaduskeskusi külastada* ($\rho=0,366$, $p<0,05$). Gümnaasiumi riiklikus õppekavas (2011) on välja toodud eesmärk luua füüsikast terviklik ettekujutus ning seostada füüsikat igapäevaelu ja seal esinevate probleemidega. Just mitteformaalse lähenemise abil on tõenäosus jõuda huvitatud ja kõrge õpimotivatsiooniga õpilaseni, mida näitavad ka antud uurimuses välja tulnud korrelatsioonid. Sarnased aspektid on ära maininud ka Woolnough (1995), kes peab õpilaste motiveerimisel oluliseks just erinevaid õpetamismeetodeid ja igapäevaeluliste näidete toomist.

KOKKUVÕTE

Käesolev magistritöö tutvustab füüsika õpetamise ja õppimisega seonduvat gümnaasiumis, õpilaste hoiakute ja õpimotivatsiooni rolli õppetöös ning formaalse ja mitteformaalse õppe iseärasusi, täpsemalt teaduskeskuste rolli õppetöös. **Töö eesmärgiks oli välja selgitada, kuidas mõjutab AHHAA Teaduskeskuse külastamine ja külastuse ajal teemakohase töölehe kasutamine õpilaste teadmiste taset.**

Lähtudes töö eesmärgist püstitati järgmised uurimisküsimused:

- Mil määral aitab koostatud õppevahend (tööleht) õpilastel paremini mõista teema „Valguse ja aine vastastikmõju“ raames õpitut?
- Mil määral erineb õppematerjali kasutamise tulemus poiste ja tüdrukute seas?
- Mil määral erineb õppematerjali kasutamise tulemus edukamate ja vähemedukate õpilaste seas?
- Kuidas on õpilaste tulemuste muutus (eel- ja järeltesti tulemuste vahe) seotud õpilaste antud hinnangutega?

Uurimisküsimustele vastamiseks loodi Tartu Kunstigümnaasiumi 11. klassi õpilastest koosnev mugavusvalim ning pandi kokku AHHAA Teaduskeskuse eksponaatidel ja gümnaasiumi III kursuse teema „Valguse ja aine vastastikmõju“ materjalil põhinev tööleht. Tulemused ei ole üldistatavad, kuna valim on väike ja kokku pandud ühe kooli õpilastest.

Et välja selgitada, mil määral aitab koostatud õppevahend õpilastel paremini mõista koolis õpitut, koostati eel- ja järeltest, mille õpilased täitsid enne ja pärast teaduskeskuse külastust. Uuringus kasutati nende õpilaste andmeid, kes olid täitnud mõlemad testid ning osalenud õppekäigul teaduskeskuses (N=41).

Eel- ja järeltesti tulemuste võrdlemisel selgus, et järeltesti tulemused olid paremad. Tulemuste paranemine leidis aset nii keskmisi punktisummasid kui ka ülesandeid eraldi vaadeldes. Tulemuste paranemine ei osutunud statistiliselt oluliseks vaid ühe ülesanne (ülesanne 4) puhul. Kuna teiste ülesannete ning summaarse punktisumma osas oli tulemuste paranemine statistiliselt oluline, saab väita, et **töölehe täitmine aitas õpilastel paremini mõista teema „Valguse ja aine vastastikmõju“ raames koolitunnis õpitut.**

Lisaks selgus tulemuste võrdlemisel, et õppevahend aitas kaasa nii poiste ja tüdrukute kui ka edukamate ja vähemedukate õpilaste tulemuste paranemisele, ent statistiliselt olulisi erinevusi antud gruppide tulemuste vahel ning tulemuste paranemise osas ei esinenud. **Seega ei ole võimalik väita, et õppevahend aitab paremini arendada mõne üksiku uurimise all olnud grupi teadmisi antud teema kohta.**

Et välja selgitada, kuidas on õpilaste tulemuste muutus seotud õpilaste endi poolt antud hinnangutega toimunu ja oma arengu kohta, viidi läbi korrelatsioonanalüüs. Analüüsist selgus, et tugevas seoses on õpilaste tulemuste muutus õpilaste hinnanguga väitele *Tundsin, et pärast teaduskeskuse külastamist oskasin testi paremini täita kui enne*. Antud seos viitab sellele, et õpilaste hinnang oma tulemustele on adekvaatne ning järeldest edukus oli ka õpilastele endile tajutav. Ilmnes ka keskmise tugevusega seoseid. Selgus, et õpilased, kelle tulemused paranesid, väitsid ka suurema tõenäosusega, et *Töölehe täitmine teaduskeskuse külastamise ajal meeldis mulle; Teaduskeskuse külastamine aitas mul füüsikast paremini aru saada ning Töölehe täitmine teaduskeskuse külastamise ajal aitas mul asju paremini meelde jätta*. Antud seosed viitavad sellele, et **õpilased, kellele oli teaduskeskuses toimunud tegevus meelepärane, saavutasid ka suurema tõenäosusega paremaid tulemusi. Toimunud õppekäik aitas materjali paremini meelde jätta ning õppesisu paremini mõista, mis viis ka paremate tulemusteni.**

Õpilastel oli võimalik toimunud õppekäigu kohta ka vabas vormis oma hinnang anda ning tagasiside oli positiivne. Sooviti taolisi õppekäike korrata ning rõhutati, et sellisel viisil õppimine aitab paremini teemat mõista ja aru saada. Toodi välja teema, mis jäi hoolimata AHHAA külastusest segaseks (luminestsents) ning rõhutati ka õpetaja kohaloleku olulisust taolistel üritustel.

Kokkuvõtteks võib öelda, et magistritöö eesmärgid said täidetud. Koostati õppevahend, mis aitas õpilastel paremini mõista teema „Valguse ja aine vastastikmõju“ raames õpitut. Ei tuvastatud erinevusi edukamate ja vähemedukate õpilaste ning poiste ja tüdrukute tulemuste paranemise vahel, mistõttu ei saa väita, et antud õppematerjalist oleks rohkem kasu mõne spetsiifilise grupi tulemuste parandamiseks. Leiti ka mitmeid positiivseid korrelatsioone tulemuste paranemise ja õpilaste hoiakute vahel. Koostatud õppevahendi rakendamine füüsikatundide raames kasutamiseks on õigustatud, parandamaks õpilaste õpitulemusi.

TÄNUAVALDUSED

Täna oma juhendajat Henn Voolaidu nii igakülge abi ja põhjalike kommentaaride eest selle tööga seonduvalt kui ka huvi tekitamise eest füüsika vastu minu ülikoolitee algusaastatel. Samuti täna kõiki uurimistöös osalenud Tartu Kunstigümnaasiumi 11. klassi õpilasi ja AHHA Teaduskeskuse töötajaid abivalmiduse ja vastutulelikkuse eest.

KASUTATUD KIRJANDUS

AHHA Teaduskeskus. (2013). <http://www.ahhaa.ee/meist/> (külastatud 22.03.2013)

Bozdogan, A. E., Yalcin, N. (2009). Determining the Influence of a Science Exhibition Center Training Program on Elementary Pupils' Interest and Achievement in Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2009, 5, 27-34.

Braund, M., Reiss, M. (2006). Validity and worth in the science curriculum: learning school science outside the laboratory. *The Curriculum Journal*, 17, 213-228.

Byman, R., Lavonen, J., Juuti, K., Meisalo, V. (2012). Motivational orientations in physics learning: A self determination theory approach. *Journal on Baltic Science Education*, 11, 379-392.

Dahlgren, O. L., Sjölander, S., Strid, P. J., Szczepanski, A. (Toim.) (2012). *Õuesõppe pedagoogika kui teadmiste allikas – lähiumbrusest saab õpiõu*. Lindve, I., Paulus, C. (Tõlk). Tallinn: Tallinna Ülikooli kirjastus.

Deci, E. L., Ryan, R. M. (Toim.) (2004). *Handbook of Self-Determination Research*. The University of Rochester Press.

DeWitt, J., Osborne, J. (2007). Supporting Teachers on Science-focused School Trips: Towards an integrated framework of theory and practice. *International Journal of Science Education*, 29, 685-710.

Eccles, J. S., Wigfried, A. (1995). In the mind of the actor: The structure of adolescents' achievement task values and expectancy-related beliefs. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 21, 215-225.

Gagnè, R.M., Driscoll, M.P. (1992). *Õppimise olemus ja õpetamine*. Tartu: Tartu Ülikooli trükikoda.

Ganina, S., Voolaid, H. (2007). *Füüsikaõppe efektiivsus ja selle tõstmise võimalused*. Aadressil: http://www.ksk.edu.ee/wp-content/uploads/2011/03/KVUOA_Toimetised_8-Ganina.pdf (külastatud 12.03.2013)

- Gümnaasiumi riiklik õppekava. (2011).** – RT I, 14.01.2011,2, lisa 4 (külastatud 12.03.2013)
- Hodkinson, P. (2005).** Learning as cultural and relational: moving past some troubling dualisms. *Gambridge Journal of Education*, 2005, 35, 107-119.
- Kikas, E., Mägi, K. (2006).** *Õpimotivatsiooniliste suundumuste mõõtmine ja nende seosed õpitulemustega.* Uibu, K. (Toim.) *Avatud kool ja tõhus õppimine.* Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus.
- Krull, E. (2001).** *Pedagoogilise psühholoogia käsiraamat.* Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus.
- Laimets, K. (2007).** *Füüsika populariseerimine läbi AHHA Teaduskeskuse.* Bakalaureusetöö. Tartu Ülikooli Haridusteaduskond.
- Lepik, I., Püssim, A. (Tõlk.) Sirel, A., Haud, J. (Toim.) (2002).** *Rakenduspedagoogika õpik.* Tartu: AS Atlex.
- Leppik, P. (2006).** *Õppimine on tõesti huvitav. Õpiprotsessi psühholoogilisest mõtestamisest.* Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus.
- Möller, K. (2005).** *Teadusnäituste võimalused põhikooli riiklikus õppekavas seatud eesmärkide saavutamise toetamisel suhkrutega seonduvate teemade näitel.* Pedagoogiline lõputöö. Tartu Ülikool, Loodusteaduste didaktika lektoraat.
- Myers, R. E., Fouts, J. T. (1992).** A cluster analysis of high school science classroom environments and attitudes towards science. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 929–937.
- Osborne, J. (2003).** Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science education*, 2003, 25, 1049–1079.
- Owen, S., Dickson, O., Stanisstreet, M., Boyes, E. (2008).** Teaching physics: Students` attitudes towards different learning activities. *Research in Science and Technological Education*, 26, 113-128.
- Peil, I., Tarkpea, K. (2012).** *Füüsikalise looduskäsitluse alused. Õpik gümnaasiumile.* Aadressil: http://www.fyysika.ee/doc/FLA_opik.pdf (külastatud 20.03.2013).

- Pärismaa, S. (2012).** Loodus- ja teaduskeskused koolivankri ette. *Õpetajate Leht*, 31.08.2012.
Aadressil: http://www.opleht.ee/admin/pages/preview/?archive_mode=article&articleid=7816 (külastatud 17.03.2013).
- Saks, K. (2012).** *Avastuskeskuses õppimine ja õpimotivatsioon.*
Aadressil: http://ebo.ee/nordplus/est/DNP_uurimus.pdf (külastatud 17.03.2013).
- Salmi, H. S. (2003).** Science centers as learning laboratories: experiences of Heureka, the Finnish Science Center. *International Journal of Technology Management*, 25, 461.
- Skinner, E. A., Belmont, M. J. (1993).** Motivation in the classroom: Reciprocal effects of teacher behavior and student engagement across the school year. *Journal of Education Psychology*, 77, 548-565.
- Tarkpea, K. (2010).** Füüsika õppekava on muutunud põhimõtteliselt. *Õpetajate leht*, 03.2010. Aadressil: http://haridus.opleht.ee/Arhiiv/3_2010/lugu11.pdf (külastatud 12.03.2013).
- Usher, A. (2012).** What can schools do to motivate students? *George Washington University, Graduate School of Education and Human Development, Center on Education Policy.*
Aadressil: <http://www.cep-dc.org/publications/index.cfm?selectedYear=2012> (külastatud 15.03.2013).
- Wellington, J. (1990).** Formal and informal learning in science: The role of the interactive science centers. *Physics Education*, 25, 247-252.
- Wentzel, K. R. (1998).** Social support and adjustment in middle school: The role of parents, teachers and peers. *Journal of Educational Psychology*, 90, 202-209.
- Williams, C., Stanisstreet, M., Spall, K., Boyes, E., Dickson, D. (2003).** Why aren't secondary students interested in physics? *Physics Education*, 38, 324–329.
- Woolnough, B. (1994).** Why students choose physics, or reject it? *Physics Education*, 29, 368–374.
- Woolnough, B. (1995).** School effectiveness for different types of potential scientists and engineers. *Research in Science and Technological Education*, 13, 54.

Voolaid, H. (2010). *Füüsikaline maailmapilt, I osa.*

Aadressil: http://www.physic.ut.ee/kfk/FMP_1.pdf (külastatud 15.02.2013).

Forming students` knowledge about optics by applying study materials during AHHAA science center visit

Eveli Raudla

SUMMARY

Present masters` thesis introduces aspects related to learning and teaching physics, students attitudes and learning motivation and its role in knowledge acquirement, formal and informal learning, and science center visits as study methods. **The objective of this paper was to find out, how visiting AHHAA science center, and using a worksheet during the visit, affects students` knowledge.**

Based on the objective of this paper, the following research questions were drawn:

- How much does the created worksheet help students to better understand things studied during the topic “Light and matter interaction”?
- How much do the results differ among boys and girls?
- How much do the results differ among successful and not so successful students?
- How are the changes in students results related to students assessments?

To answer the research questions, students of Tartu Art Gymnasium`s eleventh grade were involved in a study, where a worksheet, which incorporates one high-school physics topic, “Light and matter interaction” and is based on the exhibits of AHHAA science center, was created. The results cannot be generalized as the sample was inadequate and consisted of the students of one school.

To find out, whether the created worksheet helps students to better understand things learned at school, also pre- and post-tests were created, to measure the difference. These tests were taken before and after the visit to the AHHAA science center. Only data from those students who took both of the tests and visited the science center, was used in the study (N=41).

After comparing the results from pre- and post-tests the results showed that the students were more successful during the post-test. It occurred when comparing the overall scores and different exercises. Only one exercise (nr 4) did not have a better score, because the difference was not statistically significant. But due to scores improving at other aspects, it is still

possible to say, that **working with the created worksheet in AHHA science center helped students to better understand the topic “Light and matter interaction”**.

The results of the pre- and post-tests also showed that the scores of boys and girls and also successful and not so successful students improved, but there were no indications to the fact that one of these groups had a bigger increase in points, because the difference was not statistically significant. Therefore **it is not possible to say, whether the developed worksheet gives an advantage to one of the specified groups**.

To find out how the changes in the results are related to students assessments about what happened and how their knowledge evolved a correlation-analysis was conducted. It turned out that there is a strong correlation between changes in students' results and their ratings for the question *I felt, that after visiting the science center it was easier to take the test*. This relation refers to the fact, that students assess their results adequately. There were also average correlations. Students whose results got better also often claimed that they liked using the worksheet during the visit; visiting the science center helped them to understand physics better and using the worksheet during the visit helped them to remember things better. **These correlations show that a student, who liked the activity in the science center, also had better results and the visit helped students to remember and better understand things related to the topic, which led to improved results.**

Students were also able to say things about the science center visit in a free-form. The feedback was positive. Students said that they would like to do something like this more often, because it helps to understand and remember topics better. One subject which was still complicated after the visit was luminescence. It was also pointed out that teacher-presence is important during activities like this.

In conclusion it is possible to say, that the goal of this masters` thesis was achieved. A worksheet, which helps students to better understand the topic of “Light and matter interaction”, was created. Although there were no inclinations of some groups (boys, girls, successful or not so successful students) benefiting more from the worksheet than others, positive correlations were found between results and students evaluations. Implementing this worksheet is justified while learning physics, because it can increase students` knowledge.

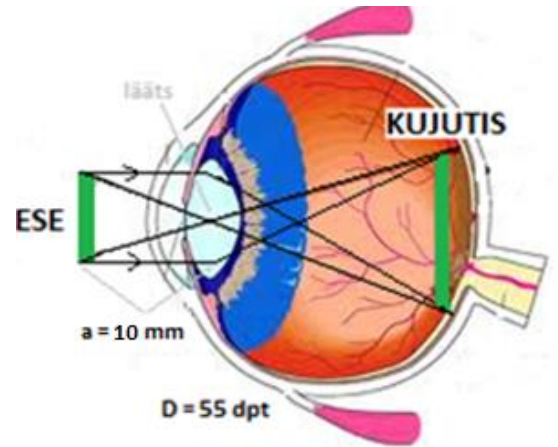
LISAD

Lisa 1. Eel- ja järeltest

1. Valguse murdumine läätses.

Kasuta läätses valemeid $\left[\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{k}; f = \frac{1}{D} \right]$ ning

leia, kui kaugelt läätselt tekib kujutis. Vajalikud andmed leiad jooniselt. (3p)



2. Lainepikkus.

Täida lüngad: (6p)

Valge valgus jaguneb erinevaks värviks, mis kõik vastavad kindlale lainepikkuste vahemikule: - nm. Inimsilm ei tajuvalgust javalgust.

Punastest valgusest suurema lainepikkusega valgust tekitavad

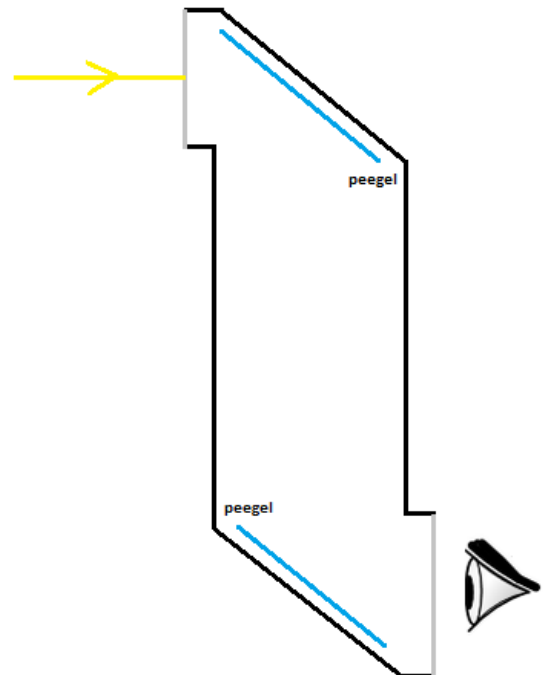
..... kehad ning violetsest valgusest väiksema

lainepikkusega valgust tekitavad

kehad.

3. Valguse peegeldumine.

Joonisel on periskoop, mis on optiline instrument üle serva või nurga taha vaatamiseks. Joonista valguskiire korrektne käik selles seadmes, lähtudes valguse peegeldumisseadusest. (2p)



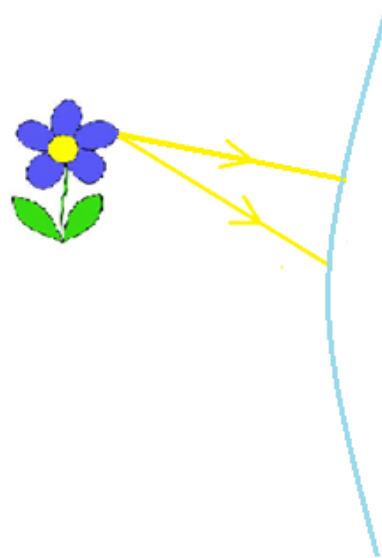
4. Valguse komponendid.

Järjesta valge valguse komponendid, alustades kõige suurema lainepikkusega värvusest: (2p)

5. Kujutise tekkimine kumerpeeglis.

Peeglisse vaadates näeme enda kujutist.

Kasutades peegeldumisseadust, joonest lille ühe punkti kujutise tekkimine kumeras peeglis: (4p)



6. Valguse murdumine vees.

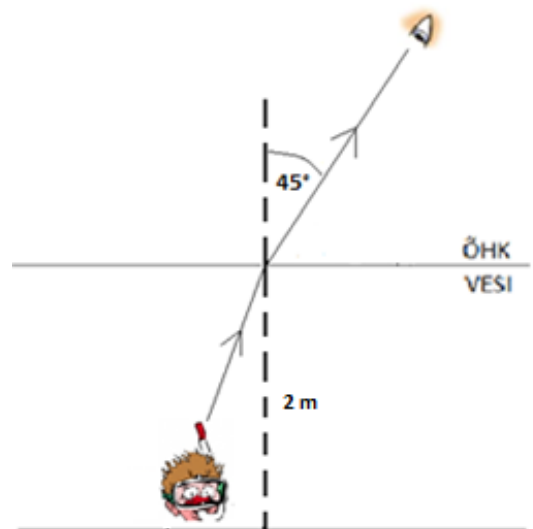
Vaata joonist, täienda seda ning arvuta, millisel kaugusel tema tegelikust asukohast näeb vette vaatav inimene vee all olevat sukeldujat. (5p)

Kasuta valguse murdumise seadust: $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2}$

ning trigonomeetria valemeid:

$$\sin \alpha = a/c ; \cos \alpha = b/c ; \tan \alpha = a/b$$

Valguse kiirus vees on 225 000 km/s.



7. Erinevad kiirgused. Võrdle omavahel luminescentskiirgust ja soojuskiirgust järgmiste tunnuste alusel: (3p)

Tunnus/Kiirgus	Soojuskiirgus	Luminescentskiirgus
Tajutav/mittetajutav inimese silmale		
Tekkimine		
Kestvus		

Lisa 2. Tööleht

Tööleht koosneb seitsmest erinevast ülesandest, iga ülesanne on seotud vastava eksponaadiga ning lahendatav gümnaasiumi füüsika III kursuse teema „Valguse ja aine vastastikmõju“ raames õpitu ja AHHAA Teaduskeskuse eksponaatide abil.

I Termokaamera:

Termokaamera ees seistes näed pilti iseendast, kuid mitte harjumuspärasel viisil. Kaamera näitab, milline on sinu keha erinevate osade temperatuur, täpsemalt, millised kehaosad on soojemad, millised jahedamad.

Kirjelda pilti, mida ekraanil näed - millised sinu kehaosad on madalama, millised kõrgema temperatuuriga? _____

Selgita, mille põhjal leidsid eelmisele küsimusele vastuse?

Kuidas termokaamera töötab – miks näitab ta meie kehaosade temperatuuri?

Miks me termokaamera abita kehadelt kiirguvat soojust ei näe?

Millises keskkonnas oleks termokaameras nähtav inimene taustast raskesti eristatav, millises keskkonnas kergemini eristatav?

On loomi, kes tajuvad sarnaselt termokaamerale ümbritsevat keskkonda soojuskiirguse abil. Too mõni näide: _____

II Prillideta 3D:

Tänapäeval on 3D tehnoloogia väga levinud, sellega puutume kokku eelkõige kinos, kuid miks mitte ka kodus oma isikliku teleri eest istudes. Oleme harjunud, et 3D efekti jaoks vajame spetsiaalseid prille, mis suunavad ühte silma ühe, teise silma teise pildi, tekitades selliselt 3D efekti. Antud eksponaat võimaldab 3D efekti tajuda ilma prillideta. Istu ekraani ette vastavalt juhendile ja vaatle erinevaid objekte ekraanil.

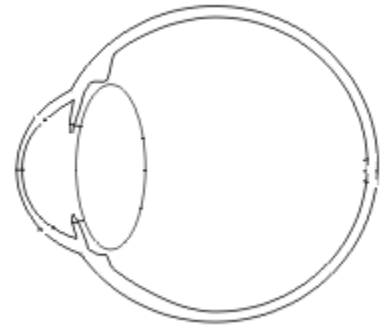
Mis on antud eksponaadi puhul vajalik 3D pildi tekitamiseks?

Selleks, et näha enda ümber toimuvat, kasutame oma silmi. Silma osadel on erinevad funktsioonid, pildi tekkimise eest võrkkestale vastutab aga eelkõige silmas asuv lääts.

Mis juhtub valgusega läätses? _____

Millise läätsesega on tegu meie silmas: kumerlääts / nõguslääts

Konstrueeri ruubiku-kuubiku ühe punkti kujutise tekkimine inimese (normaalnägija) silmas, kasutades selleks punktist lähtuvat kahte valguskiirt:



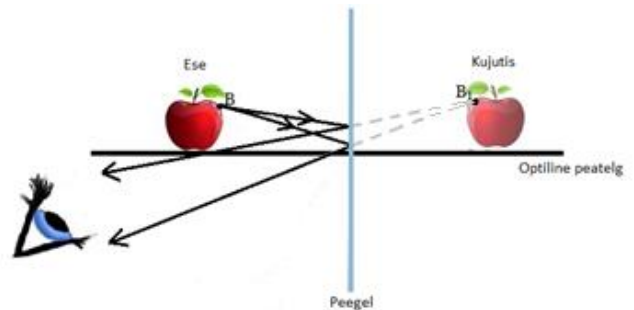
Lõpeta lause:

Selleks, et tekiks ruumiline kujutis (3D efekt), peab vasak silm nägema _____
_____ ja parem silm nägema _____

III Kõverpeeglid:

Tuletame meelde juba põhikoolis õpitud geomeetrilist optikat. Astu kõverpeegli ette ja vaatle tekkinud kujutist.

Meenuta, milline on kujutis ning kuhu tekib kujutis juhul, kui tegu on tasapeegliga? (vihjeks vaata joonis)



Kõverpeegli puhul ei ole tekkiv kujutis enam selline nagu ta oleks tasapeeglis. Vali näitusel olevatest kõverpeeglitest üks ja konstrueeri kujutise tekkimine selles:

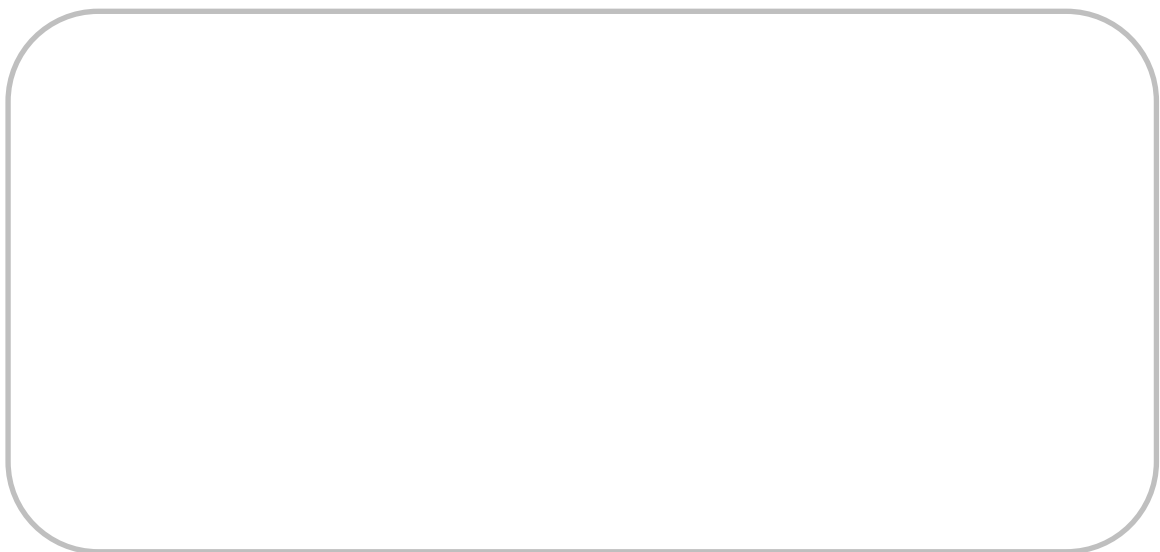


IV Auk Austraaliasse:

Vaata alla tunnelisse ja palu sõbral vaadata teise tunnelisse. Mida näed?

Mis tekitab taolise olukorra?

Püüa joonistada, kuidas peavad peeglid olema asetatud ning kuidas valgus nendel peegeldub, et tekiks olukord, mida just nägid:



V Kleebi oma vari seinale:

Järgi toodud juhiseid ning „kleebi oma vari seinale“.

Täida lüngad:

See osa seinast, mis oli minu keha poolt varjatud, oli pärast välklambi sähvatust _____
ning see osa, millele varju ei tekkinud jäi _____

Millist rolli mängib antud nähtuse juures välklamp?

Millega on kaetud sein? _____

Meenuta füüsikatunnis õpitut ja pane kirja, mis on iseloomulik ainele, millega sein kaetud on?

Kas sinu vari jääb seinale alatiseks (juhul, kui keegi vahepeal katset ei korda)? Miks?

VI Pea kandikul:

Palu kaaslasel asetada pea läbi lauas oleva augu ja jälgi tegevust eemalt.

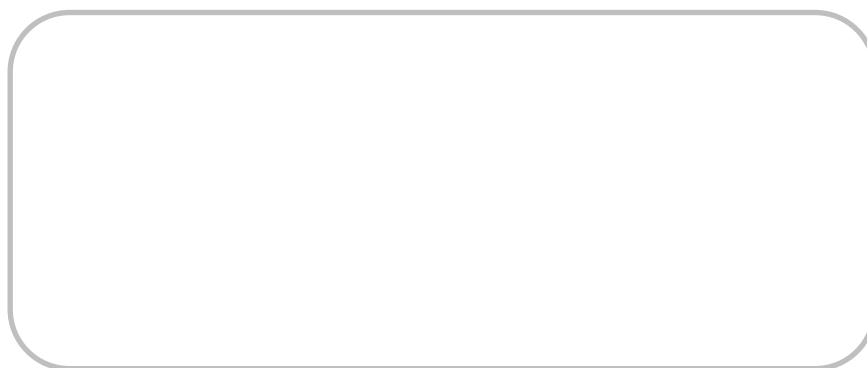
Kirjelda, mida näed?

Selgita, kuhu kadus sõbra keha ning miks tundub meile, et laud, millel sõbra pea asub on alt „tühi“?

VII Vee eksponaadid:

Veega seotud eksponaat võimaldab katsetada väga erinevaid nähtusi. Meie keskendumine valguse levimisele vees ning õhu-vee piirpinnal.

Aseta vette mõni ese (pliiats, pall vms), mis oleks osaliselt vees, osaliselt veest väljas. Kas märkad kõrvalt vaadates midagi kummalist? Joonista, mida näed:



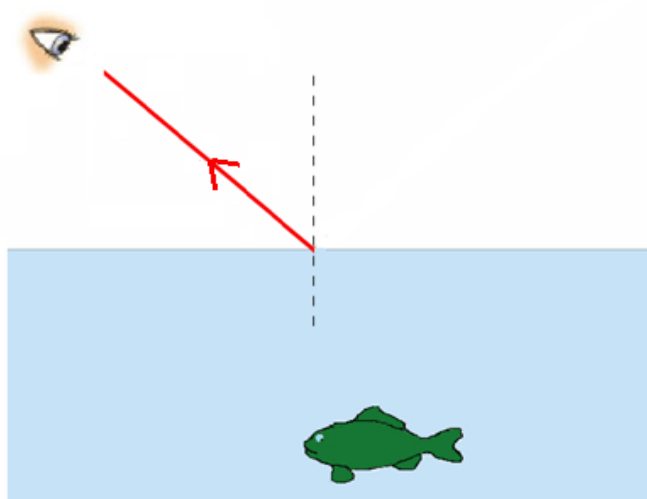
Mis võiks olla põhjuseks, miks me näeme justkui oleks keha kuju ja asukoht vees muutunud?

Meenuta füüsikatunnis õpitud valguse murdumise seadust [$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2} = n$; $n = \frac{c}{v}$] ning leia, kui suur on 45° langemisnurga korral nurk vees, kui valguse kiirus vees on ligikaudu 75% valguse kiirusest õhus.



Füüsikatunnis õppisid, et õhust vaadates on vees oleva eseme asukoht teine. Taaskord on põhjus valguse murdumises õhu ja vee piirpinnal.

Täienda joonist nii, et see selgitaks, miks me näeme kala teises asukohas kui ta tegelikult on.



Lisa 3. Ankeetküsimustik

Palun vasta järgmistele küsimustele:

Hinda antud väiteid 5-palli skaalal (5 - väga palju, 1 - mitte üldse)

1. Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks huvitavamaks.

5 4 3 2 1

2. Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks igavamaks.

5 4 3 2 1

3. Teaduskeskuse külastamine aitas mul füüsikast paremini aru saada.

5 4 3 2 1

4. Teaduskeskuse külastamine muutis füüsika minu jaoks veel segasemaks.

5 4 3 2 1

5. Töölehe täitmine teaduskeskuse külastamise ajal meeldis mulle.

5 4 3 2 1

6. Töölehe täitmine teaduskeskuse külastamise ajal aitas mul asju paremini meelde jätta.

5 4 3 2 1

7. Tundsin, et pärast teaduskeskuse külastamist oskasin testi paremini täita kui enne külastust.

5 4 3 2 1

8. Teaduskeskuse külastamine tekitas minus tahtmise edaspidi füüsikat rohkem õppida.

5 4 3 2 1

9. Teaduskeskuse külastamine aitas mul mõista, et koolis õpitu on seotud minu igapäevaeluga.

5 4 3 2 1

10. Tahaksin ka iseseisvalt edaspidi teaduskeskusi külastada.

5 4 3 2 1

11. Sooviksin pigem tegeleda õppimisega koolis, mitte väljaspool (nt teaduskeskuses).

5 4 3 2 1

12. Klassiruumis traditsioonilisi õppemeetodeid kasutades saab füüsika paremini selgeks, kui väljaspool klassiruumi õppides.

5 4 3 2 1

13. Sooviksin veel lisada, et ...

Lisa 4. Tabel 7

Tabel 7. Õpilaste vabas vormis tagasiside – vastused ankeetküsimustiku 13. küsimusele.

Jrk	Õpilaste vastused
1	Teaduskeskuse külastamine aitas paremini aru saada, kuid luminesentsi teema jäi segaseks. Töö sai kiiremini valmis küll.
2	Oli tore.
3	Me võiks selliseid külastusi rohkem teha, sest nad aitavad paremini aru saada.
4	Selliseid tegevusi võiks toimuda igas aines, oleksin kindel, et hinded läheksid paremaks.
5	Võiksime rohkem õppereisidel käia väljaspool kooli ja ka koolisiseselt katseid rohkem praktikas läbi teha kui võimalik.
6	Tore oli ning väga meeldiv, et õpetaja viitsis kätte võtta ja õpilastele sellise ürituse korraldada.
7	Võiksime kunagi veel selliseid õppimisi teha (väljaspool kooli).
8	Teaduskeskuse külastus suurendas minu huvi füüsika vastu. Ahhaa külastus oli väga vinge ja arendav. Kindlasti võiks veel tagasi minna.
9	Ahhaa keskuse külastamine ei olnud minu jaoks õppimine vaid teadmiste kinnistamine (ei saanud uusi teadmisi). Vaheldusrikkad tunnid on igal juhul head. Videote vaatamine tunnis on huvitav. Kui tuleb veel taolisi asju, siis võiks mõnda inglise keelset saadet vaadata.
10	Võiks kunagi veel selline õppepäev toimuda.
11	Ka õpetaja oskus oma teadmisi edasi anda oli väga oluline.
12	Külastus oli äärmiselt huvitav, võiks veel olla.
13	Külastus läks asja ette ja see meeldis mulle väga.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina Eveli Raudla

(sünnikuupäev: 31.08.1988)

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

Gümnaasiumiõpilaste optika-alaste teadmiste kujundamine AHHA Teaduskeskuses kasutatava õppematerjali rakendamisel

mille juhendaja on Henn Voolaid,

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, 03.06.2013

