

Tartu Ülikool
Loodus- ja tehnoloogiateaduskond
Füüsika instituut

Veiko Hani

**Uurimusliku õppe rakendamine ja praktiliste tööde
erinevad realisatsioonid uurimuslikus õppes**

**Magistritöö rakendusfüüsika erialal
(füüsikaline infotehnoloogia)**

Juhendajad: Anne Laius, MSc

Kalev Tarkpea, füüs-mat. knd

Tartu 2010

Sisukord

Uurimusliku õppe rakendamine ja praktiliste tööde erinevad realiseerimised uurimuslikus õppes.....	1
Sisukord.....	2
Sissejuhatus	5
1. Kirjanduse ülevaade	6
1.1. Ülevaade Eestis läbi viidud uurimusliku õppe aladest uurimustest.....	6
1.2. Uurimuslik õpe	7
1.3. Uurimusliku õppe avatus ja struktureeritus	8
1.4. Uurimusliku õppe rakendamise võimalused õppetöös.....	10
1.5. Uurimuslik õpe loodusainete õppekavas	10
1.6. Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava ning uurimuslik õpe.....	11
2. Metoodika ja valim.....	15
2.1. Instrumendid.....	15
2.1.1. Õpetajate küsimustik	15
2.1.2. Praktilised tööd ja õpilaste küsimustik	18
2.1.3. Praktikumide juhendajate tagasisideküsimustik.....	18
2.2. Valim	19
2.3. Uurimistöö läbiviimine.....	19
3. Tulemused ja arutelu	21
3.1. Õpetajate küsimustik	21
3.1.1. Näitkatsete ja praktiliste tööde läbiviimine ning vahendite kasutamine	21
3.1.2. Traditsiooniliste katsevahendite kasutamine õppetöös.....	24
3.1.3. Arvutisimulatsioonide kasutamine õppetöös.....	25
3.1.4. Vernier andmekogujate kasutamine õppetöös.....	26

3.1.5.	Erinevate vahendite kasutamine õppetöös.....	27
3.1.6.	Uurimuslikkus praktilistes töödes	28
3.1.7.	Uurimuslike tegevuste olulisus õpetajate arvamuste põhjal.....	31
3.1.8.	Õpetajate enesetäiendussoovid.....	33
3.1.9.	Praktiliste tööde lähtepunkt	34
3.1.10.	Kas Vernier vahendid aitavad Teie arvates rakendada uut õppekava?	34
3.1.11.	Õpetaja arvamus: Mida õpilased õppisid praktilise töö käigus?	35
3.1.12.	Õpetajate arvamused erinevate vahendite eeliste ja puuduste kohta.....	35
3.2.	Praktikumide juhendajate arvamused praktiliste tööde kohta	36
3.3.	Õpilaste tagasisideküsimustik.....	37
3.3.1.	Praktilised tööd ja vahendid	37
3.3.2.	Mis meeldis praktilise töö juures kõige rohkem?.....	38
3.3.3.	Mis oli praktilise töö juures kõige raskem?.....	41
3.3.4.	Kuivõrd huvitavad on praktilised tööd?	44
3.3.5.	Kuivõrd rasked on praktilised tööd?.....	45
3.3.6.	Milliste vahenditega oleks praktiline töö huvitavam olnud?.....	47
3.3.7.	Milliste vahenditega oleks see praktiline töö lihtsamini teostatav olnud?	49
3.3.8.	Millised küsimused tekkisid praktilise töö käigus?.....	52
3.3.9.	Mida uut said teada selle praktilise töö läbiviimisel?.....	54
	Kokkuvõte	57
	Kirjanduse loetelu.....	59
	Summary.....	61
	Lisad	63
	Lisa 1: Uurimusliku õppe materjalid internetis	63
	Lisa 2: Küsimustik loodusteaduste õpetajatele.....	66
	Lisa 3: Praktiumi tagasisideküsimustik õpilasele	73

Lisa 4: Praktikumi juhendaja tagasisideküsimustik.....	74
Lisa 5: Praktikumide juhendid, protokollid, teoorialehed CD-plaadil	75

Sissejuhatus

Õppe- ja kasvatustöö eesmärgid, korraldamise ja läbiviimise alused Eestis sätestab Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava (edaspidi nimetatud vana õppekava), mis on vastu võetud Vabariigi Valitsuse määrusega 01.09.2002 (viimati muudetud 03.12.2007).

01.09.2010 hakkab kehtima uus Gümnaasiumi riiklik õppekava ja Põhikooli riiklik õppekava (edaspidi nimetatud uus õppekava), kus on loodusteaduste osas oluliselt suurem rõhk uurimuslikul õppel. Töö autorile pakub huvi, kuidas õpetajad läbi viinud uurimuslikke töid erinevate tehniliste vahendite abil loodusainetes ning kuidas oluliseks peavad õpetajad uurimuslikule õppele omaste tegevuste kasutamist õppetöös. Tiigrihüppe Sihtasutus on hankinud alates 2008/2009 õppeaastast koolidele praktiliste tööde läbiviimiseks füüsikas Vernier andmekogujaid ja sensoreid, millede kasutamise kohta pole veel õpetajatepoolset põhjalikku ja süsteemset tagasisidet küsitud.

Töö autorile teadaolevalt pole Eestis seni ka võrdlevalt uuritud erinevate vahendite (arvutisimulatsioonid, traditsioonilised katsevahendid, andmekogujad) kasutatavust õppetöös, sealhulgas ka praktiliste (uurimuslike) tööde läbiviimisel.

Käesoleva töö eesmärgiks oli uurida uurimusliku õppe rakendatavust loodusteaduste õpetajate töös kasutades erinevaid katsevahendeid ning lähtuvalt sellest teha ettepanekuid õpetajate täiendkoolituse vajaduste kohta ning anda soovitusi erinevate vahendite kasutatavuse kohta. Tulenevalt töö eesmärgist püstitati järgmised hüpoteesid:

1. Loodusteaduslike ainete õpetajad peavad uurimuslikule õppele omaseid tegevusi oma ainetes olulisteks ja rakendavad neid.
2. Õpetajad kasutavad katsevahendeid pigem näitkatsetes kui uurimuslike praktiliste tööde läbiviimiseks.
3. Füüsika õpetamiseks koolidele hangitud Vernier vahendeid kasutatakse edukalt ka teiste loodusteaduslike ainete õpetamisel.
4. Õpilased eelistavad praktiliste tööde läbiviimisel reaalseid katsevahendeid arvutisimulatsioonidele.

1. Kirjanduse ülevaade

1.1. Ülevaade Eestis läbi viidud uurimusliku õppe alastest uurimustest

Varasemate selleteemaliste teadustööde autorid väidavad, et Eesti koolides rakendatakse uurimuslikku õpet tundides suhteliselt harva (Kask & Rannikmäe, 2006; Täär, 2009) ning ka õpilaste uurimuslikud oskused on suhteliselt kesised (Kask & Rannikmäe, 2006; Mäeots, 2007; Täär, 2009).

On uuritud, millised tegurid mõjutavad uurimusliku õppe läbiviimise sagedust bioloogia õpetajatel. Ilmnes, et uurimusliku õppe erinevaid etappe kasutatakse enamasti kord aastas ning õpetajate endi uurimuslike oskuste tase on madal. Väliste teguritena leiti, et mida rohkem õpetaja näeb, et uurimuslikul õppel on õppekavas oluline osa, seda rohkem ta ise uurimuslikku meetodit õpetamisel kasutab. Seega uurimuslikku õpet toetav õppekava soodustaks uurimuslikku lähenemist õppetöös. Samast uurimusest järeldub, et vahendite (katsevahendid, õppematerjalid jne) olemasolu on tugevas seoses uurimusliku õppe kasutussagedusega (Täär, 2009). Seega on oluline, et õpetajatel oleks kasutada katsevahendid ja õppematerjalid uurimusliku õppe läbiviimiseks.

Sisemiste teguritena tuuakse välja, et mida kõrgem on õpetaja hinnang enda uurimuslikele oskustele, seda sagedamini kasutatakse uurimuslikku õpet. Sellest lähtuvalt on õpetaja enda negatiivne hinnang oma oskuste kohta oluliseks takistavaks teguriks uurimusõppe rakendamisel. Käesoleva töö autor nõustub sellega, et õpetajate uurimuslike oskusi tuleks tõsta läbi koolituste nii, et nad tunneksid ennast uurimusliku õpet rakendades kindlalt. Uurimuslike oskusi saab arendada läbi praktilisi uurimuslike tegevusi sisaldava koolituse (Täär, 2009).

Uurides keemiaõpetajate valmisolekut kasutada uurimusliku õppe metoodikat, jõuti tulemusteni, et keemia õpetajad ei ole valmis organiseerima uurimusliku suunaga praktilisi töid. Endiselt domineerib praktilistes töödes detailideni ettekirjutatud tööjuhend (Kask, 2004).

On uuritud arvutipõhise õpikeskkonna „Noor loodusuurija“ 6. klassi õpilaste uurimuslike oskuste arengut. Saadud tulemuste põhjal sai esmalt väita, et uuringus osalenud õpilaste uurimuslike oskuste algtaase oli madal. Nii võib teha soovitusi, et õpetajad peaksid koolis rohkem tähelepanu pöörama õpilaste uurimuslike oskuste arengule. Jõuti tulemusteni, et õpikeskkond „Noor loodusuurija“ arendab olulisel määral õpilaste uurimuslike oskuste

arengut. (Mäeots, 2007). Seega on olemas positiivseid tulemusi arvutipõhiste õpikeskkondade kasutamisel õppetöös.

Piiravaks teguriks on õpetaja madal hinnang oma metoodilistele oskustele uurimusliku õppe sagedasemaks rakendamiseks. Seega tuleks koolitustel rohkem tähelepanu pöörata metoodikale. Samuti leiab Täär, et õpetajad, kes valmistavad ise uurimuslikuks õppeks materjale, kasutavad rohkem uurimuslikku õpet. Koolitustel tuleks õpetajaid suunata koostama uurimusliku õppe töölehti. Negatiivse üllatusena ilmneb see, et 51 % uuringus osalejatest on läbinud vähemalt ühe uurimusliku õppe esma- või täiendõppekoolituse, kuid nendel koolitustel osalejate hulgas ei täheldatud koolituse positiivset mõju (Täär, 2009).

1.2. Uurimuslik õpe

Uurimusliku õppe juured ulatuvad 1960-ndatesse aastatesse. Bruner leidis, et õppimise tulemuslikkuse tagab eelkõige õpilaste sisemine motivatsioon, aga mitte saadavad hinded või hilisem kasu. See aga tähendab, et tuleb õpilastes tekitada soov enda jaoks midagi uut avastada. Bruneri järgi on avastamine (ingl. k. *discovery*) protsess, mille käigus õpilane omandab uusi teadmisi läbi hüpoteeside püstitamise ja kontrollimise katsete või vaatluste abil (Pedaste jt, 2009). Tänapäevaks on sellest välja arenenud uurimuslik õpe. Uurimuslikku õppe olemust on kirjeldatud erinevate autorite poolt erinevalt.

Kõige üldisemalt võiks uurimuslikku õpet defineerida kui katsete ja vaatluste abil iseenda jaoks seaduspärasuste avastamist (Maroney, Finson, Beaver & Jensen, 2003).

Kempa (1986) ja Lunetta (1997) eristavad uurimuslikes praktilistes töödes järgmisi etappe: probleemi nägemine, probleemi lahtimõtestamine ja/või ümberformuleerimine, praktilise töö planeerimine, praktilise töö läbiviimine vaatluse ja mõõtmise kasutamisega, andmete protokollimine, andmete interpreteerimine, hinnangu andmine, probleemi lahendamine.

Harlen & Jelly (1997) on koostanud järgmise uurimusliku õppe etappide mudeli: probleemi määratlemine, uurimisküsimuse sõnastamine, hüpoteesi sõnastamine, katse planeerimine, katse läbiviimine, andmete analüüs ja interpreteerimine, tulemuste esitlemine.

Krajciki jt. (1998) järgi on uurimuslikus protsessis seitse etappi: küsimuste esitamine, informatsiooni otsimine, uuringu planeerimine, katsete läbiviimine, andmeanalüüs ja järelduste tegemine ning tulemuste esitlemine.

Käesolevas töös võetakse aluseks Harlen & Jelly (1997) poolt koostatud uurimusliku õppe mudel. Sellele lisatakse Kempa (1986) ja Lunetta (1997) mudelist hinnangu andmise etapp. Samas hõlmatakse probleemi määratlemise alla uurimusküsimus(te) ja hüpoteesi(de) sõnastamine. Seega lähtutakse käesolevas magistritöös järgmistest uurimusliku töö etappidest:

- probleemi määratlemine;
- katse planeerimine;
- katse läbiviimine;
- analüüs ja interpreteerimine;
- hinnangu andmine (katse tulemuste ja oma tegevuste kohta);
- tulemuste esitlemine.

Uurimuslik lähenemisviis on rakendatav mitte ainult koolis ja teadustöös, vaid ka mitmetes teistes eluvaldkondades (Llewellyn, 2002). Glassman (2001) viitab John Deweyle, kes ühena esimestest leidis, et tõeline õppimine seisneb eluprobleemide lahendamises. Seega tuleb oluliseks pidada, et uurimusliku lähenemise lähteülesanded oleks seotud igapäevaeluga.

1.3. Uurimusliku õppe avatus ja struktureeritus

Bretz jt (2008) annavad põhjaliku ülevaate enamlevinud uurimuslikest lähenemistest ning on loonud hindamismudeli, mille järgi saab määrata kui võrd avatud või struktureeritud on vaadeldav praktiline töö (vt tabel 1). Bretz jt poolt kirjeldatud hindamismudelil olevad uurimusliku õppe etapid:

- **Probleem/Küsimus.** Madalamate tasemete uurimuslikus õppes on probleem õpilasele ette antud. Vaid kolmandal tasemel (autentne uurimus) formuleerib ta selle ise.
- **Teooria/Taust.** Vaid autentse uurimuse korral ei ole juhendis ette antud kogu vajalikku taustainfot ja teoreetilist materjali töö läbiviimiseks, ülejäänud juhtudel on need õpilastele ette antud.
- **Katse käik ja ülesehitus.** Katse käik ja ülesehitus on õpilastele ette antud tasemetel 0 kuni 1 teostatud uurimusliku õppe korral. Avatumate uurimuslike tööde korral tuleb õpilastel see ise koostada.
- **Tulemuste analüüs.** Uurimuslikus õppes tasemetel 0 kuni $\frac{1}{2}$ on andmete interpreteerimise ja analüüsi meetodid õpilastele ette antud, avatumate uurimuslike tööde juures tuleb need õpilasel ise välja mõelda.

- **Tulemuste esitamine/jagamine.** Tasemetel ½ kuni 3 uurimuslike tööde korral pole ette antud uurimuse tulemuste jagamise võimalusi õpilastele.
- **Kokkuvõte ja järeldused.** Vaid null-taseme uurimusliku õppe korral on ette antud tulemus, milleni õpilane peaks jõudma uurimuse käigus, ülejäänud avatumatel juhtudel pole see selgelt ette antud.

Tabel 1. Uurimusliku õppe avatus ja struktureeritus (Bretz jt 2008).

Tunnus	Tase 0: Kontrollimine	Tase ½: Struktureeritud uurimus	Tase 1: Juhitud uurimus	Tase 2: Avatud uurimus	Tase 3: Autentne uurimus
Probleem, küsimus	Ette antud	Ette antud	Ette antud	Ette antud	Pole ette antud
Teooria, taust	Ette antud	Ette antud	Ette antud	Ette antud	Pole ette antud
Katse käik ja ülesehitus	Ette antud	Ette antud	Ette antud	Pole ette antud	Pole ette antud
Andmete analüüs	Ette antud	Ette antud	Pole ette antud	Pole ette antud	Pole ette antud
Tulemuste esitamine, jagamine	Ette antud	Pole ette antud	Pole ette antud	Pole ette antud	Pole ette antud
Kokkuvõte ja järeldused	Ette antud	Pole ette antud	Pole ette antud	Pole ette antud	Pole ette antud
	Rohkem struktureeritud ←—————→ Rohkem avatud				

Tasemed on järjestatud alates kõige struktureeritumast uurimusõppe viisist, kus sisuliselt kõik juhised on õpilasele ette antud, et jõuda soovitud tulemuseni, kuni autentse uurimuseni, kus kõik uurimuse etapid tuleb ise läbi viia.

- **Tase 0:** Kontrollimine – see on tegevus, kus kõik kuus uurimusliku töö etappi on õpilastele ette antud. Selline lähenemine sobib hästi laboritehnika käsitlemise õppimiseks või tundmatu nähtuse uurimiseks, aga ka ettekujutuse saamiseks uurimusliku töö etappidest.
- **Tase ½:** Struktureeritud uurimus – õpilasele on ette antud probleem, katse käik ja analüüsimise meetodika, mille tulemusel saab õpilane iseseisvalt leida seoseid või jõuda mitte-etteantud järeldusteni.
- **Tase 1:** Juhitud uurimus – õpilasele on ette antud probleem ning katse käik ja ülesehitus, aga analüüsimeetodid, tulemuste esitamine ja kokkuvõtete tegemine jäävad õpilaste kanda.

- **Tase 2:** Avatud uurimus – antud on ainult probleem ja taustainfo. Katse ülesehitus, analüüsi metoodika ja järeldused jäävad õpilasel planeerida ning äbi viia. Avatud uurimuslik õpe keskendub uurimuslike oskuste arendamisele.
- **Tase 3:** Autentne uurimus – Kõik katse etapid tuleb õpilasel endal planeerida ja läbi viia.

Eelneva mudeli järgi saab määratleda, kuivõrd struktureeritud või avatud on läbiviidav praktiline töö. Käesoleva töö raames viidi läbi struktureeritud uurimus (Tase 1/2). Töö üks eesmärke oli uurida erinevate katsevahendite kasutamist praktilise töö käigus, seega oleks rohkem avatud uurimuse korral tööde tegemiseks tõenäoliselt oluliselt rohkem aega kulunud, samuti oleks sel juhul olnud raske võrrelda erinevate katsevahendite kasutamist.

1.4. Uurimusliku õppe rakendamisvõimalused õppetöös

Uurimusliku õppe rakendamiseks on loodud mitmeid õppematerjale ja veebipõhiseid keskkondi (vt. Lisa 1). Samuti on Eesti koolidele hangitud alates 2008/2009. õppeaastast Vernier andmekogujaid ja sensoreid praktiliste tööde läbiviimiseks. Esimese hanke juures lähtuti füüsika ainekavast, kuid mitmeid sensoreid on võimalik kasutada ka teistes loodusainetes. Käesoleva töö üks eesmärkidest oli uurida erinevate vahendite kasutatavust uurimusliku õppe läbiviimisel. Järgnev ülevaade kirjeldab, kuivõrd on uurimuslik õpe põimitud hetkel (aprill 2010) kehtivasse ja uude õppekavasse.

1.5. Uurimuslik õpe loodusainete õppekavas

Õppe- ja kasvatustöö eesmärgid, korraldamise ja läbiviimise alused Eestis sätestab Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava, mis on vastu võetud Vabariigi Valitsuse määrusega 01.09.2002 (viimati muudetud 03.12.2007).

Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava määrab kindlaks põhikooli ja gümnaasiumi õppe- ja kasvatustegevuse eesmärgid, riikliku õppekava põhimõtted, omandatavad pädevused, õppekorralduse alused, kohustuslikud õppeained ja tunnijaotusplaani, nõuded kooliastmete ja kooli lõpetamiseks ning kooliõppekava ülesehituse ja koostamise põhimõtted, olenemata kooli õiguslikust seisundist (Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava, 2002). Selles seaduses sätestatakse, et riikliku õppekava alusel koostab iga kool oma õppekava, mis on õppetöö läbiviimise aluseks.

Vabariigi Valitsuse poolt 28. jaanuaril 2010 kinnitatud Gümnaasiumi riiklik õppekava ja Põhikooli riiklik õppekava jõustuvad 01.09.2010 ja rakenduvad täies mahus kolme aasta jooksul peale jõustumist.

Järgnevalt antakse ülevaate hetkel (aprill 2010) kehtiva, 2002. aastal kinnitatud ja viimati muudetud 03.12.2007, Põhikooli ja gümnaasiumi riikliku õppekava seotusest uurimusliku õppega loodusainetes. Samuti käsitletakse ka uue, 01.09.2010 rakenduva, riikliku õppekava seotust uurimusliku õppega ning võrreldakse hetkel kehtivat ja uut õppekava uurimusliku õppe rakendatavuse soosimise või piiramise seisukohast.

1.6. Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava ning uurimuslik õpe

Põhikooli ja gümnaasiumi riikliku õppekava õppetegevust kirjeldavas üldosas öeldakse, et õppeülesannete koostamisel ergutatakse maailmavaatelisi otsinguid, kasutades diskussioone, ajurünnakuid jmt, mis loovad võimalusi oma seisukohtade argumenteeritud kaitsmiseks. Kohased on **uurimuslikud ülesanded**, mille lahendamisel kasutatakse lihtsamaid teaduslikke meetodeid.

Loodusõpetuse üldaluste juures märgitakse, et õpikeskkonda iseloomustab suunatus avastamisele: sooritatakse **uurimuslikku laadi praktilisi töid** ja projektteid, lahendatakse probleeme (probleemõpe). 4.-6. klassi loodusõpetuse ainekavas märgitakse, et õpilaste tunnetusliku aktiivsuse tõstmise tõhusateks vahenditeks on probleemõpe ja **uurimuslik õpe**. Kujundada tuleb uurimistöö oskusi ja vilumusi, kasutada rühmatööd, projektõpet ning arendada diskussioone (Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava, 2002). Seega tuuakse loodusõpetuse ainekavas välja konkreetsed õppemeetodid õppetöö läbiviimiseks, millest üks on uurimuslik õpe.

Põhikooli ja gümnaasiumi **bioloogia** ainekava üldalustes kirjutatakse detailsemalt lahti **uurimusliku õppe** olemus: bioloogiateadmiste omandamisel on oluline koht praktilistel, sh uurimuslikel töödel, mille käigus õpilased omandavad probleemide püstitamise, hüpoteeside formuleerimise ja katsete või vaatluste planeerimise ning nende läbiviimise oskused. Viimane seostub töövahendite korrektse kasutamisega ning otstarbeka uurimis- ja vaatlusmetoodika valikuga. Tähtsal kohal on saadud tulemuste analüüsi ning nende kirjaliku ja suulise kokkuvõtliku esituse oskus (Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava, 2002). Sisuliselt on tegemist uurimusliku õppe läbiviimise etappide kirjeldusega – seega toetab bioloogia ainekava uurimusliku õppe läbiviimist.

Geograafia õpetamisega antakse õpilastele arusaamine looduses ja ühiskonnas toimuvatest nähtustest ja protsessidest, nende ruumilisest levikust ning vastastikustest seostest (Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava, 2002). Põhikooli geograafia ainekavas pole otseselt kirjas uurimuslike tööde läbiviimise nõuet, küll aga võib leida uurimusliku töö erinevaid etappe eraldi kirjeldatuna. Geograafia keskendub rohkem tööle allikatega ning **uurimustööde** ja referatiivsete tööde teostamisele, samuti ka vaatlustele ümbritsevas keskkonnas.

Keemia gümnaasiumi ainekavas rõhutatakse, et väga oluliseks tuleb pidada **näitkatsete ja laboratoorsete tööde** tegemist. Need peavad olema õpilastele mõistetavad, võimalust mööda uurimuslikud ning teenima õpetamise põhieesmärkide saavutamist (Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava, 2002). Sellest järeldub, et kuigi peetakse oluliseks laboratoorsete tööde tegemist, ei pea need põhinema uurimusliku õppe metoodikal.

Põhikooli ja gümnaasiumi **füüsika** üldsätetes määratletakse, et füüsika õppimine toimub aktiivses, teatud juhtudel interaktiivses õppekeskkonnas. Suhteliselt väheaktiivset seletav-tõlgendavat meetodit rakendatakse vaid juhtudel, kui see on vältimatu. Füüsikaõpet iseloomustab suunatud avastamine: sooritatakse **uurimuslikku laadi praktilisi töid**, lahendatakse probleeme ja tehakse mitmesugused projektid. Samas rõhutatakse ka loodusteadusliku meetodi (vaatlus-hüpotees-eksperiment-andmetöötlus-järeldus) kasutamise olulisust. Katsete, sh mõtteliste katsete sooritamine ning teoreetilised arutlused eeldavad probleemide teadvustamist, hüpoteeside püstitamist, hüpoteeside kontrollimist, vajalike katsete, arutluste planeerimist, katseandmete salvestamist ja töötlemist, katsetulemuste põhjal järelduste tegemist ning nende seostamist juba olemas olevate teadmistega, tehtud tööle hinnangu andmist jne. Selline tegevus aitab kaasa mõtlemisprotsesside – võrdlemine, liigitamine, klassifitseerimine, analüüs, süntees jne – arenemisele (Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava, 2002). Sisuliselt on tegemist uurimuslikule õppele omaste etappide ja tegevuste kirjeldusega.

Järgnevalt kirjeldatakse 01.09.2010 rakenduva uue õppekava seotust uurimusliku õppega.

01.09.2010 jõustuva Gümnaasiumi riikliku õppekava loodusainete ainevaldkonna kirjelduses sätestatakse, et oluline koht on **uurimuslikul õppel**, mis toimub nii praktiliste tööde kui ka teoreetilise iseloomuga igapäevaelu probleemide lahendamise kaudu. Õpipädevust arendatakse probleemide lahendamise ja uurimusliku õppe rakendamisega: õpilased omandavad oskused leida loodusteaduslikku infot, sõnastada probleeme ja uurimisküsimusi, planeerida ja teha katset või vaatlust, analüüsida, tõlgendada ning esitada tulemusi

(Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2010). Erinevalt vanast õppekavast sõnastatakse uues õppekavas selgelt uurimusliku õppe tähtsus loodusainete õpetamisel.

Põhikooli **loodusõpetuse** aine kirjelduses sätestatakse, et peamiste praktiliste tegevustena, mis tagavad kooliastme õpitulemuste saavutamise, tehakse **uurimuslikke ja praktilisi töid**: objektide, sh looduslike objektide vaatlemist, võrdlemist, rühmitamist, mõõtmist, katsete tegemist; kollektiooni koostamist ning plaani kasutamist. Põhikooli loodusõpetuse õpitulemuste kirjeldamisel pööratakse tähelepanu uurimis- ja vaatlusoskuste arendamisele (Põhikooli riiklik õppekava, 2010).

Erinevalt Põhikooli ja gümnaasiumi riiklikust õppekavast (kinnitatud 2002. a.) on uues õppekavas kõigis loodusainete ainevaldkonna õppeainetes peaaegu iga alamteema all eraldi välja toodud praktilised tööd ja IKT kasutamine, mis näitab loodusainete ainekavade koostajate soovi rõhutada nende tegevuste olulisust loodusteadustes.

Sarnaselt eelmise (2002. aastal kinnitatud) Põhikooli ja gümnaasiumi õppekava kirjeldusega rõhutatakse ka uues õppekavas **bioloogia** aine kirjelduses, et bioloogiateadmised omandatakse suurel määral teaduslikule meetodile tuginevate **uurimuslike ülesannete** kaudu, mille vältel õpilased saavad probleemide püstitamise, hüpoteeside sõnastamise, katsete või vaatluste planeerimise ja korraldamise ning tulemuste analüüsi ja tõlgendamise oskused. Tähtsal kohal on uurimistulemuste suuline ja kirjalik esitamine, kaasates verbaalseid ning visuaalseid esitusvorme (Põhikooli riiklik õppekava, 2010).

Põhikooli ja gümnaasiumi **geograafia** aine kirjelduses rõhutatakse **uurimuslikus õppes** erinevate teabeallikate (sh interneti) kasutamise ja kriitilise hindamise oskust. Uurimusliku õppega omandavad õpilased probleemide püstitamise, hüpoteeside sõnastamise, töö planeerimise, vaatluste tegemise, mõõdistamise, tulemuste töötlemise, tõlgendamise ja esitamise oskused (Põhikooli riiklik õppekava, 2010).

Keemiateadmised omandatakse suurel määral **uurimuslike ülesannete** kaudu, mille vältel õpilased saavad probleemide püstitamise, hüpoteeside sõnastamise ja katsete või vaatluste planeerimise ning nende tegemise, tulemuste analüüsi ja tõlgendamise oskused. Keemia arvutusülesandeid lahendades pööratakse gümnaasiumis tähelepanu eelkõige käsitletavate probleemide mõistmisele, tulemuste analüüsile ning järelduste tegemisele, mitte rutiinsele tüüpülesannete matemaatiliste algoritmide äraõppimisele (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2010). Sarnase kirjelduse võib leida ka uuest Põhikooli riiklikust õppekavast.

Füüsika aine kirjeldus ühtib uurimusliku õppe osas geograafia aine kirjeldusega, samas nähtustega tutvumisel eelistatakse katset, probleemide lahendamisel aga loodusteaduslikku meetodit. Gümnaasiumi füüsikas keskendutakse üldiste printsiipide kehtivusele, süsteemsusele ning seotusele teiste loodusainetega. Õpilaste kriitilise ja süsteemmõistelise mõtlemise arendamiseks lahendatakse füüsikaliselt erinevates aine- ja eluvaldkondades esinevaid probleeme, osatakse planeerida ja korraldada eksperimenti, kasutades loodusteaduslikku uurimismeetodit (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2010).

Kokkuvõtvalt võib öelda, et uurimuslikule õppele omaseid tegevusi on kõigis loodusainete ainekavades. Olenevalt ainest on uurimuslik lähenemine ainekavades kirjeldatud erinevalt. Aine eripärast tulenevalt keskendutakse näiteks geograafias ja ka mõnevõrra keemias kirjalike uurimustööde koostamisele, samas kui loodusõpetuses, mis annab aluse edasistele loodusainetele vanemates kooliastmetes, peetakse uurimuslikku õpet üheks olulisemaks meetodiks õpetamisel ja õppimisel. Olulise täiendusena on uues õppekavas oskuste rakendamiseks iga teema juures eraldi välja toodud praktilised tööd ja IKT kasutamine, kus määratletakse sobivad praktilised (uurimuslikud) tegevused, mis peaks tagama ka nende tegevuste rakendumise õppetöös.

2. Metoodika ja valim

2.1. Instrumendid

Lähtuvalt töö eesmärgist ja püstitatud hüpoteesidest koostati veebipõhine küsimustik õpetajatele (vaata Lisa 2), õpilaste tagasiside ankeetid (Lisa 3), praktikumi juhendajate tagasiside ankeetid (Lisa 4) ja praktilised tööd (Lisa 5).

2.1.1. Õpetajate küsimustik

Loodusteaduste õpetajatele koostatud küsimustikuga sooviti määrata:

- praktiliste tööde ja näitkatsete läbiviimise sagedust erinevate vahenditega;
- kuivõrd sageli rakendavad õpetajad erinevaid uurimuslike tööde etappe praktilistes töödes;
- kuivõrd oluliseks peavad õpetajad uurimusliku õppe erinevate etappide rakendamist õppetöös;
- millistes valdkondades soovivad õpetajad ennast täiendada;
- milliseid vahendeid eelistavad õpetajad praktiliste tööde läbiviimiseks.

Vastavalt nendele eesmärkidele koostati veebipõhise küsimustik, mis koosnes järgmistest blokkidest:

- üldküsimused;
- vahendi kasutamise küsimuste blokid iga kasutatud vahendi kohta;
- uurimuslikule õppele omaste tegevuste kasutussagedust määravad küsimused;
- uurimusliku õppe olulisus;
- enesetäiendamine.

Üldküsimustega määrati ära:

- millises koolis õpetaja töötab;
- õpetaja poolt õpetatavad ained;
- praktiliste tööde läbiviimine viimase aasta jooksul (jah või ei).

Vahendite kasutamise küsimised jaotati iga vahendi jaoks kolme rühma:

- Kui tihti viivad õpilased läbi praktilisi töid õpetaja juhendamisel?

- Kui tihti viivad õpetajad läbi näitkatseid?
- Millised on kasutatava vahendi eelised või puudused?

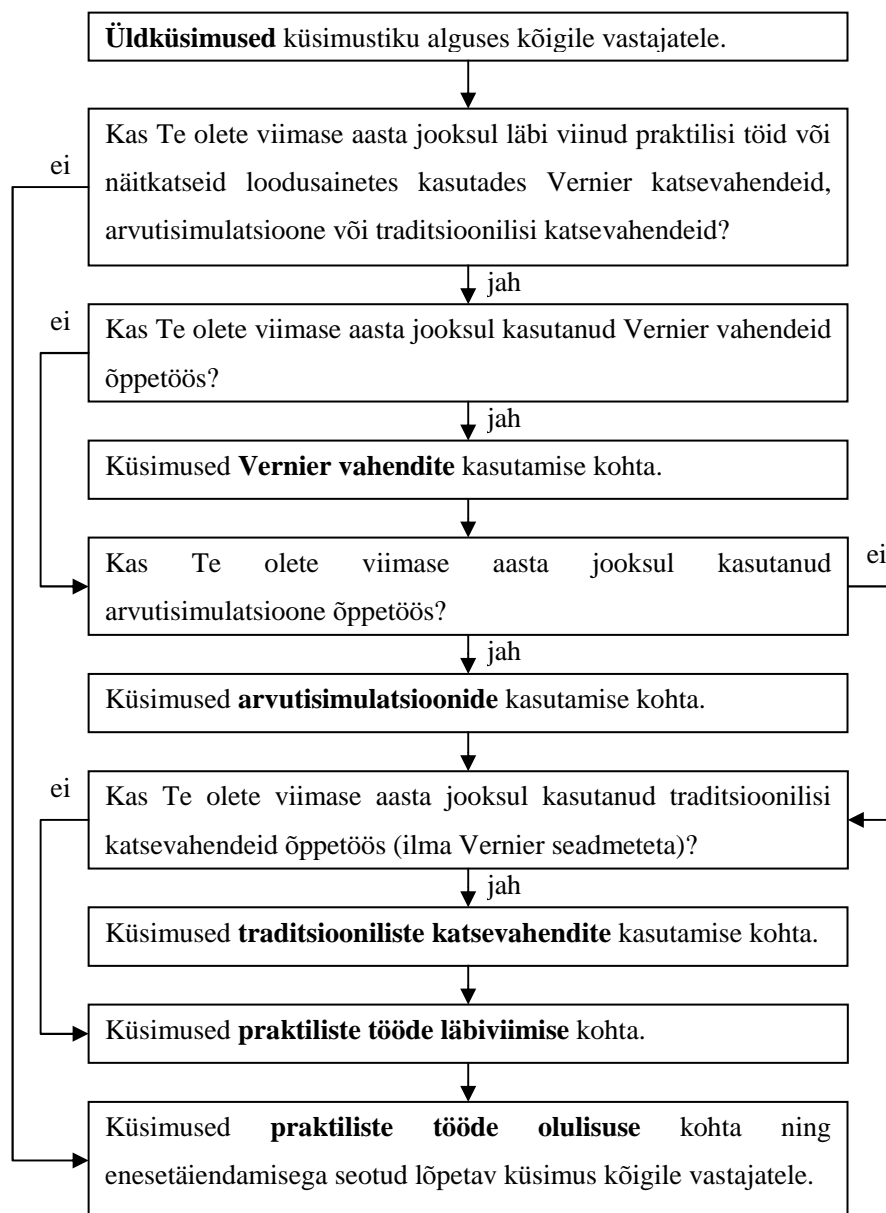
Uurimuslikule õppele omaste tegevuste kasutussagedust määrav küsimuste blokk ja uurimusliku õppe olulisuse küsimuste blokk sisaldasid täpselt samu küsimusi uurimusliku õppe etappide kohta. Küsimustiku analüüsimiseks grupeeriti õpilastepoolseid tegevusi kirjeldavad väited järgmiselt:

- Probleemi määratlemine
 - a) Määratlevad (tuvastavad) probleemi;
 - b) Sõnastavad uurimisküsimuse(d);
 - c) Püstitavad hüpoteesi(d).
- Katse planeerimine
 - a) Planeerivad katse;
 - b) Valivad vajalikud katsevahendid;
 - c) Valivad ja järjestavad loogiliselt katse tegevused;
- Katse läbiviimine
 - a) Kasutavad mõõtevahendeid enda poolt planeeritud katse tegevuste järgi;
 - b) Panevad kirja katsest saadud andmed tabelina;
 - c) Viivad läbi katse;
- Analüüs ja interpreteerimine
 - a) Analüüsivad katse tulemusi;
 - b) Koostavad vajadusel katse andmetabelite alusel graafikuid;
 - c) Leiavad seosed ja seaduspärasused katse tulemustest ning teevad järeldusi;
- Hinnangu andmine katse tulemuste ja oma tegevuste kohta
 - a) Annavad hinnangu oma tegevuse kohta;
 - b) Annavad vastuse uurimisküsimus(t)ele;
 - c) Teevad kokkuvõtte ja hindavad hüpoteesi paikapidavust;
- Tulemuste esitlemine
 - a) Esitlevad ja/või jagavad katsest saadud tulemusi teistele õpilastele;
 - b) Esitlevad ja/või jagavad katsest saadud tulemusi õpetajale;

Uurimuslikule õppele omaste tegevuste kasutussagedust mõõdeti neljaastmelisel Likerti tüüpi skaalal (sageli, mõnikord, harva, mitte kunagi). Uurimuslike tegevuste olulisust hindasid

õpetajad neljaastmelisel skaalal (väga oluline, pigem oluline, pigem mitteoluline, täiesti mitteoluline).

Küsimustiku viimases küsimuses küsiti õpetajate käest, millistes valdkondades nad sooviksid ennast täiendada. See küsimuse paiguti sihilikult viimaseks, et eelnevalt oleks vastatud küsimused uurimusliku õppe olulisuse kohta ning praktiliste tööde läbiviijatel ka uurimusliku õppe rakendamise kohta, et saada konkreetsemaid ja detailsemaid vastuseid enesetäiendamise soovide kohta. Küsimustikule vastamine toimus joonisel 1 toodud skeemi järgi.



Joonis 1. Õpetaja küsimustikule vastamise skeem.

Õpetajate küsimustik saadeti täitmiseks kõikidele TeadusTiigri projektis osalevate koolide loodusteaduste õpetajatele, kellel on võimalus kasutada koolis olevaid andmekogujaid ja sensoreid.

2.1.2. Praktilised tööd ja õpilaste küsimustik

Õpilaste jaoks töötati välja praktilised tööd (struktureeritud uurimused) pidades silmas järgmisi tingimusi:

- praktiliste tööde läbiviimiseks on koolides olemas piisav kogus andmekogujaid ja sensoreid ning tavakatsevahendeid;
- praktiliste tööde jaoks on olemas arvutisimulatsioon;
- kõigi kolme vahendiga peab saama läbi viia sisult sama töö.

Sellest lähtuvalt valiti välja kolm praktilist tööd:

- Ohmi seadus kogu vooluringi ja vooluringi osa kohta. Kuivelemendi sisetakistuse ja elektromotoorjõu määramine. Elektrivoolu võimsus (edaspidi nimetatud kui Ohmi seaduse töö).
- Tundmatust ainet keha erisoojuse määramine (edaspidi nimetatud kui erisoojuse töö).
- Pendli võnkeperioodi uurimine (edaspidi nimetatud kui pendli töö).

Valitud praktiliste tööde läbiviimiseks kasutati kolme erinevat tüüpi vahendeid:

- arvutisimulatsiooni;
- tavakatsevahendeid;
- Vernier andmekogujat LabQuest ja sensoreid.

2.1.3. Praktikumide juhendajate tagasisideküsimustik

Praktikumide juhendajate tagasisideküsimustik sisaldas küsimusi, millega sooviti teada saada:

- Millised on praktikumide juhendajate eelistused uurimuse käigus läbi viidud praktikumide vahendite osas?
- Mis meeldis praktikumide läbiviimise juures kõige rohkem?

- Millised on praktikumide juhendajate ettepanekud seoses praktiliste töödega?

2.2. Valim

Veebipõhine uurimusliku õppe ja vahendite kasutamise küsimustik saadeti täitmiseks kõigile TeadusTiigri projektis osalenud koolide loodusteaduste õpetajatele. Küsimustiku täitis 91 loodusteaduste õpetajat 29 koolist.

Uurimuse jaoks koostatud praktilised tööd, mille abil sooviti teada saada õpilaste ja praktikumide juhendajate eelistusi erinevate vahendite osas, viidi esmalt läbi Tartu Kivilinna Gümnaasiumi 10. ja 11. klassi tehnika ja tehnoloogia õppesuuna 30 õpilasega, mille tulemusena viidi praktilistesse töödesse sisse täiendused.

Täiendustega praktilised tööd saadeti seitsmesse TeadusTiigri projektis osalenud eesti õppekeelega kooli, kus oli olemas piisav hulk andmekogujaid praktiliste tööde läbiviimiseks. Kõik valimisse arvatud koolide praktiliste tööde juhendajad täitsid tagasisideküsimustiku praktiliste tööde vahendite eelistuste kohta ning tagastasid ka õpilaste tagasisideküsimustikud. Õpilaste poolt praktiliste tööde järgselt täidetud ankeetidele vastati 320 korral.

2.3. Uurimistöö läbiviimine

Iga praktilise töö (Ohmi seaduse töö, erisoojuse töö ja pendli töö) jaoks koostati kolm sisult sarnast tööjuhendit ja praktilise töö protokollid - iga kasutatava vahendi (arvutisimulatsioon, tavavahendid, andmekoguja) jaoks oma. Need sisult sarnased tööjuhendid ja protokollid erinesid vahendite erinevast käsitlemisest tulenevate juhiste poolest. Lisaks koostati iga praktilise töö jaoks teooria leht, mis sisaldas olulisimaid mõisteid vastava töö kohta.

Praktikumi juhendajale koostati üldine juhend praktikumi läbiviimiseks, mis muuhulgas sisaldas ka vahendite ja materjalide vajadust, õpilaste rühmadesse jaotamise tabelit ja rühmade poolt erinevate vahenditega sooritatavate tööde tabelit ning soovitusi praktikumide latusaks läbiviimiseks.

Praktiliste tööde läbiviimiseks jagati õpilased rühmadesse. Juhendi järgi pidi iga rühm tegema kõik kolm praktilist tööd (Ohmi seaduse töö, erisoojuse töö ja pendli töö) iga töö erineva vahendiga (arvutisimulatsioon, tavavahendid, andmekoguja). Kõikide rühma liikmete jaoks koostati ka tagasisideankeetid. Praktilise töö rühma suuruseks oli planeeritud maksimaalselt 4 õpilast, kuna sel juhul on grupis võimalik jaotada rollid nii, et üks õpilane loeb katse käiku,

teine tegeleb katseseadmetega, kolmas protokollib katse tulemusi, neljas abistab teisi katse läbiviimisel.

Praktiliste tööde tagasisidelehed, juhendid, protokollid ja teoorialehed komplekteeriti vastavalt rühmade jaotusele ning saadeti TeadusTiigri projektis osalevatesse eesti õppekeeleka koolidesse, kus oli olemas piisav hulk andmekogujaid ja sensoreid tööde läbiviimiseks. Kõik materjalid olid kättesaadavad ka veebilehelt: <http://fyysika.havike.eenet.ee/praktikumid>.

Praktikumi lõpus oli kõigile rühma liikmetele täitmiseks õpilase tagasiside küsimustik. Küsimustikus fikseeriti, millist praktilist tööd õpilane tegi ja milliste vahenditega. Küsimustik sisaldas kahte üldist küsimust, kus õpilased said välja tuua, mis praktikumis meeldis kõige rohkem ja mis valmistab kõige rohkem raskusi. Saamaks teada õpilaste praktiliste tööde vahendite eelistusi, lasti õpilastel hinnata, milliste vahenditega oleks töö huvitavam ja milliste vahenditega lihtsamini teostatav. Samuti lasti hinnata sooritatud praktilise töö raskust ja huvitavust hinnata 7-pallisel skaalal. Lisaks küsiti, mida õpilased said teada praktilise töö läbiviimisel, et saada sisulist tagasisidet praktilise töö kohta. Samas said õpilased esitada kolm nende jaoks kõige olulisemat küsimust, mis tekkisid praktilise töö käigus, et välja selgitada, millist tüüpi küsimused neil tekkisid praktikumi käigus (huvi pakuvad eelkõige praktilise töö sisuga seonduvad küsimused ja vahendite kasutamisest tulenevad küsimused)

Peale kõikide praktiliste tööde läbiviimist täitsid praktikumide juhendajad praktiliste tööde tagasisideküsimustiku.

Küsimustike tulemusi analüüsiti tabeltöötlusprogrammiga Microsoft Excel ja statistilise andmeanalüüsiprogrammiga SPSS.

3. Tulemused ja arutelu

3.1. Õpetajate küsimustik

3.1.1. Näitkatsete ja praktiliste tööde läbiviimine ning vahendite kasutamine

Küsitluse tulemustest selgus, et 91-st vastanust on praktilisi töid viimase aasta jooksul läbi viinud 64 (70 %).

Järgnevas tabelis (tabel 2) on välja toodud, kui suur on erinevaid vahendeid kasutavate õpetajate osakaal praktilisi töid ja näitkatseid läbiviivatest õpetajatest ning kõigist õpetajatest

Tabel 2. Vahendite kasutajad

Vahendi kasutamine	Kasutajaid	Vahendi kasutajate osakaal praktiliste tööde ja näitkatsete läbiviijatest	Vahendi kasutajate osakaal kõigist õpetajatest
Vernier vahendite kasutamine õppetöös	32	50 %	35 %
Arvutisimulatsioonide kasutamine õppetöös	49	77 %	54 %
Traditsiooniliste katsevahendite kasutamine õppetöös	61	95 %	67 %

Positiivsena võib ära märkida, et 50 % praktiliste tööde ja näitkatsete läbiviijatest on jõudnud vähem kui kahe aasta jooksul (seadmete hange 2008/2009 õppeaastal) Vernier vahendite kasutamiseni õppetöös. Üllatavalt populaarne on ka arvutisimulatsioonide kasutamine õpetajate poolt õppetöös (77%).

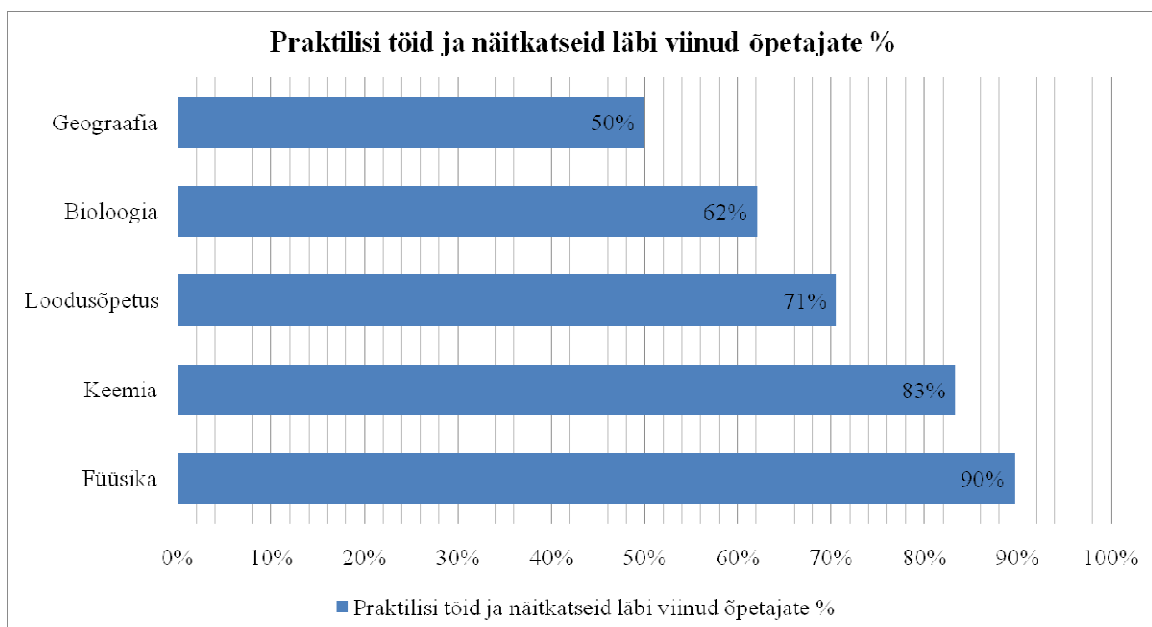
Järgnev tabel (Tabel 3) annab ülevaate praktiliste tööde läbiviimisest erinevates ainetes kasutades erinevaid vahendeid.

Tabel 3. Vahendite kasutamine aineti

Aine	Bio- loogia	Füüsika	Geo- graafia	Keemia	Loodus- õpetus
Õpetajaid kokku	29	29	12	24	34
Praktilisi töid ja näitkatseid läbi viinud õpetajad	18	26	6	20	24
Praktilisi töid ja näitkatseid läbi viinud õpetajate osakaal	62%	90 %	50 %	83 %	71 %

Vernier vahendeid kasutanud õpetajate arv	7	18	1	12	9
Vernier vahendite kasutanute osakaal praktilisi töid läbiviinutest	39 %	69 %	17 %	60 %	38 %
Vernier vahendeid kasutanud õpetajate osakaal aine õpetajatest	24 %	62 %	8 %	50 %	26 %
Arvutisimulatsioone kasutanud õpetajate arv	15	21	5	15	19
Arvutisimulatsioonide kasutamise osakaal praktilisi töid läbiviinutest	83 %	81 %	83 %	75 %	79 %
Arvutisimulatsioone kasutanud õpetajate osakaal aine õpetajatest	52 %	72 %	42 %	63 %	56 %
Traditsioonilisi katsevahendeid kasutanud õpetajate arv	16	25	5	20	23
Traditsiooniliste katsevahendite kasutamise osakaal praktilisi töid läbiviinutest	89 %	96 %	83 %	100 %	96 %
Traditsioonilisi katsevahendeid kasutanud õpetajate osakaal aine õpetajatest	55 %	86 %	42 %	83 %	68 %

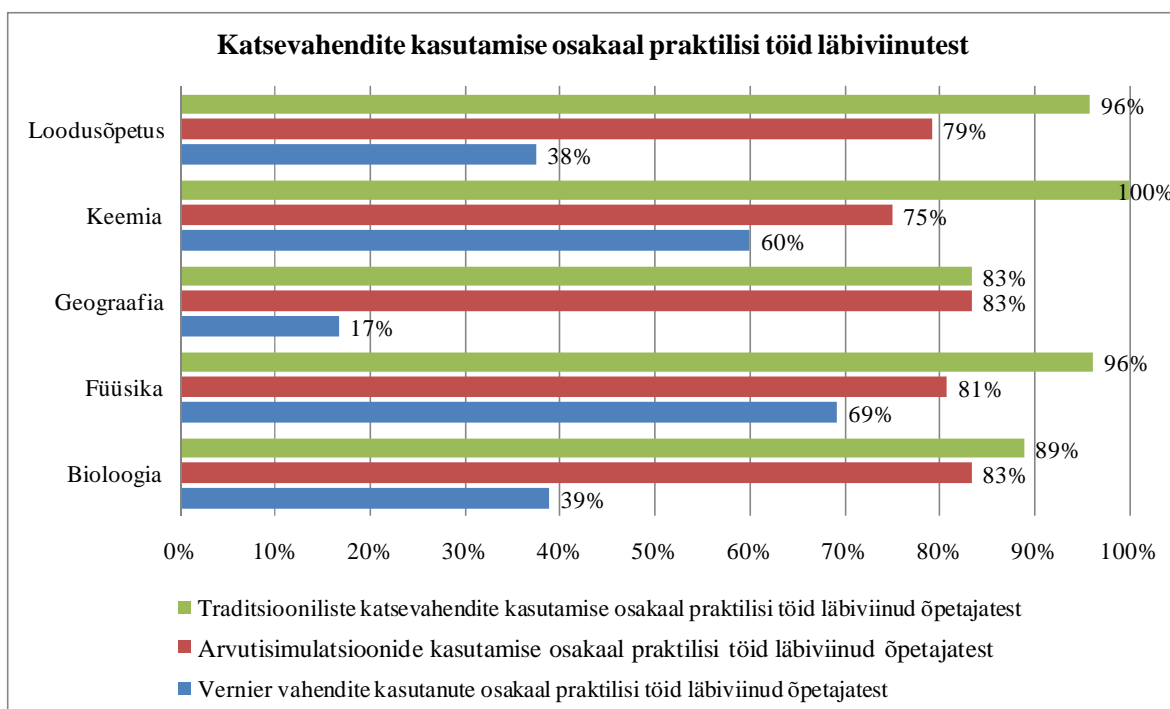
Kõrgeim näitkatseid ja praktilisi töid läbiviivate õpetajate osakaal on füüsika ja keemia aineõpetajate hulgas (vastavalt 90 % ja 83 %). Mõnevõrra väiksem osakaal on loodusõpetuse õpetajate seas (joonis 2).



Joonis 2. Praktilisi töid ja näitkatseid läbi viinud õpetajate protsent.

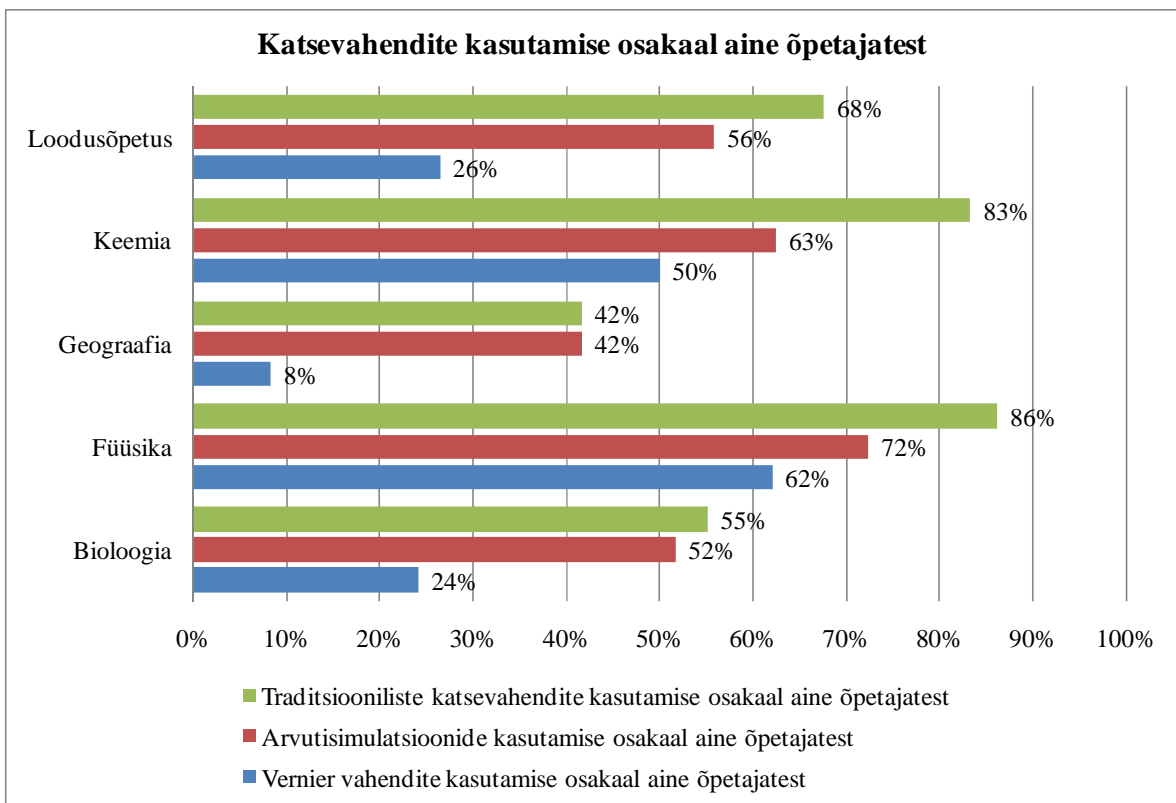
Vernier vahendeid kasutavad pigem füüsika (69 %) ja keemia (60 %) õpetajad (joonis 3), vähem kasutust on leidnud vahendid bioloogia (39 %), loodusõpetuse (38 %) ja geograafia (17 %) õpetajate seas. Vernier vahendite kõrgem kasutatavus füüsika õpetajate seas on

seletatav sellega, et Tiigrihüppe Sihtasutus hankis mõõtesensorid eelkõige füüsika õppekavast lähtuvalt. Üllatav on keemiaõpetajate suhteliselt kõrge osakaal Vernier seadmete kasutamisel.



Joonis 3. Katsevahendite kasutamise osakaal praktilisi töid läbiviinutest.

Kui vaadata katsevahendite kasutamist kõigi ainet andvate õpetajate hulgast (joonis 4), siis kõige enam kasutatakse traditsioonilisi katsevahendeid füüsika, keemia ja loodusõpetuse õpetajate poolt (vastavalt 86 %, 83 % ja 68 % kõigist vastava aine õpetajatest). Arvutisimulatsioone kasutatakse samuti kõige rohkem füüsika, keemia ja loodusõpetuse õpetajate poolt (vastavalt 72 %, 63 % ja 56 % vastava aine õpetajatest). Vernier katsevahendeid kasutatakse vähem kui arvutisimulatsioone ja traditsioonilisi katsevahendeid. Enim kasutatakse Vernier vahendeid füüsika ja keemia õpetajate hulgas (vastavalt 62 % ja 50 % vastava aine õpetajatest). Kõige vähem kasutatakse katsevahendeid geograafia õpetajate poolt.

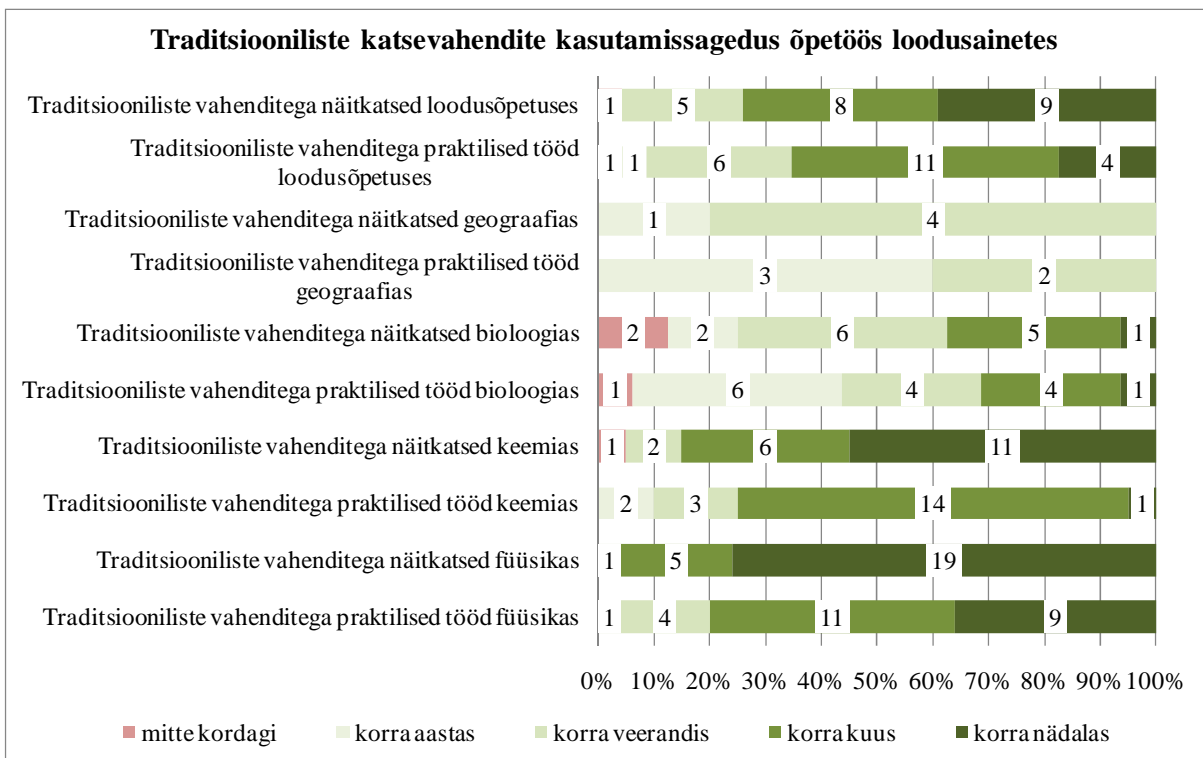


Joonis 4. Katsevahendite kasutamise osakaal aine õpetajatest.

3.1.2. Traditsiooniliste katsevahendite kasutamine õppetöös

Traditsiooniliste katsevahendite kasutajate osakaal praktiliste tööde ja näitkatsete läbiviijatest on 95 %.

Kõige sagedasemad **praktiliste tööde** ja **näitkatsete** läbiviijad traditsiooniliste katsevahenditega (joonis 5) on füüsika (vastavalt 20 õpetajat 25-st ja 24 õpetajat 25-st vähemalt korra kuus), keemia (vastavalt 15 õpetajat 20-st ja 17 õpetajat 20-st vähemalt korra kuus) ja loodusõpetuse õpetajad (vastavalt 15 õpetajat 23-st ja 17 õpetajat 23-st). Traditsioonilisi vahendeid kasutatakse praktilistes töodes ja näitkatsetes kõige vähem geograafias (korra veerandis või harvem). See on seletatav õppekavas kirjeldatud eesmärkidega, kus rõhutatakse rohkem uurimuslike (kirja)tööde koostamist ja tööd allikatega, kui praktiliste tööde läbiviimist. Traditsiooniliste katsevahendite kasutamisel võib täheldada, et neid vahendeid kasutatakse sagedamini näitkatsetes kui praktilistes töodes.



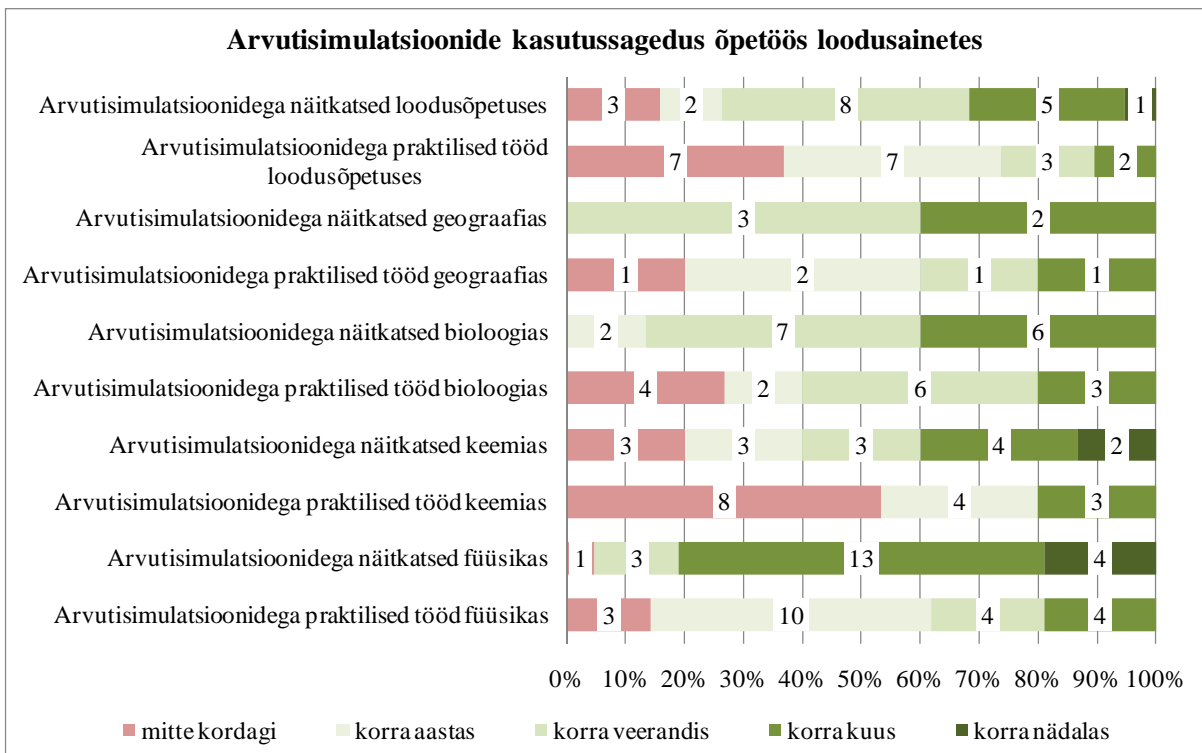
Joonis 5. Traditsiooniliste katsevahendite kasutamissagedus õpetöös loodusainetes. Joonisel on toodud vastajate absoluutarvud.

3.1.3. Arvutisimulatsioonide kasutamine õppetöös

Arvutisimulatsioone kasutatakse õppetöös vähem kui traditsioonilisi katsevahendeid (kasutajate osakaal praktiliste tööde ja näitkatsete läbiviijatest on 77 %).

Praktilisi töid arvutisimulatsioonidega viiakse läbi pigem korra kuus, korra veerandis või isegi harvem. Arvutisimulatsioonidega näitkatseid viiakse sagedamini läbi kui praktilisi töid. Kõige sagedamini viiakse läbi näitkatseid arvutisimulatsioonidega füüsikas (17 õpetajat 31-st vähemalt korra kuus), oluliselt vähem juba keemias, bioloogias ja loodusõpetuses (joonis 6). Võrreldes arvutisimulatsioonide kasutamist traditsiooniliste katsevahendite kasutamisega võib täheldada, et arvutisimulatsioone ei kasutata geograafias oluliselt harvem kui teistes loodusainetes (välja arvatud füüsika). Seega võib järeldada, et geograafia õpetajad on leidnud arvutisimulatsioonide kasutamisel oluliselt paremaid kasutusvõimalusi, kui traditsiooniliste katsevahendite kasutamisel õppetöös.

Kõikidest arvutisimulatsioonide kasutajatest pole leidnud selle vahendi kasutamise võimalust praktiliste tööde läbiviimisel keemias (8 õpetajat) ja loodusõpetuses (7 õpetajat).



Joonis 6. Arvutisimulatsioonide kasutussagedus õpetöös loodusainetes. Joonisel on toodud vastajate absoluutarvud.

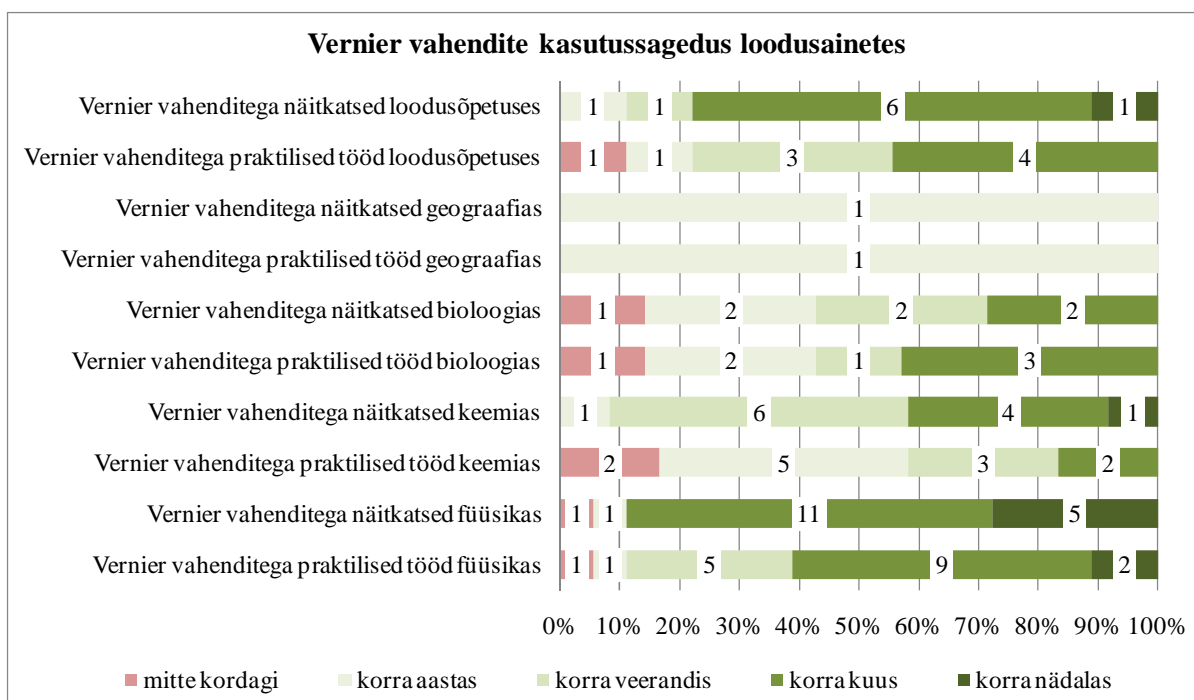
Arvutisimulatsioonide kasutamisel võib täheldada, et neid vahendeid kasutatakse sagedamini näitkatsetes kui praktilistes töödes kõikide loodusainete korral.

3.1.4. Vernier andmekogujate kasutamine õppetöös

Vernier vahendite kasutajate osakaal praktiliste tööde ja näitkatsete läbiviijatest on 50%. Neid vahendeid kasutatakse õpetajate poolt pigem korra kuus või korra veerandis (joonis 7).

Kõige sagedamini kasutavad Vernier vahendeid **praktilistes töödes** ja **näitkatsetes** füüsika (vastavalt 11 õpetajat 18-st ja 16 õpetajat 20-st vähemalt korra kuus) ja loodusõpetuse õpetajad (vastavalt 4 õpetajat 9-st ja 7 õpetajat 9-st vähemalt korra kuus). Mõnevõrra vähem kasutust leiavad Vernier vahendid **praktilistes töödes** ja **näitkatsetes** keemias (vastavalt 5 õpetajat 10-st ja 11 õpetajat 12-st vähemalt korra veerandis). Kuigi mitmed koolidele hangitud sensoreid on võimalik kasutada kõigis loodusainetes, siis geograafia õpetajad pole leidnud Vernier vahendite kasutamise võimalusi õppetöös.

Vernier vahendite kasutamisel (joonis 7) võib täheldada, et neid vahendeid kasutatakse sagedamini näitkatsetes kui praktilistes töödes (välja arvatud bioloogia).

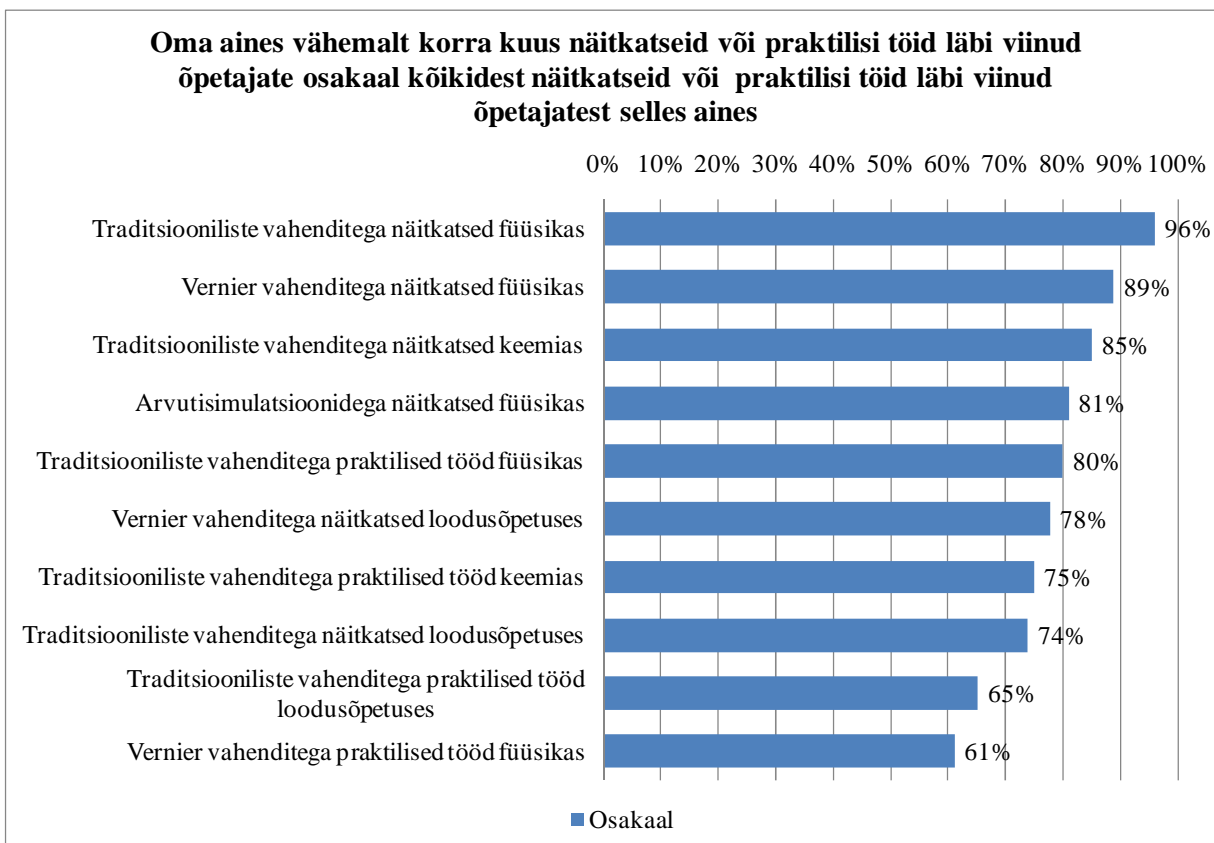


Joonis 7. Vernier vahendite kasutussagedus loodusainetes. Joonisel on toodud vastajate absoluutarvud.

3.1.5. Erinevate vahendite kasutamine õppetöös

Järgneval diagrammil on välja toodud kõik ained, kus vahendeid kasutatavate õpetajate osakaal on rohkem kui 50 % (joonis 8).

Jooniselt näeme, et kõige suurem osakaal erinevate vahendite kasutamisel on füüsika õpetajate seas, kusjuures kõige enam kasutatakse tehnilisi vahendeid just **näitkatsete läbiviimisel**. 89 % füüsikas ja 78 % loodusõpetuses **näitkatseid** läbi viinud õpetajatest on seda teinud Vernier vahendeid kasutades vähemalt korra kuus. Sellest võib järeldada, et nende ainete õpetajad on leidnud võimalusi Vernier seadmete kasutamiseks näitkatsetes. Samuti on füüsika õpetajad leidnud kasutusvõimalusi arvutisimulatsioonidega näitkatseteks ja traditsiooniliste vahenditega praktilisteks töödeks füüsikas (vastavalt 81 % ja 80 % õpetajatest vähemalt korra kuus). Märkimisväärseks tulemuseks võib pidada, et vähemalt korra kuus Vernieri vahenditega õpilaste **praktilisi töid** juhendanud õpetajate osakaal füüsikas on 61 %. Traditsiooniliste vahenditega on vähemalt korra kuus näitkatseid ja praktilisi töid läbi viinud vastavalt 85 % ja 75 % keemia õpetajatest.



Joonis 8. Oma aines vähemalt korra kuus näitkatseid või praktilisi töid läbi viinud õpetajate osakaal kõikidest näitkatseid või praktilisi töid läbi viinud õpetajatest selles aines.

Küsitluse vastuste põhjal koostatud diagrammilt näeme, et kuus korra või sagedamini **näitkatseid** läbi viinud õpetajate osakaalud on suuremad, kui **praktilisi töid** läbi viinud õpetajate osakaalud. Siit võib järeldada, et näitkatseid viiakse läbi sagedamini kui praktilisi töid. Kõige sagedamini viiakse näitkatseid läbi füüsikas traditsiooniliste vahenditega (96 % füüsikaõpetajatest vähemalt korra kuus). Keemia ja loodusõpetuse osas on samad näitajad vastavalt 85 % ja 74 %. Üllatav on, et kord kuus või sagedamini näitkatseid Vernieri vahenditega läbi viinud loodusõpetuse õpetajate osakaal on isegi pisut suurem kui traditsioonilisi vahendeid kasutanud õpetajate oma (vastavalt 78 % ja 74 %).

3.1.6. Uurimuslikkus praktilistes töödes

Praktilisi töid on 91-st vastajast läbi viinud 64 ehk ligikaudu 70 % õpetajatest.

Loodusteaduste õpetajatele koostatud küsimustik sisaldas küsimusi, mille abil sooviti teada saada, kui palju kasutatakse uurimuslikule õppele omaseid tegevusi praktilistes töödes ning

kuivõrd oluliseks peavad õpetajad uurimuslikule õppele omaseid tegevusi praktiliste tööde läbiviimisel.

Uurimuslikule õppele omaste tegevuste kasutussagedust mõõdeti neljaastmelisel Likerti skaalal (sageli, mõnikord, harva, mitte kunagi).

Joonisel 9 olevad andmed iseloomustavad õpetaja juhendamisel õpilaste poolt läbi viidud tegevuste sagedusi. Graafikult on näha, et kõige sagedasemad õpilastepoolsed tegevused praktiliste tööde tundides on katsete läbiviimine, katsetulemuste analüüsimine, seoste ja seaduspärasuste leidmine katse tulemustest ja järelduste tegemine, samuti ka katse tulemuste esitlemine õpetajale ning katse tulemuste kirjapanek tabelina. Nende tegevuste sagedasest kasutamisest ei saa järeldada uurimusliku õppe sagedast kasutamist, sest need ja ainult need tegevused pole piisavad uurimusliku õppe läbiviimiseks.

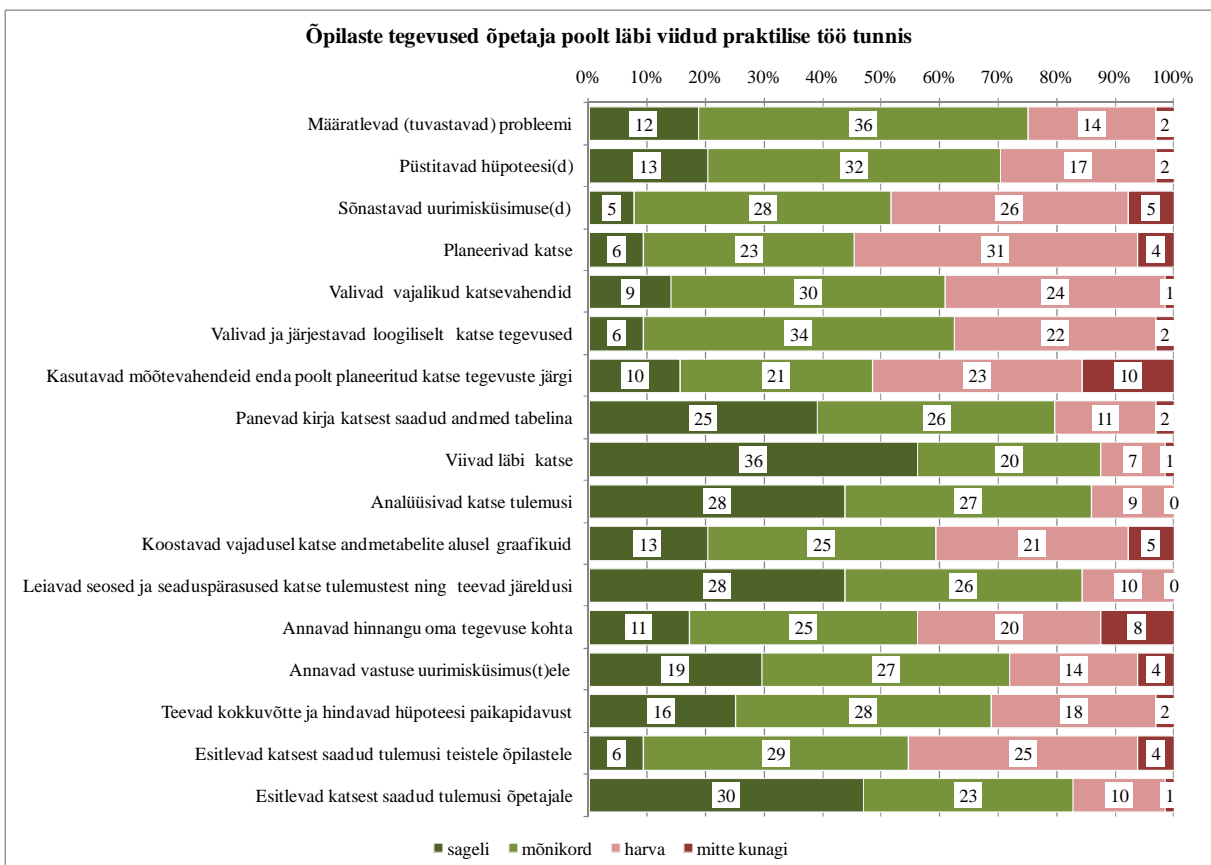
Kõige harvem leiavad kasutust praktiliste tööde juures katse planeerimine, mõõtevahendite kasutamine enda poolt planeeritud katse läbiviimisel, uurimisküsimuste sõnastamine. Need tegevused on ainuomased uurimuslikule õppele, seega on just uurimuslikule õppele omaste tegevuste kasutussagedus võrreldes teiste tegevustega suhteliselt madal. Järelikult tuleks õpetajate täiendkoolitustel rohkem tähelepanu pöörata just uurimusliku õppe esimestele etappidele (probleemi määratlemine ja katse planeerimine).

Vaadates lähemalt uurimusliku töö läbiviimise etappe, näeme, et **probleemi määratlemise** faasis leiab sagedasemat kasutust hüpoteesi püstitamise kui uurimisküsimuse sõnastamine. Sellest võib järeldada, et probleemi määratlemisel ei sõnastata uurimisküsimusi ja suundutakse kohe hüpoteeside püstitamise juurde.

Katse planeerimise etapi küsimuste vastustest võib välja lugeda, et katse planeerimine õpilaste poolt ei leia eriti sagedast kasutust, aga samas lastakse õpilastel valida katseseadmeid ja järjestada loogiliselt katse tegevused.

Katse läbiviimine on praktilise töö juures kõige sagedamini läbiviidav tegevus, samuti ka katse andmete kirja panemine tabelina. Sarnaselt madala katse planeerimise sagedusega on madal ka mõõtevahendite kasutamine enda poolt planeeritud katsete läbiviimisel.

Katseteandmete analüüsimine on õpetajate vastuste järgi üks sagedasemaid tegevusi praktiliste tööde juures, seda toetab ka sage seoste ja seaduspärasuste leidmine ning järelduste tegemine katse tulemustest. Vähem kasutatakse graafikute loomist.



Joonis 9. Õpilaste tegevused õpetaja poolt läbi viidud praktilise töö tunnis. Joonisel on toodud vastajate absoluutarvud.

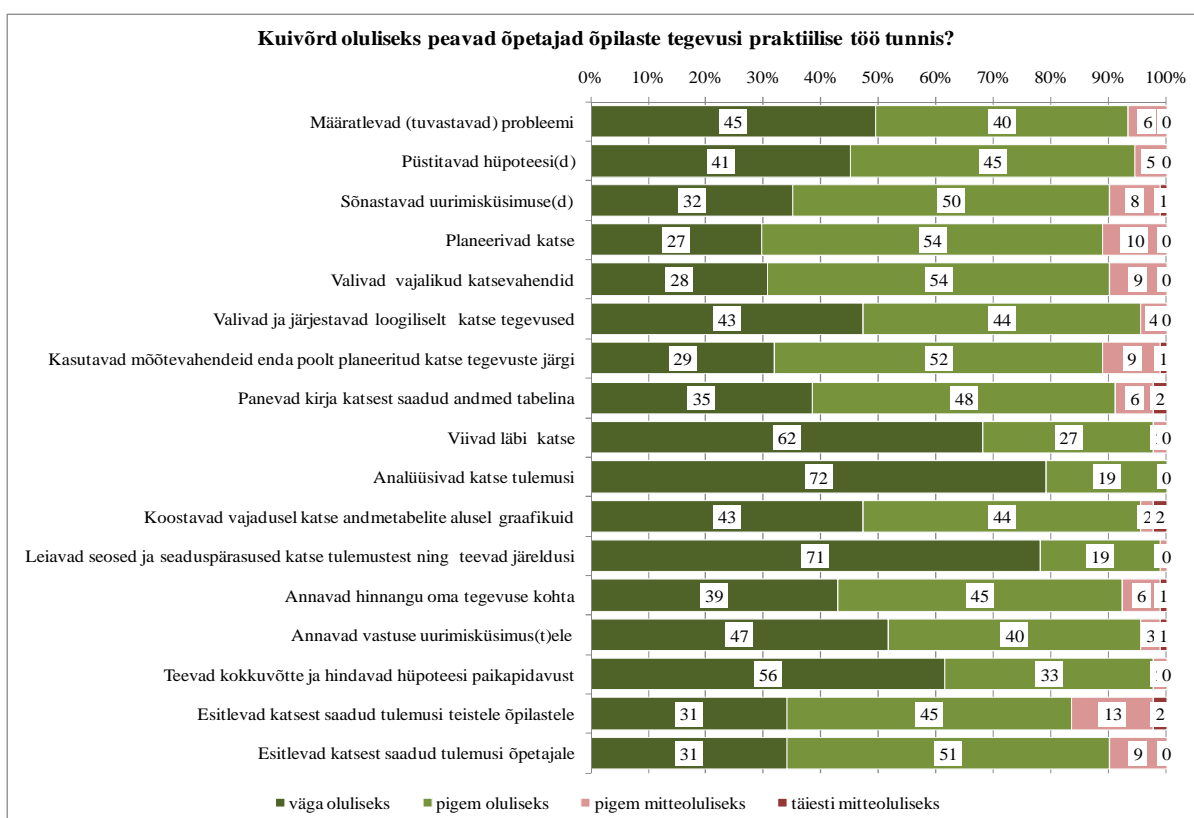
Hinnangu andmise osas katse tulemuste ja oma tegevuse kohta leiab kokkuvõtete tegemine ja hüpoteeside kontroll sama sagedast kasutust kui hüpoteeside püstitamine – seega võib järeldada, et püstitatud hüpoteese ka kontrollitakse. Uurimisküsimustele vastuse andmine leiab sama sagedast kasutust nagu kokkuvõtete tegemine ja hüpoteeside paikapidavuse kontrollimine. Vastuoluline on, et uurimisküsimusi sõnastatakse vähem, kui antakse vastuseid uurimisküsimustele. Vastuolu võimalike põhjustena võib oletada, et ehk on õpetajad arvanud, et hüpoteeside paikapidavuse kontroll annab ka vastuse uurimisküsimusele, kuid seda tuleks põhjalikumat uurida. Hinnangute andmist katse tulemuste kohta (kokkuvõtted, hüpoteeside kontroll, vastused uurimisküsimustele) kasutatakse sagedamini kui hinnangu andmist oma tegevuse kohta.

Kui katsest saadud tulemuste **esitlemine** õpetajale on üks sagedasemaid tegevusi praktiliste tööde juures, siis esitlemine teistele õpilastele on oluliselt harvem kasutatav tegevus.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et praktiliste tööde läbiviimisel kasutatakse uurimuslikke tegevusi, aga mitte kõigile etappide rakendamisele ei pöörata piisavalt tähelepanu. Võrreldes teiste uurimuslike tegevuste etappidega leiavad vähem kasutust probleemi määratlemise ja katse planeerimise faasis olevad tegevused. Seega tuleks loodusteaduste õpetajatele planeerida eelkõige just nende etappidega seotud koolitusi.

3.1.7. Uurimuslike tegevuste olulisus õpetajate arvamuste põhjal

Uurimuslike tegevuste olulisuse määramiseks kasutati samu küsimusi, mida uurimuslikkuse määramiseks praktilistes töödes. Uurimuslike tegevuste olulisust hindasid õpetajad Likerti skaalal (väga oluliseks, pigem oluliseks, pigem mitteoluliseks, täiesti mitteoluliseks). Uurimuslikke tegevusi peeti valdavalt väga oluliseks või pigem oluliseks. Väga oluliseks peetavate tegevustena toodi välja katsete tulemuste analüüsimist, seoste ja seaduspärasuste leidmist katse tulemustest, katsete läbiviimist ning kokkuvõtete ja hüpoteesi paikapidavuse kontrollimist (joonis 10). Erinevaid praktilisi tegevusi peavad väga oluliseks ja pigem oluliseks 84 %-100 % vastanutest, mida võib pidada väga kõrgeks tulemuseks. Seega peavad õpetajad väga oluliseks uurimusliku õppe kasutamist õppetöös.



Joonis 10. Kuivõrd oluliseks peavad õpetajad õpilaste tegevusi praktilise töö tunnis? Joonisel on toodud vastajate absoluutarvud.

Uurimaks, kas õpitegevuse oluliseks pidamise ja selle kasutussageduse vahel esineb seoseid, analüüsiti andmeid statistiliselt (*Spearman two-tailed nonparametric correlation test*).

Järgnev analüüs kirjeldab seosed praktiliste **tööde tegevuste olulisuse** ja **kasutussageduse vahel** õpetajate hinnangute põhjal. Praktilisi töid juhendanud õpetajatel lasti hinnata kuivõrd sageli nende õpilased etteantud praktilisi tegevusi tunnis teevad. Samas lasti õpetajatel hinnata ka kuivõrd oluliseks peavad nad neid samu tegevusi praktiliste tööde läbiviimisel.

Probleemi määratlemise faasis on statistiliselt oluline seos uurimisküsimuste sõnastamise oluliseks pidamise ning kasutamise vahel, seega võib väita, et õpetajad, kes **peavad oluliseks** uurimisküsimuste sõnastamist **rakendavad** seda sagedamini ka praktilistes töödes ($\rho = 0,379$; $N=64$; $p=0,01$). Statistilise olulisuse nivool $p=0,05$ on olemas mõnevõrra nõrgem seos ka probleemi määratlemise ($\rho = 0,291$; $N=64$) ja hüpoteesi püstitamise ($\rho = 0,263$; $N=64$) osas.

Katse planeerimise faasis ei ole statistiliselt olulist seost **katse planeerimise** oluliseks pidamise ja sagedase kasutamise osas ($\rho = 0,156$; $N=64$; $p>0,05$). Samas on olemas statistiliselt oluline seos õpilastepoolse katsevahendite valimise ($\rho = 0,464$; $N=64$; $p=0,01$) ja katse tegevuste järjestamise osas ($\rho = 0,456$; $N=64$; $p=0,01$).

Katse läbiviimise faasis olevate tegevuste oluliseks pidamise ja sagedase kasutamises osas on statistiliselt oluline seos kõigi kolme õpilastepoolse tegevuse osas: kasutavad mõõtevahendeid enda poolt planeeritud katse tegevuste järgi ($\rho = 0,499$; $N=64$; $p=0,01$), panevad kirja katsest saadud andmed tabelina ($\rho = 0,476$; $N=64$; $p=0,01$), viivad läbi katse ($\rho = 0,442$; $N=64$; $p=0,01$).

Üllatav on see, et **analüüsi ja interpreteerimise** faasis pole statistiliselt olulist seost katse tulemuste analüüsimise oluliseks pidamise ja sagedase kasutamise vahel ($\rho = 0,160$; $N=64$; $p>0,05$). Samas on statistiliselt nõrgem seos ka järelduste tegemisel ($\rho = 0,247$; $N=64$; $p=0,05$).

Õpetajate vastustest saab välja lugeda, et õpetajad peavad oluliseks ning leiab ka sagedast kasutust õpilastepoolne **hinnangu andmine** oma tegevuse kohta ($\rho = 0,532$; $N=64$; $p=0,01$) ning vastuste andmine uurimisküsimustele ($\rho = 0,379$; $N=64$; $p=0,01$ hüpoteesi paikapidavuse hindamise osas on statistiline seos nõrgem ($\rho = 0,257$; $N=64$; $p=0,05$).

Statistiliselt oluline seos on tööde tulemuste kaasõpilastele esitlemise oluliseks pidamise ja sagedase kasutamise osas ($\rho = 0,465$; $N=64$; $p=0,01$). Sama ei saa väita tööde esitlemise kohta õpetajale ($\rho = 0,245$; $N=64$; $p>0,05$).

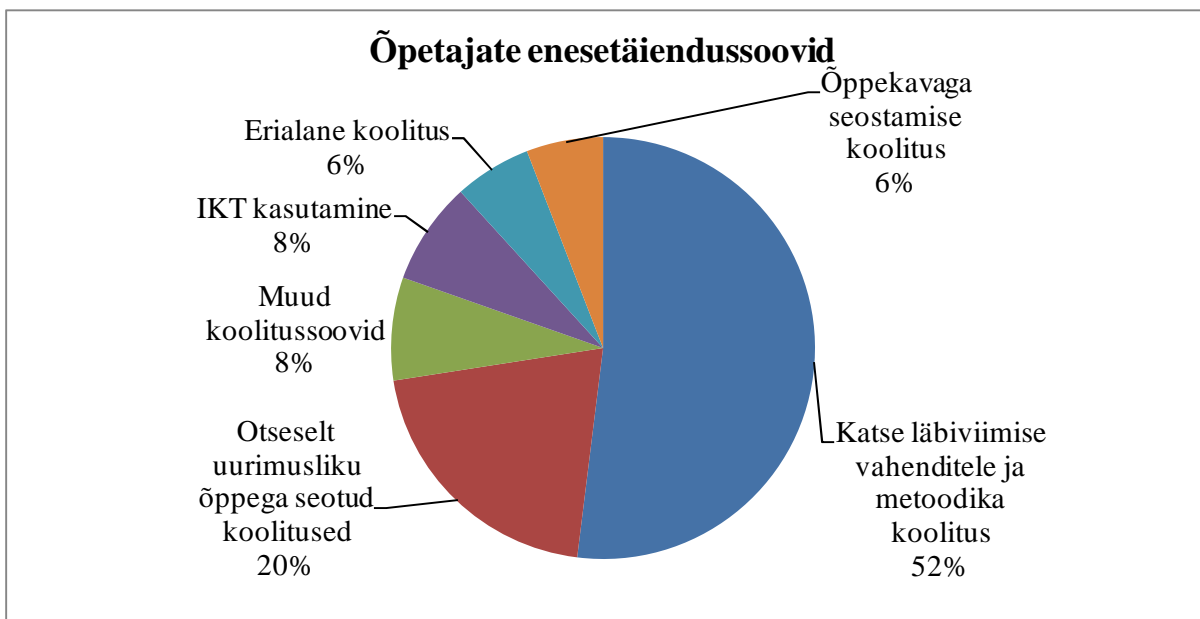
Arvestades õpetajate kõrgeid hinnanguid praktiliste tööde olulisuse osas, praktilistes töödes kasutatavate tegevuste kasutussagedust ning statistilisi seoseid kasutussageduse ja olulisuse vahel, saab järeldada, et õpetajad peavad oluliseks ja ka rakendavad sagedasti praktiliste tööde tundides tegevusi, mis on omased praktilistele töödele, aga mitte uurimuslikule lähenemisele. Rohkem tähelepanu tuleks pöörata probleemi määratlemise ja ka katse paleneerimise faasis teostatavatele tegevustele, mis panevad aluse edasisele uurimuslikule tegevusele. Samas puudusid (või olid nõrgad) statistilised seosed ka analüüsi, hinnangu andmise ja esitlemise faasis olevate tegevuste oluliseks pidamise ja sagedase kasutamise vahel.

3.1.8. Õpetajate enesetäiendussoovid

Küsimustiku viimase küsimuse kaudu küsiti õpetajate käest nende enesetäiendamissoove. See küsimus oli küsimustikku pandud sihilikult viimaseks, et õpetajatel oleks eelnevalt vastatud uurimusliku õppe olulisuse küsimustele ning praktiliste tööde läbiviijatel ka uurimuslikule õppele iseloomulike tegevuste rakendamise kohta. Kõigist õpetajatest ei väljendanud enesetäiendamise soovi 11 õpetajat 91-st. Ülejäänud õpetajate vastustest tehti märksõnalised kokkuvõtted ning grupeeriti vastuste sisu järgi valdkondadesse.

Katsete läbiviimise vahendite ja metoodika koolituse soovi märgiti 53 korral, millest Vernier seadmete kasutamist sooviti 19 korral, täpselt määratlemata katsevahendite kasutamise koolitust 12 korral, 18 korral katsete läbiviimise koolitust ja 4 korral metoodilist koolitust (joonis 11). 21 korral märgiti õpetajate poolt, et soovitakse uurimusliku õppega seotud koolitusi, neist uurimusliku õppe konkreetsete etappide koolitust märgiti 10 korral, uurimustöö läbiviimise koolitust 6 korral, uurimusõppe koolitust 5 korral.

Muud koolitusvaldkonnad olid vähem esindatud, aga rohkem kui kolmel korral sooviti: ideede genereerimist ja kogemuste jagamist koolitustel, andmeanalüüsi koolitusi, õppekava ja ainete integreerimisega seotud koolitusi.



Joonis 11. Õpetajate enesetäiendussoovide jaotus.

3.1.9. Praktiliste tööde lähtepunkt

Tabel 4. Praktiliste tööde lähtepunkt

Praktiliste tööde lähtepunkt	Vastajad
igapäevaeluline	7 (11 %)
pigem igapäevaeluline	34 (53 %)
pigem teoreetiline	21 (33 %)
Teoreetiline	2 (3 %)

64 % praktilisi töid läbi viinud õpetajatest valivad praktilise töö lähtepunktiks igapäevaelulise või pigem igapäevaelulise lähtepunkti (tabel 4). 36 % õpetajatest eelistavad teoreetilist või pigem teoreetilist lähtekohta praktilistes töödes. Saadud tulemus ühtib Glassman'i (2001) mõttekäiguga, kes viitab John Deweyle. Teatavasti leidis Dewey ühena esimestest, et tõeline õppimine seisneb eluprobleemide lahendamises.

3.1.10. Kas Vernier vahendid aitavad Teie arvates rakendada uut õppekava?

29 õpetajat 32-st Vernier vahendeid praktilistes töödes kasutanutest arvavad, et need vahendid aitavad uut õppekava rakendada. Eraldi toodi välja, et andmekogujad aitavad kaasa uurimusliku õppe rakendamisele loodusteadustes, samuti rõhutati võimalust mõõtmisi teostada väljaspool kooli.

3.1.11. Õpetaja arvamus: Mida õpilased õppisid praktilise töö käigus?

Praktilisi töid läbi viinud õpetajate arvamusel grupeeriti valdkondadesse, arvesse võttes uurimusliku töö läbiviimise etappe (tabel 5).

Tabel 5. Mida õpilased õppisid praktilise töö käigus õpetajate arvamuste põhjal

Õpetaja arvamus: Mida õpilased õppisid praktiliste tööde käigus?	Vastajad
Analüüsima, järeldusi tegema	51 (26 %)
Omandasid praktiliste tööde läbiviimise kogemusi	44 (23 %)
Hinnangu andmist, teooria seostamist praktikaga	31 (16 %)
Koostööd	21 (11 %)
Katse planeerimist	19 (10 %)
Esitlemist	11 (6 %)
Hüpoteesi püstitamist	6 (3 %)
Nägema ohte	6 (3 %)
Käelisi oskusi	6 (3 %)

Tabelist 5 saab välja lugeda, et õpetajate arvates õppisid õpilased praktiliste tööde käigus kõige rohkem analüüsima ja järeldusi tegema (26 % praktilisi töid läbiviinutest), said praktilise töö kogemuse (23 %), õppisid hinnangu andmist ja teooria seostamist praktikaga (16 %). Uurimuslikule õppele ainuomaseid tegevusi toodi esile vähem – katse planeerimist (10 %), esitlemist (6 %), hüpoteesi püstitamist (6 %).

3.1.12. Õpetajate arvamus erinevate vahendite eeliste ja puuduste kohta

Vastava vahendiga praktilisi töid läbi viinud õpetajatel lasti hinnata erinevate vahendite eeliseid ja puudusi.

Õpetajate arvamusel vahendite kohta koguti kokku ja grupeeriti valdkondadesse lähtuvalt õpetajate vastustes välja tootud puudustest ja eelistest.

Andmekoguja eelistena toodi välja 21 korral 32-st arvamusel, et eelisteks võrreldes arvutisimulatsiooniga on see, et saab kasutada reaalseid vahendeid ja realselt mõõdetud andmeid. Lisaks toodi eelistena välja, et andmekogumine on mobiilsem ja lihtsam (ajast sõltuvad katsed). Märkiti ka katse tulemuste demonstreerimis- ja analüüsivõimalusi.

Andmekoguja puudustena arvutisimulatsiooni ees toodi välja, tehnilised probleemid (6 arvamusel 24-st) (jookseb kokku, pole töökindlad), seadmete vähesus (6 arvamusel 24-st), keeruline kasutada (5 arvamusel 24-st).

Andmekoguja eelistena võrreldes tavavahenditega toodi välja, et andmete analüüs ja esitamine on lihtsamad (18 arvamust 51-st), andmete kogumise eelisteks on kiirus, lihtsus ja täpsus (18 arvamust 51-st). Samas leiti, et uudne vahend iseenesest on õpilastes huvi tekitav (7 arvamust 51-st).

Andmekoguja puudustena võrreldes tavavahenditega toodi välja, et mõõtmisprotsess on õpilastele halvemini tajutav (10 arvamust 31-st), seadmete vähesus (7 arvamust 31-st), vähesed oskused seadme kasutamisel (ajakulukam, keerulisem kasutada) (7 arvamust 31-st), seadmete töökindlus madal (5 arvamust 31-st).

Seega võib pidada andmekoguja eelisteks mobiilsust, andmete kogumise lihtsust ja kiirust, võimalust andmeid analüüsida ja esitada ning seda, et uus vahend on õpilastes huvi tekitav.

Suurima puudusena tõid õpetajad välja vahendi madalat töökindlust. Lisaks veel seadmete vähesust ja väheseid oskusi seadme käsitlemisel. Samuti arvati, et andmekogujaga on mõõtmisprotsess õpilastele halvemini tajutav.

3.2. Praktikumide juhendajate arvamused praktiliste tööde kohta

Praktikumide juhendajatel paluti välja tuua iga praktikumi töö jaoks kõige sobivam vahend koos põhjendusega. Tagasisidet andsid seitsme kooli praktikumide juhendajad.

Pendili võnkeperioodi uurimisel eelistati kuuel korral andmekogujat ja ühel korral tavavahendit.

Kõige paremini võtab andmekoguja eelised kokku järgmine vastus: "Siin on andmekoguja eelis selgelt näha. Mõõtmise andmete kogumise automatiseerimine on mõttekas. Nii saab õpilane rohkem keskenduda ülesandele. Mõõtmine andmekogujaga on ka siin suhteliselt huvitav."

Ohmi seaduse töö tegemiseks eelistati neljal korral tavavahendeid, ühel korral arvutisimulatsiooni, ühel korral andmekogujat ning üks vastaja arvas, et kas tavavahendid või andmekoguja oleks sobilikud.

Selle praktilise töö juures ei näinud praktikumide juhendajad olulist eelist andmekogujal tavavahendite ees, pigem on tavavahendid õpilastele käepärasemad kasutada ja oht midagi töö

käigus ära rikkuda väiksem. Samas arvati, et kui on soov aega kokku hoida, siis eelistatakse arvutisimulatsiooni.

Erisoojuse töö korral jagunesid praktikumide juhendajate eelistused vahendite osas järgmiselt: andmekogujat eelistas 4 vastanut, arvutisimulatsiooni 1, tavavahendeid või andmekogujat 1 ning tavavahendeid või arvutisimulatsiooni 1 vastanu.

Andmekoguja eelistena toodi välja erinevaid põhjendusi kasutusmugavuse, täpsuse ja kiiruse osas, kuid kõige olulisemana võiks esile tõsta vastust: "Muudab töö huvitavamaks ja joonistuvad välja graafikud, mille lugemise oskus on oluline." Arvutisimulatsiooni kasutamise eelisenä toodi välja aja kokkuhoid.

Positiivsena toodi välja, et valitud olid head tööd ja sai läbi viia töid erinevate vahenditega, õpilased olid entusiastlikud ja tegid koostööd. Juhendajatele meeldis ka see, et tuntakse huvi füüsika edendamise vastu ning tööjuhendid oli koostanud keegi teine.

Ettepanekutena toodi juhendajate poolt välja, et praktilised tööd oleks pidanud olema ühe õppetunni jaoks lühemad (eiti tavavahendite ja andmekogujaga) või läbi viidama kahe tunni jooksul. Samuti olid tööjuhendid õpetajate arvates kohati õpilastele raskesti mõistetavad.

3.3. Õpilaste tagasisideküsimustik

3.3.1. Praktilised tööd ja vahendid

Praktilise töö tagasisideküsimustikule vastati õpilaste poolt 320 korral seitsmest erinevast koolist.

Ühest koolist polnud Ohmi seaduse katse kohta ühtegi tagasiside ankeeti täidetud. Ühes koolis ei viidud läbi katseid arvutisimulatsioonide abil.

Õpilased viisid töid läbi rühmades (rühma suurus 2-4 õpilast). Katseid läbi viinud õpilased õppisid 10. ja 11. klassides. Tagasiside ankeedid olid täitmiseks kõigile rühma liikmetele eraldi. Järgnev tabel 6 kirjeldab kui palju erinevate vahenditega erinevaid praktilisi töid läbi viidi.

Tabel 6. Praktilisi töid erinevate vahenditega läbi viinud õpilased

Vahendid	Praktiline töö			Kokku
	Erisoojus	Ohmi seadus	Pendel	
Arvutisimulatsioon	11	37	25	73
Tavakatsevahendid	38	35	56	129
Vernier andmekoguja	66	15	37	118
Kokku	115	87	118	320

Kõige rohkem töid viidi läbi tavakatsevahenditega (129 õpilast) ja kõige vähem arvutisimulatsiooniga (73 õpilast). Peaaegu võrdsel hulgal viidi läbi erisoojuse ja pendli tööd (vastavalt 115 ja 118 õpilast) ja mõnevõrra vähem Ohmi seaduse tööd (87 õpilast).

Kõige vähem tehti arvutisimulatsiooniga erisoojuse töid (11 õpilast) ning kõige rohkem sama tööd andmekogujaga (66 õpilast). Suured erinevused tööde läbiviimiste arvu juures vahendite ja praktiliste tööde lõikes tulenevad sellest, et koolidel polnud kõiki töid samal ajal kõikide vahenditega võimalik teha (andmekogujad ja sensorid olid piiravaks teguriks), seega oli tööde jaotamisel rühmade vahel esmatähtis, et kõik rühmad saaksid teha kolme erinevat tööd ja igal korral erinevate vahenditega.

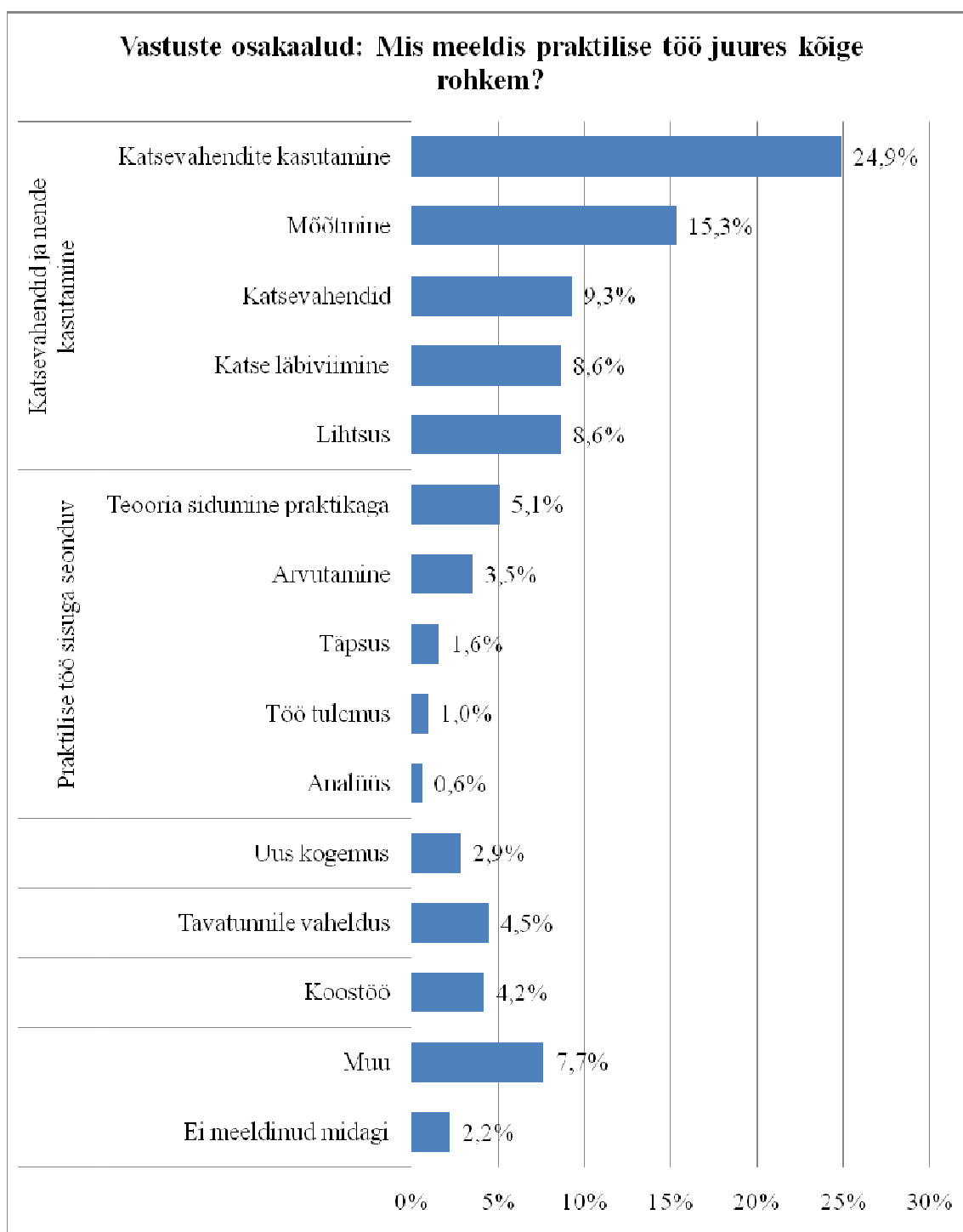
3.3.2. Mis meeldis praktilise töö juures kõige rohkem?

Küsimusele „Mis meeldis praktilise töö juures kõige rohkem?“ vastati 313 korral. Vastuste analüüsimisel rühmitati need järgmistesse gruppidesse (joonis 12):

- **Katsevahendite kasutamine** – tegevused, mis on seotud katsevahendite kasutamisega (skeemi koostamine, pendli ülesseadmine, arvuti kasutamine), välja arvatud mõõtmine.
- **Mõõtmine** – tegevused, kus oli kirjeldatud mõõtmist.
- **Katsevahendid** – vastused, kus polnud katsevahendiga seotud tegevust, vaid oli kirjeldatud konkreetset katses kasutatavat abivahendit või mõõtevahendit.
- **Lihtsus** – kirjeldati katse lihtsat läbiviimist.
- **Katse läbiviimine** – kirjeldati katse läbiviimist kui meeldivat tegevust (iseseisvus, võimalus katsetada).
- **Muu** – selle valdkonna alla on koondatud vastused, mis pole otseselt seotud katse läbiviimisega.
- **Teooria sidumine praktikaga** – varemõpitud teadmiste seostamine reaalsusega.
- **Tavatunnile vaheldus** – vastused, kus kirjeldati praktilise töö tundi, kui tavapärasest huvitavamalt.

- **Koostöö** – koostöö rühmas.

Lisaks veel 6 valdkonda, mis jäid osakaaluga alla 4 %.

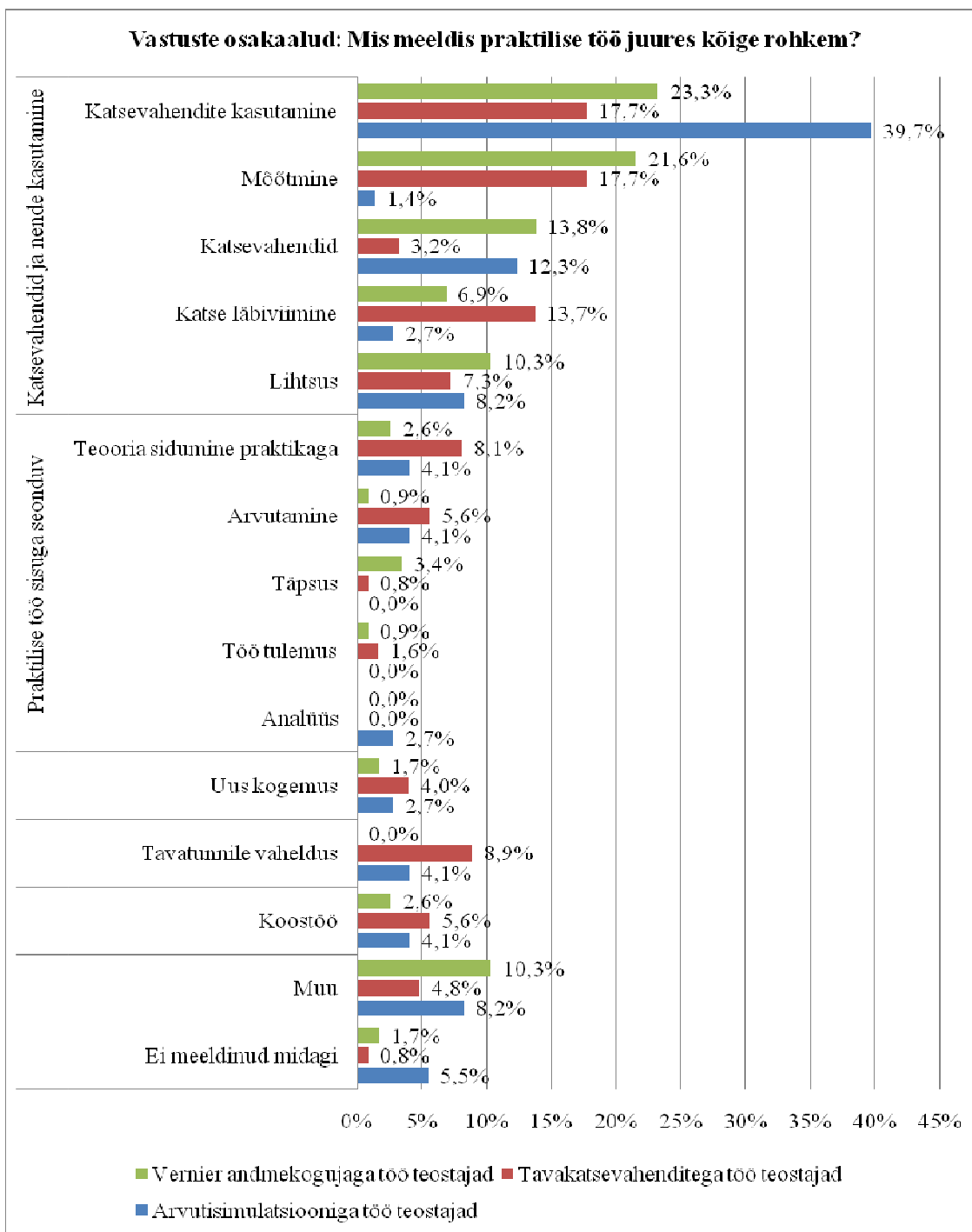


Joonis 12. Õpilased: Mis meeldis praktiliste tööde juures kõige rohkem?

Küsimuste vastustest saab järeldada, et õpilastele meeldis kõige rohkem katsevahendite kasutamine (24,9 % vastanutest), möötmine (15,3 %). Mõnevõrra vähem nimetati praktiliste

tööde juures kõige meeldivamaks katsevahendeid (9,3 %), katse läbiviimist (8,6 %) ja praktilise töö lihtsust (8,6 %).

Seega võib öelda, et 66,8 %-le õpilastest meeldisid kõige rohkem katsevahendid või nende kasutamine. 5,1 % õpilasest väitis, et neile meeldis see, et nad said kinnitust olemasolevatele teadmiste praktilise töö käigus (joonis 12).



Joonis 13. Mis meeldis praktilise töö juures kõige rohkem (vahendite lõikes)?

Olulised erinevused arvutisimulatsiooniga tööde teostamisel mõõtmise ja katsevahendite kasutamise osas võrreldes teiste vahenditega (joonis 13) tulenesid sellest, et arvutisimulatsiooniga töö teostamisel on raske eristada mõõtmist katsevahendi kasutamisest.

Kui vaadelda koos kõiki katsevahendite ja nende kasutamisega seotud vastuseid (katsevahendite kasutamine, mõõtmine, katsevahendid, katse läbiviimine, lihtsus), siis jaotuksid vastanute eelistuste osakaalud vastavat praktilist tööd läbiviinute koguarvust järgmiselt: arvutisimulatsioonide korral (64,4 %), tavakatsevahendite korral (59,7 %) ja Vernier andmekogujate korral (75,9 %).

Seega võib täheldada, et kõige rohkem toovad esile tehnilisi vahendeid ja nende kasutamise meeldivust praktilises töös just Vernier andmekogujate kasutajad?

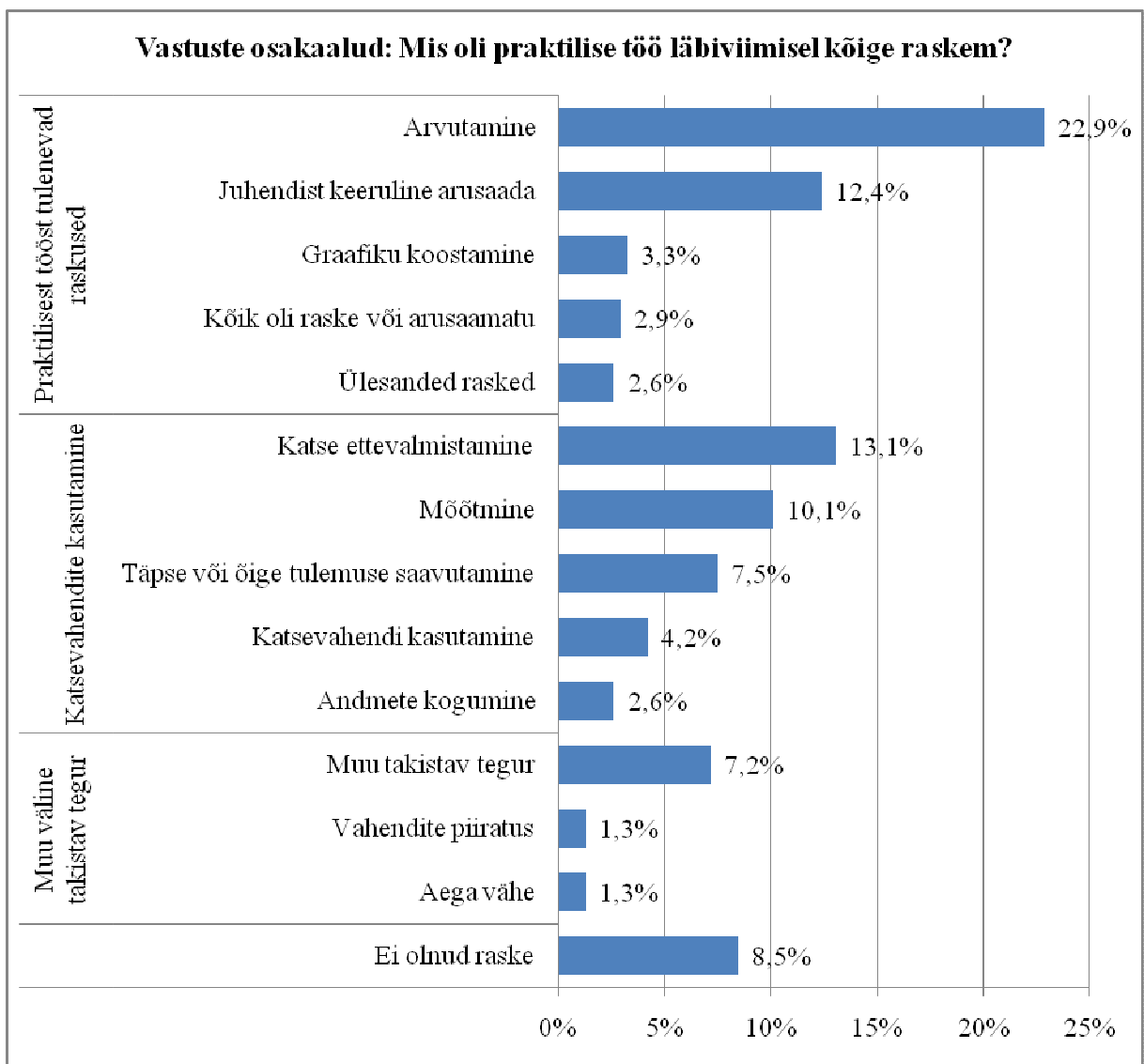
3.3.3. Mis oli praktilise töö juures kõige raskem?

Selle küsimusele vastati 306 korral.

Õpilaste vastused jaotati järgmistesse rühmadesse:

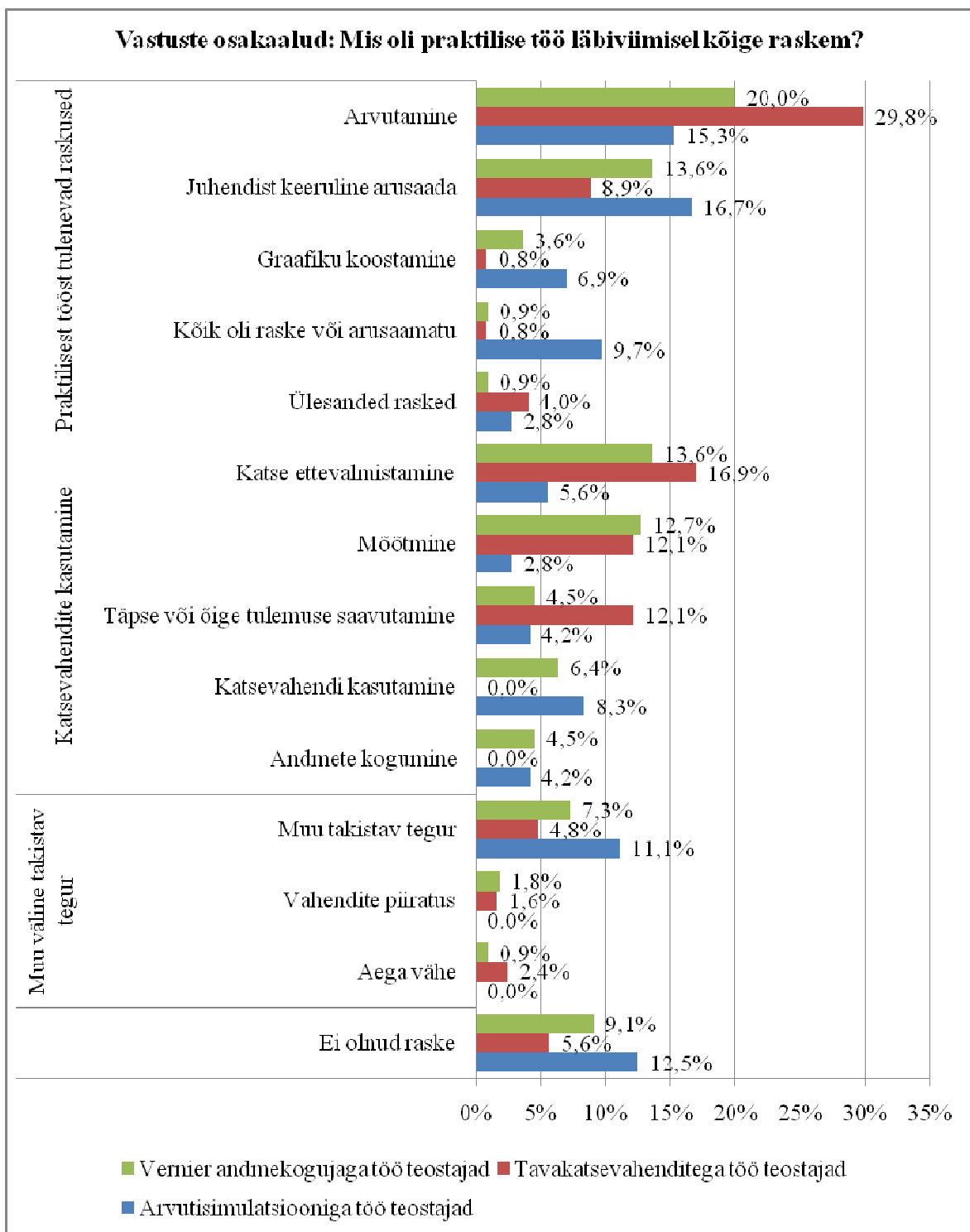
- **Arvutamine** – vastuses kirjeldati mingi tulemuse väljaarvutamist või leidmist.
- **Katse ettevalmistamine** – siia kuulusid tegevused, mis olid vajalikud teha enne mõõtmiste alustamist (pendli kinnitamine või sobivalt võnkuma panemine, vooluringi koostamine).
- **Juhendist keeruline aru saada** – juhendist, tekstidest arusaamine raske, ei leidnud õigeid valemeid üles.
- **Mõõtmine** – mõõtmise teostamise, mõõtetulemuse lugemise või kirjapanekuga seotud tegevused.
- **Täpse või õige tulemuse saavutamine** – vastused, kus kirjeldati täpse mõõtmistulemuse või õige vastuse saamist.
- **Muud takistavad tegurid** – näiteks: arvuti tassimine, koostöö paarilisega, polnud varem katseid teinud, palav klassiruum, ootamine.
- **Katsevahendi kasutamine** – andmekoguja, arvutisimulatsiooni või muu katsevahendi kasutamine.

Lisaks veel 6 valdkonda, millede osakaalud jäävad alla 4 %.



Joonis 14. Mis oli praktilise töö läbiviimisel kõige raskem (õpilaste arvamused)?

Jooniselt 14 saab välja lugeda, et õpilased pidasid praktilise töö juures kõige raskemaks arvutamist (22,9 %), katse ettevalmistamisega seotud tegevusi (13,1 %), juhendist arusaamist (12,4 %) ja mõõtmist (10,1 %).



Joonis 15. Mis oli praktilise töö läbiviimisel kõige raskem (õpilaste arvamused vahendite lõikes)?

Katsevahendite kasutamise osas oli nende kasutamist raskeks pidavate õpilaste osakaalud kõige kõrgemad tavavahendeid ja andmekogujaid kasutavate õpilaste seas (vastavalt 41,1 % ja 41,8 % vastavat vahendit kasutanutest). Arvutisimulatsiooni kasutamist raskeks pidavate õpilaste osakaal vastavat vahendit kasutanutest oli oluliselt väiksem (25,0 %). Samas peeti praktilise töö sisulist osa arvutisimulatsioonide kasutajate poolt praktilise töö tegemisel kõige

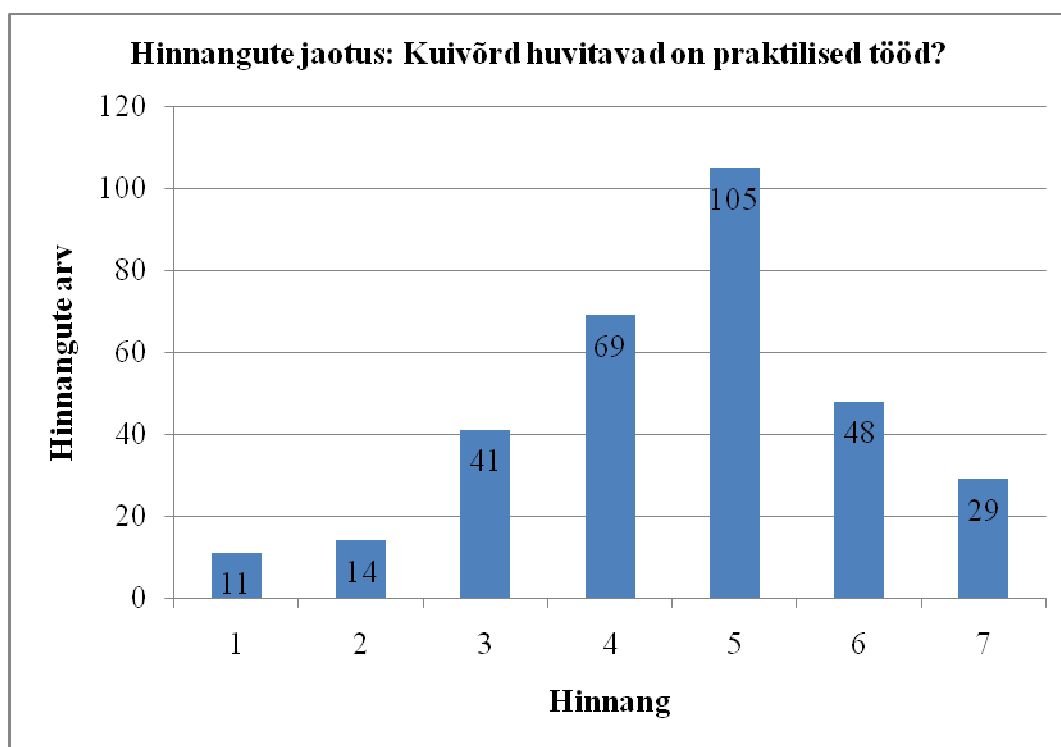
raskemaks (51,4 %). Tavavahendite ja andmekogujate kasutajatest arvas sarnaselt vastavalt 44,4 % ja 39,1 % (tabel 7).

Tabel 7. Mis oli praktiliste tööde juures kõige?

Mis oli praktilise töö läbiviimisel kõige raskem?	Arvuti-simulatsiooniga töö teostajad	Tava-katsevahenditega töö teostajad	Vernier andmekogujaga töö teostajad
Praktilisest tööst tulenevad raskused	51,4 %	44,4 %	39,1 %
Katsevahendite kasutamine	25,0 %	41,1 %	41,8 %
Ei olnud raske	12,5 %	5,6 %	9,1 %
Muu väline takistav tegur	11,1 %	8,9 %	10,0 %

3.3.4. Kuivõrd huvitavad on praktilised tööd?

Õpilased hindasid praktiliste tööde huvitavust (joonis 16) 7-pallisel Likerti skaalal (1 – ebahuvitav ... 7 - väga huvitav).



Joonis 16. Hinnangute jaotus: Kuivõrd huvitavad on praktilised tööd?

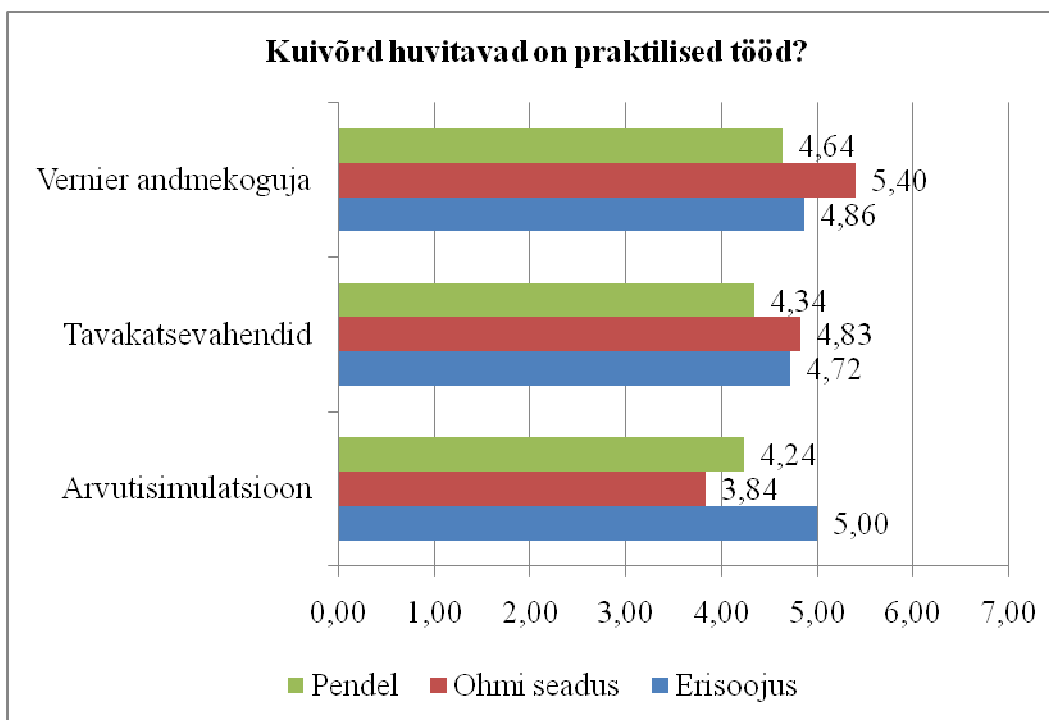
Vahendite lõikes olid keskmised hinnangud praktilise töö huvitavuse osas järgmised (tabel 8):

Tabel 8. Õpilaste hinnang: Kuivõrd huvitavad on praktilised tööd.

Vahendid	Praktiline töö			Keskmine kokku
	Erisoojus	Ohmi seadus	Pendel	
Arvutisimulatsioon	5,00	3,84	4,24	4,15
Tavakatsevahendid	4,72	4,83	4,34	4,58
Vernier andmekoguja	4,86	5,40	4,64	4,86
Keskmine kokku	4,83	4,51	4,41	4,59

Tabelist 8 saab välja lugeda, et kõige huvitavamaks osutus Ohmi seaduse praktiline töö andmekogujaga (keskmine 5,40) ning kõige ebahuvitavamaks sama töö arvutisimulatsiooniga (3,84).

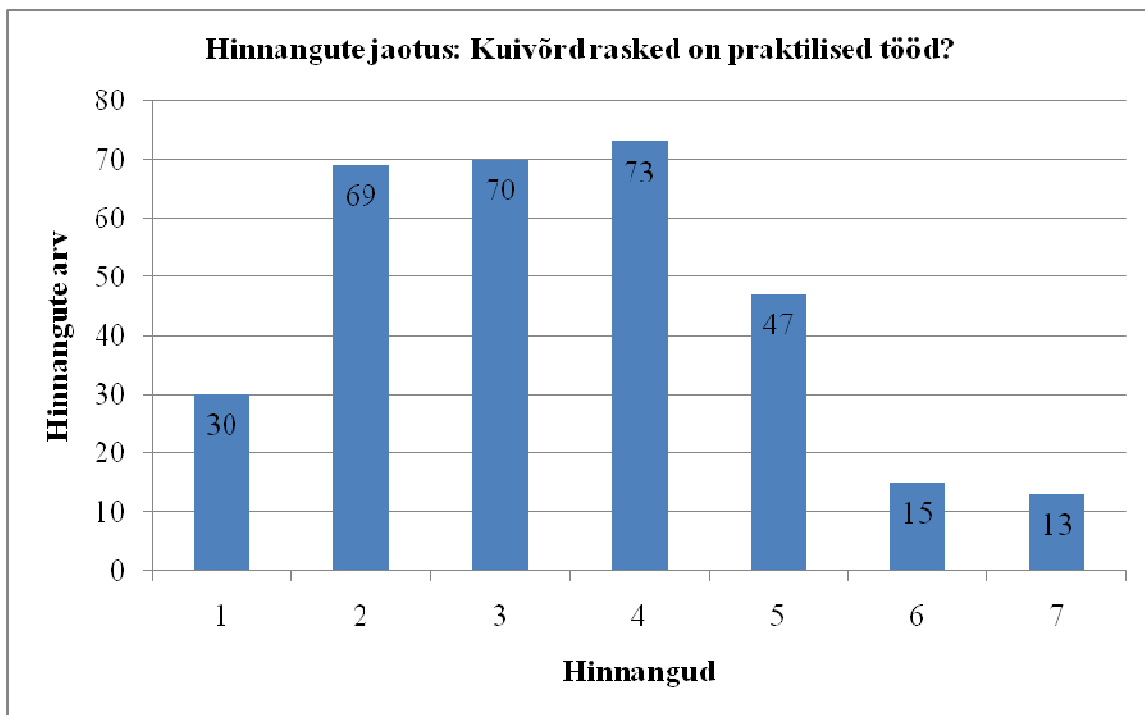
Vahenditest pakkusid õpilastele kõige enam huvi andmekogujaga tööd (joonis 17) (4,86) ja praktilistest töödest meeldis kõige enam erisoojuse määramine (4,83).



Joonis 17. Kuivõrd huvitavad on praktilised tööd õpilaste arvamuste kohaselt vahendite lõikes.

3.3.5. Kuivõrd rasked on praktilised tööd?

Õpilased hindasid praktilise töö raskust (joonis 18) 7-pallisel Likerti skaalal (1 – väga kerge ... 7 – väga raske).

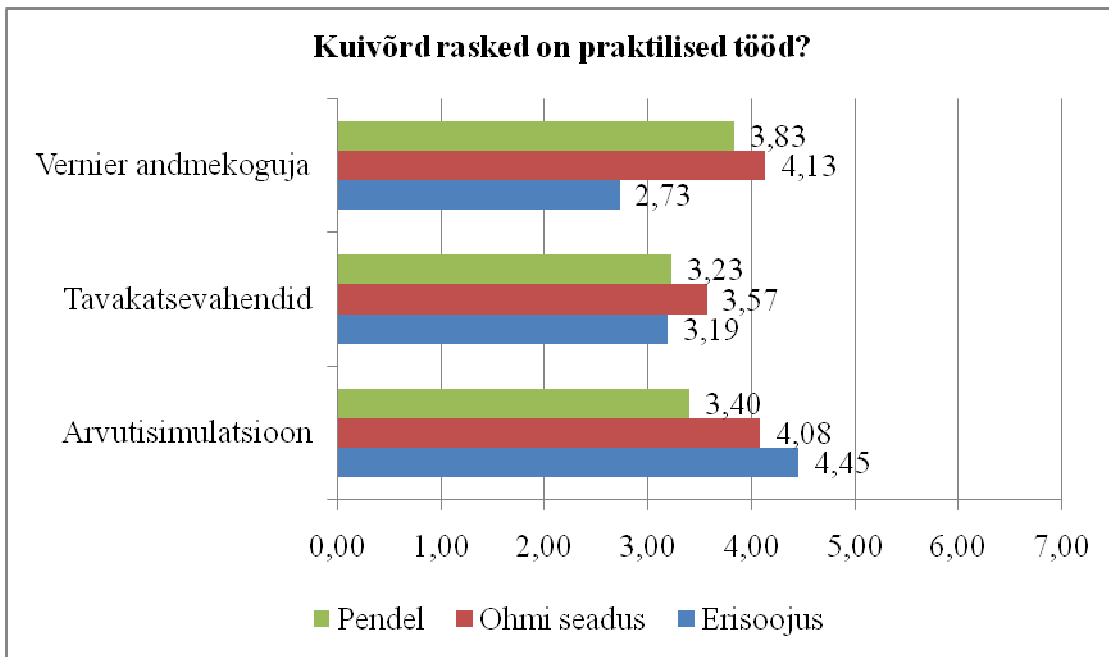


Joonis 18. Kuivõrd rasked on praktilised tööd õpilaste arvates?

Tabel 9 ja selle põhjal koostatud joonis 19 alusel saab välja lugeda, et kõige raskemaks osutus õpilaste arvates erisoojuse töö arvutisimulatsiooniga (4,45) ja kõige lihtsamaks sama töö andmekogujaga (2,73). Kõige raskemaks pidasid õpilased tööd arvutisimulatsioonidega (3,90) võrreldes teiste vahenditega. Õpilaste arvates oli kõige raskem Ohmi seaduse praktiline töö (3,89) võrreldes teiste praktiliste töödega.

Tabel 9. Õpilaste keskmised hinnangud praktiliste tööde raskuse kohta

Vahendid	Praktiline töö			Keskmine kokku
	Erisoojus	Ohmi seadus	Pendel	
Arvutisimulatsioon	4,45	4,08	3,40	3,90
Tavakatsevahendid	3,19	3,57	3,23	3,31
Vernier andmekoguja	2,73	4,13	3,83	3,25
Keskmine kokku	3,04	3,89	3,45	3,43



Joonis 19. Õpilste hinnang praktiliste tööde raskusele vahendite lõikes.

Kui võrrelda praktilise töö huvitavust ja raskust, siis osutub, et Vernier andmekogujaga Ohmi seaduse tööd peeti õpilaste poolt kõige huvitavamaks (keskmise 5,40), samas hindasid õpilased seda raskuselt teiseks tööks (keskmise 4,13). Kõige raskem töö oli erisoojuse töö arvutisimulatsiooniga (4,45), mis oli huvitavuselt teisel kohal (5,00). Samas peeti ka kõige lihtsamat tööd (keskmise 2,73; erisoojuse määramine andmekogujaga) huvitavaks (4,86).

3.3.6. Milliste vahenditega oleks praktiline töö huvitavam olnud?

320-st õpilaste poolt vastatud tagasisideankeedist avaldati arvamust huvitavamate vahendite osas 226-l korral.

Tabelisse 10 on kokku koondatud õpilaste arvamused vahendite eelistustest lähtuvalt sellest, millise vahendiga oleks sooritatud töö olnud huvitavam läbi viia.

34% arvutisimulatsiooniga töid läbi viinutest ning arvamust avaldanutest eelistas just seda vahendit praktilise töö läbiviimiseks, lisaks pakkusid 23 % välja täiendusi katse läbiviimiseks kasutatud vahenditele. Täiendusetpanekutest toodi välja, et arvutisimulatsioon võiks olla parema graafikaga, lisaks videod ja joonised reaalsest elust.

Tabel 10. Õpilaste arvamus: Milliste vahenditega oleks praktiline töö huvitavam olnud?

	Reaalne töö teostamise vahend:		
Huvitavam oleks olnud:	Arvutisimulatsioon	Tavakatsevahendid	Andmekoguja
Arvutisimulatsioon	16 (34%)	3 (3%)	2 (2%)
Tavakatsevahendid	6 (13%)	22 (23%)	4 (5%)
Andmekoguja	4 (9%)	24 (25%)	35 (43%)
Reaalsete vahenditega	10 (21%)	0 (0%)	0 (0%)
Kaasaegsemate vahenditega	0 (0%)	15 (15%)	0 (0%)
Muude katsevahenditega	0 (0%)	0 (0%)	11 (13%)
Täiendustega olemasolevale tööle	11 (23%)	33 (34%)	30 (37%)
Kokku	47 (100%)	97 (100%)	82 (100%)

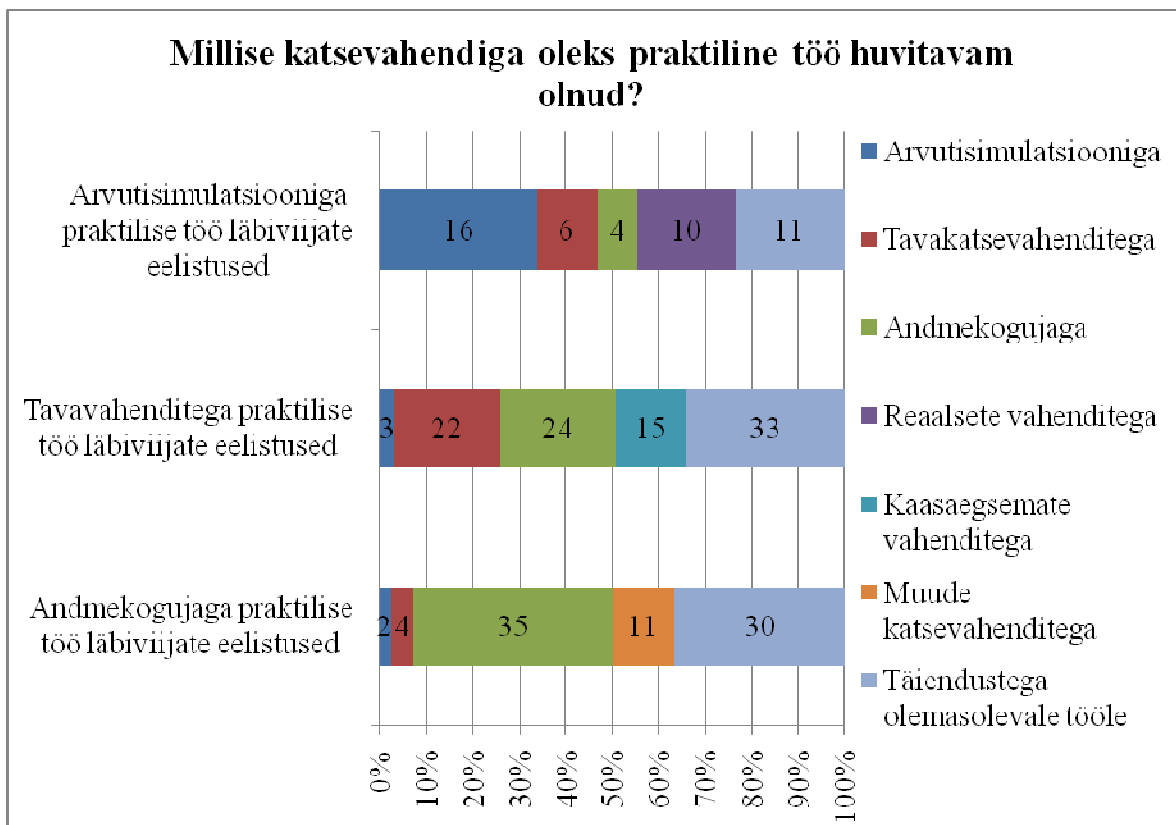
Reaalsete vahenditega eelistas praktikumi läbiviimiseks 21 % arvamus avaldanutest, millele lisades 13 % tavavahendite ning 9 % andmekoguja eelistajaid saame, et reaalseid vahendeid eelistab kokku 43 %.

Tavavahenditega praktilist tööd teinutest ning arvamus avaldanutest pidas just neid vahendeid kõige huvitavamaks 23 %, lisaks pakkusid 34 % välja täiendusi olemasolevale tööle (joonis 21). Praktikumi huvitavamaks muutmise ettepanekutena toodi põhiliselt välja, et katsevahendid (pendel, uuritavad kehad, koormised) oleks võinud teistsugused (sobivamad) olla.

Alternatiivina tavavahenditele, praktikumide huvitavamaks läbiviimiseks, pakuti välja pigem andmekogujat (25 %) või muid kaasaegsemaid vahendeid (15 %) kui arvutisimulatsioone (3 %).

Andmekogujaga praktilist tööd teostanutest ning arvamus avaldanutest eelistasid just seda vahendit 43 %, lisaks pakkus 37 % välja täiendusi olemasolevale (joonis 22). Täiendusettepanekutena toodi põhiliselt välja, et katsevahendeid oleks võinud rohkem olla. 13 % vastanutes pakkus välja muid vahendeid praktikumide huvitavamaks läbiviimiseks. Tavavahendeid ja arvutisimulatsioone eelistati oluliselt vähem (vastavalt 5 % ja 2 %).

Eelnevat arutelu aitab kokku võtta tabelist 10 koostatud joonis 20.



Joonis 20. Milliste katsevahenditega oleks praktiline töö huvitavam olnud? Joonisel on toodud vastajate absoluutarvud.

Seega võib kokkuvõtvalt öelda (liites kokku vastavat vahendit eelistanud koos täiendustega olemasolevale tööle), et arvutisimulatsioonide kasutajad eelistavad pigem arvutisimulatsiooni (57%), alternetiivina on võimalik ka reaalsete katsevahendite kasutamine praktikumi huvitavamaks läbiviimiseks. Tavavahendite kasutajad eelistavad pigem tavavahendeid (57%), alternatiivina eelistatakse pigem andmekogujat (25%) või muid kaasaegseid vahendeid (13%). Andmekoguja kasutajad eelistavad ülekaalukalt andmekogujat praktilise töö huvitavamaks läbiviimiseks (80%).

3.3.7. Milliste vahenditega oleks see praktiline töö lihtsamini teostatav olnud?

320-st õpilaste poolt vastatud tagasiside ankeedist avaldati 186 korral arvamust vahendite eelistuse kohta praktilise töö lihtsamaks läbiviimiseks. Analüüsist jäeti välja vastused, mis ei väljendanud praktilises töös kasutatava vahendi eelistust.

Järgnevasse tabelisse (tabel 11) on kokku koondatud õpilaste arvamused vahendite eelistustest lähtuvalt sellest, millise vahendiga oleks sooritatud töö olnud lihtsamini läbi viidav.

Tabel 11. Õpilaste arvamus: Milliste vahenditega oleks praktiline töö lihtsamini teostatav olnud?

	Reaalne töö teostamise vahend:		
Lihtsamaks peetav töövahend:	Arvuti-simulatsioon	Tava-katsevahendid	Andme-koguja
Arvutisimulatsiooniga	28 (72 %)	5 (6 %)	7 (12 %)
Tavakatsevahenditega	2 (5 %)	24 (27 %)	7 (12 %)
Andmekogujaga	4 (10 %)	16 (18 %)	29 (49 %)
Täiendustega olemasolevatele vahenditele	5 (13 %)	17 (19 %)	11 (19 %)
Muude paremate vahenditega	0 (0 %)	26 (30 %)	5 (8 %)
Kokku	39 (100 %)	88 (100 %)	59 (100 %)

72 % arvutisimulatsioone praktilises töös kasutanutest ning arvamusi avaldanutest eelistasid just arvutisimulatsiooni kui kõige lihtsamat vahendit praktilise töö läbiviimiseks, lisaks pakkusid 13 % välja täiendusi olemasolevale tööle, mis oleksid töö veel lihtsamaks teinud. Täiendusetepanekutena toodi välja, et simulatsioonil oleks võinud olla lisavõimalusi (graafiku joonistamine, kõik oleks pidanud olema veebipõhine, et simulatsioon arvutaks vastused ise välja). Tavavahendite ja andmekoguja eelistajate osakaalud osutusid oluliselt väiksemaks (vastavalt 5 % ja 10 %).

Seega võib järeldada, et arvutisimulatsiooniga praktilist tööd läbi viinud õpilased peavad kõige lihtsamaks just seda vahendit võrreldes tavavahendite ja andmekoguja abil töid teostanutega.

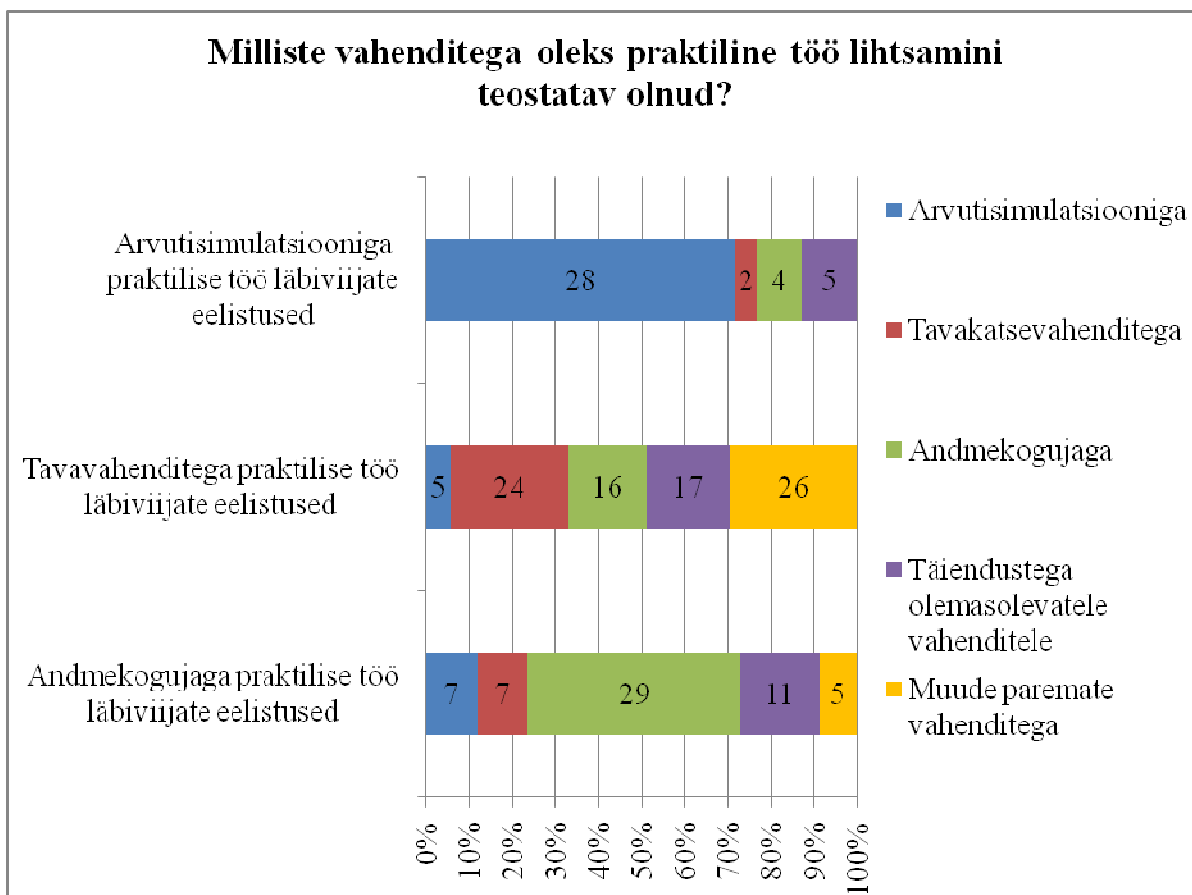
27 % tavavahendeid praktilises töös kasutanutest ja arvamust avaldanutest eelistasid just seda vahendit praktilise töö lihtsamaks läbiviimiseks, lisaks pakkusid 19 % välja täiendusi olemasolevale tööle, mis oleksid töö veel lihtsamaks teinud. Täiendusetepanekutena toodi välja, et töö oleks olnud lihtsam, kui oleks olnud paremad katsevahendid (pendli koormis, niit, juhtmed, vooluallikas). Samas sooviti ka, et oleks võinud olla mingi automatiseeritud süsteem, mis arvutaks sisendandmete olemasolul välja vastuse. 18 % tavavahendeid kasutanutest väljendas selget eelistust andmekoguja osas ja 6 % arvutisimulatsiooni osas. 30 % vastanutest eelistas muud paremat vahendit ilma konkreetset vahendi eelistust välja toomata. Muude vahendite eelistuste all kirjeldati põhiliselt mõõtevahendeid, mis oleksid elektroonilised, täpsemad, kiiremad või kaasaegsemad. Lugeses neid kirjeldusi võib leida palju ühiseid jooni Vernier vahenditega. Seega võib järeldada, et tavavahendite kasutajatest

48 % eelistaks praktiliste tööde lihtsamaks läbiviimiseks andmekogujat või muid kaasaegsemaid seadmeid.

49 % andmekogujat praktilistes töödes kasutanutest ning arvamust avaldanutest eelistasid just seda kui kõige lihtsamat vahendit praktilise töö läbiviimiseks, lisaks pakkus 19 % vastanutest välja täiendusi olemasolevale tööle, mis oleks töö veel lihtsamaks teinud. Täiendusettepanekutena toodi välja, et töö oleks lihtsam, kui oleks olnud paremad katsevahendid (pendli koormis sobiva kujuga, joonlaua asemel mõõdulint või pikem joonlaud, juhtmed paremate kinnitustega). Arvutisimulatsioone ja tavavahendeid eelistastanute osakaal oli juba oluliselt madalam (mõlemal juhul 12 %). Muid paremaid (kiiremaid, uuemaid, täpsemaid) vahendeid eelistas 8 % vastanutest.

Seega pidasid andmekogujat kasutanud õpilased töö teostamist andmekogujaga lihtsamaks võrreldes teiste vahendite kasutamisega.

Eelneva arutelu võtab visuaalselt kokku tabeli 11 põhjal koostatud joonis 21.



Joonis 21. Milliste vahenditega oleks praktiline töö lihtsamini teostatav olnud? Joonisel on toodud vastajate absoluutarvud.

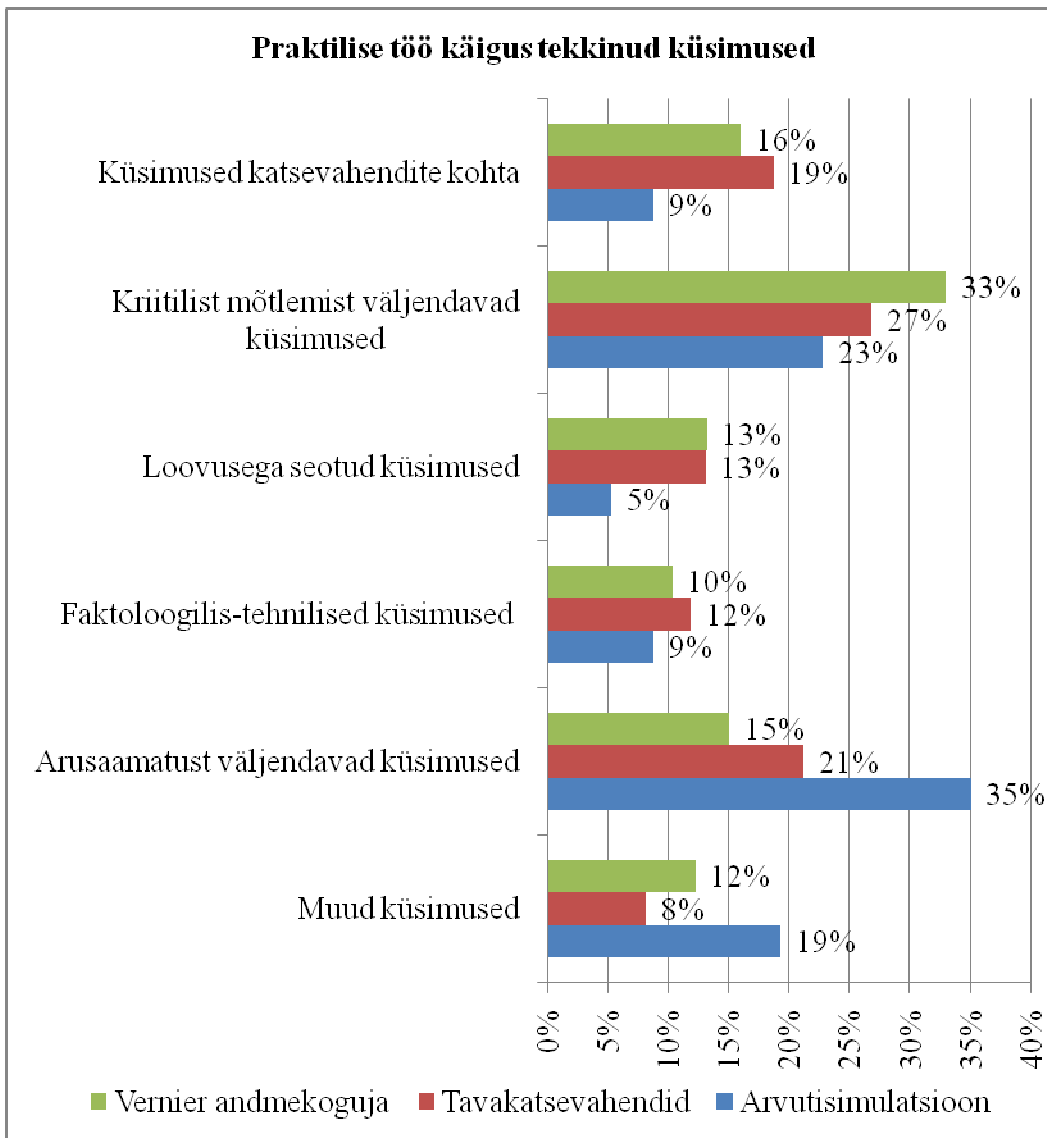
Arvutisimulatsiooniga töid läbi teinute hulgas oli kõige suurem osakaal neil õpilastel, kes arvasid, et arvutisimulatsiooniga on tööde teostamine lihtsam võrreldes teiste vahendite kasutamisega. Sarnaselt eelistasid andmekogujaga praktilist tööd läbi viinud õpilased andmekogujat kui kõige lihtsamat vahendit tööde läbiviimiseks. Tavavahendeid kasutanute arvamused jagunesid enam-vähem pooleks tavavahendite ja andmekogujate eelistuste osas. Kokkuvõtteks võib järeldada, et praktilise töö läbiviimisel reaalsete vahenditega (tavavahendid ja andmekoguja) eelistatakse lihtsuse aspektis kaasaegseid vahendeid (andmekogujaid). Arvutisimulatsiooni ja reaalsete katsevahendite (tavavahendid ja andmekoguja) vahelist eelistust selle küsimuse vastuste põhjal välja tuua ei saa, sest mõlemal juhul eelistati lihtsuse aspektis pigem neid vahendeid, mida ka realselt kasutati.

3.3.8. Millised küsimused tekkisid praktilise töö käigus?

Tagasiside ankeetides paluti õpilasel kirjutada tema jaoks kolm kõige olulisemat küsimust, mis tekkisid praktilise töö käigus. 320-st tagastatud ankeedist oli vähemalt üks küsimus kirja pandud 170-l ankeedil. Kokku esitati 323 küsimust, mis nende hilisemal analüüsil jaotati kategooriatesse, lähtudes kõigepealt soovist eristada katsevahendite kasutamisega seotud küsimusi ja kõiki muid küsimusi. Töö sisuga seotud küsimusi võis jagada kolmeks: kriitilist mõtlemist väljendavad küsimused, loovusega seotud küsimused ning faktoloogilis-tehnilised küsimused. Omaette alajaotuse moodustasid üldist arusaamatust väljendavad küsimused. Lisaks tekkis rubriik „muud küsimused“, mille alla grupeeriti eelnimetatud valdkondadesse mittesobivad küsimused.

Niisiis liigitati küsimused järgmiselt:

- **Küsimused katsevahendite kohta** (Kuidas katsevahendid üles seada? Kuidas mõõta?)
- **Kriitilist mõtlemist väljendavad küsimused** (Mis millest sõltub? Mis mõjutab tulemust? Kas mõõtmistulemused on õiged? Miks olid tulemused nii erinevad?)
- **Loovusega seotud küsimused** (Kuidas oleks seda tööd saanud teisiti? Kuidas neid vahendeid veel saaks kasutada? Mis juhtuks kui ...? Kus saaks seda elus kasutada?)
- **Faktoloogilis-tehnilised küsimused** (Mis on erisoojus? Mis on kuivelement? Mis on takistus? Kuidas seda arvutada?)
- **Arusaamatust väljendavad küsimused** (Mida ma pean tegema? Miks on see vajalik? Kuidas seda teha?)
- **Muud küsimused** – küsimused, mida ei saanud liigitada eelnimetatud valdkondade alla



Joonis 22. Praktilise töö käigus tekkinud küsimused.

Jooniselt 22 näeme, et kriitilist mõtlemist väljendavate küsimuste osakaal oli kõige suurem andmekogujaga ja tavavahenditega praktilisi töid teostanud õpilaste hulgas (vastavalt 33 % ja 27 %). Loovusega seotud küsimusi tekkis kõige enam andmekogujaga ja tavavahenditega praktilisi töid teinute hulgas (mõlemal juhul 13 %). Loovusega seotud küsimusi tekkis arvutisimulatsiooniga praktilisi töid läbiviinutel oluliselt vähem (5 %) võrreldes teiste vahenditega töid teinutega. Faktoloogilis-tehnilisi küsimusi tekkis olenemata kasutatud vahendist umbes ühesugusel määral (9-12 %). Katsevahendite kasutamist käsitlevaid küsimusi tekkis kõige rohkem tavavahendeid ja andmekogujat kasutanute hulgas (vastavalt 19 % ja 16 %).

Tähelepanu äratub arusaamatust väljendavate küsimuste suhteliselt suur osakaal (35 %) ja ka muude küsimuste arvukus (19 %) just arvutisimulatsiooni kasutanud õpilaste hulgas. Kui uurime lähemalt neid küsimusi, siis kipub jääma mulje, et arvutisimulatsioonid pole õpilastele omased (loomulikud). Väga levinud on küsimused: Mida ma tegema pean? Milleks see vajalik on? Mis on eesmärk? jne.

Õpilaste küsimusi kokku võttes võib öelda, et kuna arvutisimulatsiooni kasutamine tekitab hulgaliselt arusaamatusi, siis on praktiliste tööde läbiviimiseks otstarbekam kasutada just reaalseid mõõtevahendeid arvutisimulatsioonide asemel.

3.3.9. Mida uut said teada selle praktilise töö läbiviimisel?

Õpilased andsid vastuse küsimusele „Mida uut said teada praktilise töö läbiviimisel?“ kokku 283 korral. Vastused klassifitseeriti järgmiselt:

- **Katsevahendeid käsitlevad** – kuidas katsevahendeid ja mõõtevahendeid kasutada;
- **Põhjuslikud** – kui muutub x, siis muutub y; kuidas mõõta, teooria seos praktikaga;
- **Edasiarenduslikud** – teadmise või arusaamise tekkimine, mis polnud otseselt töö eesmärgiks ja viitab uutele lähenemistele (loovusele) - ka nii saab; kui teen nii, siis juhtuks...;
- **Faktoloogilised** – see väärtus on selline; selle valemiga leian selle, sain teada vastuse;
- **Väärarusaamad** – vastusest sai välja lugeda väärarusaama olemasolu õpilasel;
- **Negatiivsed** – õpilane väitis, et praktikumi käigus ei omandanud ta midagi uut, ta kõigest meenutas varemõpitud;
- **Muud vastused** – kasutatavasse liigitusse mittesobivad vastused.

Tabel 12. Mida uut said teada praktilise töö läbiviimisel?

	Arvuti-simulatsiooni kasutajad	Tava-katsevahendite kasutajad	Vernier andmekoguja kasutajad
Katsevahendeid käsitlevad	4 (6%)	11 (10%)	18 (17%)
Põhjuslikud	12 (18%)	22 (20%)	9 (9%)
Edasiarenduslikud	4 (6%)	14 (13%)	11 (11%)
Faktoloogilised	7 (10%)	31 (28%)	31 (30%)
Väärarusaamad	4 (6%)	13 (12%)	10 (10%)

Negatiivsed	17 (25%)	12 (11%)	18 (17%)
Muud vastused	19 (28%)	9 (8%)	7 (7%)
Kokku	67 (100%)	112 (100%)	104 (100%)

28 % tavavahendite kasutajatest sai teada mingi konkreetse valemi, fakti, või vastuse (tabel 12). Põhjuslikku seost kirjeldavat arusaamist väljendati 20 % juhtudest. Samas sai vastustest välja lugeda ka seda, et 12 % vastajatest esitasid uue teadmisenäite mittetõese väite. Kuna praktilisele tööle ei järgnenud uurimuse raames tööde esitlemist, siis ei saa hinnata, kas praktilised tööd esitleti ka õpetajale või kaasõpilastele. Suure väärarusaamade protsendi tõttu tuleb kindlasti uurimusliku õppe läbiviimisel pöörata tähelepanu tööde esitlemisele ja jagamisele koos sellele järgneva aruteluga. 13% tavavahendite kasutajatest jõudis teadmise või arusaamise tekkimiseni, mis küll polnud otseselt töö eesmärgiks kuid viitas uutele lähenemistele (edasiarenduslik).

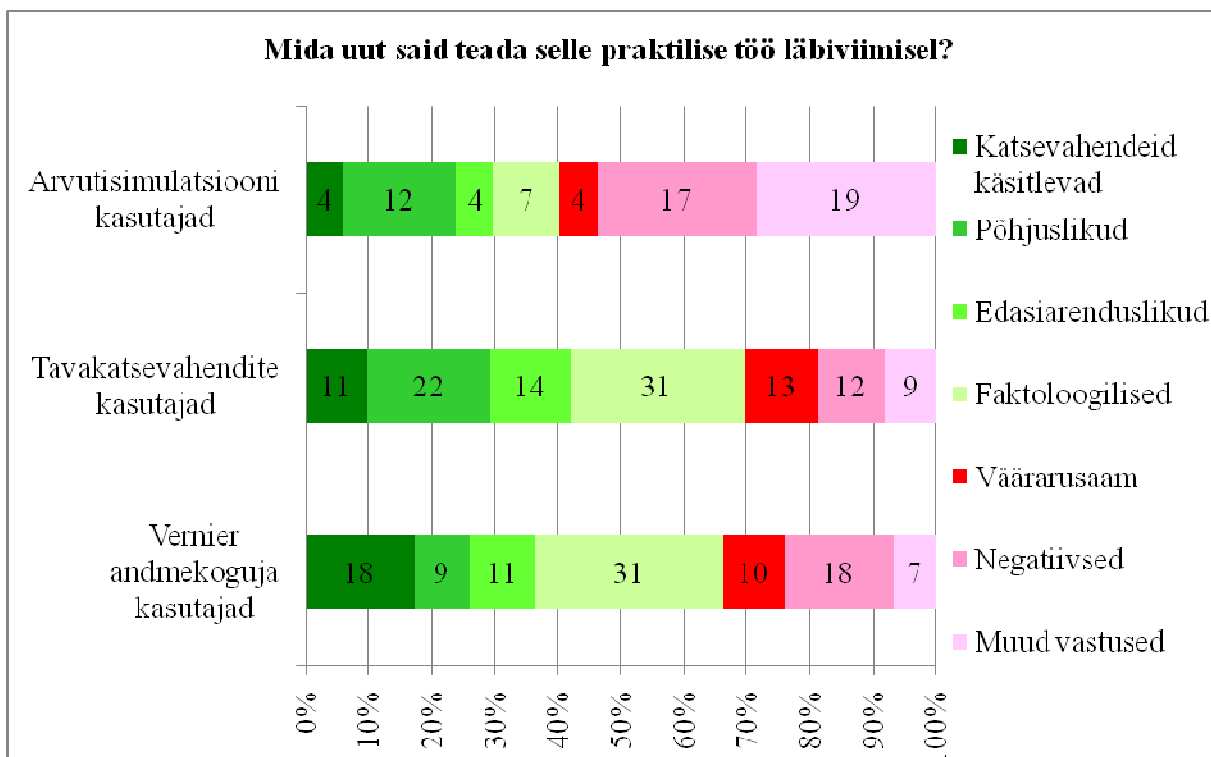
30% andmekogujaid praktilistes töödes kasutanutest omandas faktoloogilisi teadmisi. Erinevalt tavavahendite kasutajatest moodustavad andmekogujate kasutajate hulgas osakaalult järgmise grupi õpilaste poolt omandatud teadmised katsevahendi kasutamise kohta (17%). Käesolevas töös edasiarenduslikuks klassifitseeritud teadmisi omandas 11% ning põhjuslikke seoseid kirjeldavaid teadmisi omandas 9% andmekogujate kasutajatest. Sarnaselt tavavahendite kasutajatega on ka andmekogujaga praktilist tööd läbiviinute hulgas väärarusaamani jõudnute osakaal samas suurusjärgus (10 %).

Arvutisimulatsioonide kasutajate vastused erinesid oluliselt tavavahendeid ja andmekogujaid kasutanud õpilaste vastustest. Üllatavalt paljud vastajad panid kirja teadmistena fakte, mis polnud otseselt seotud töö sisuga (28%). Sealhulgas oli paljudele uudiseks see, et on olemas arvutisimulatsioonid, millega saab läbi viia praktilisi töid. 25 % vastajatest väitis, et midagi uut nad teada ei saanud või teadsid kõike juba varem (negatiivsed). 18% arvutisimulatsioonide kasutajatest väitsid, et said teada põhjuslikke seoseid väljendavaid teadmisi, 10% omandasid faktoloogilisi teadmisi.

Võrreldes erinevate vahendite kasutajate poolt antud uute teadmiste kirjeldusi, võime järeldada et suhteliselt suure osakaaluga on faktide, valemite või vastuste teadasaamine, mis ju pole praktilise töö kõige olulisem eesmärk. Kahetsusväärset väike oli põhjuslike seostest arusaamist väljendavate vastuste osakaal ja suur väärarusaama väljendavate vastuste osakaal.

Kui koondada teadmiste omandamisega seotud valdkonnad (katsevahendeid käsitlevad, põhjuslikud, edasiarenduslikud, faktoloogilised) ja teadmise omandamisega otseselt mitte seotud valdkonnad (väärarusaamad, negatiivsed, muud vastused), siis saab järeldada, et kõige enam omandati teadmisi tavakatsevahendeid ja andmekogujaid kasutades (vastavalt 71% ja 67% vastavat vahendit kasutanutest) ja oluliselt vähem arvutisimulatsioone kasutades (40%). Seega võib pidada arvutisimulatsioone praktiliste tööde läbiviimisel ebaefektiivseks.

Kokkuvõtvalt kirjeldab teadmiste jaotusi joonis 23.



Joonis 23. Vastuste jaotus: Mida uut said teada selle praktilise töö läbiviimisel? Joonisel on toodud vastajate absoluutarvud.

Kokkuvõte

Käesolevas töös käsitleti uurimusliku õppe meetodite rakendamise sagedust loodusteaduslikes ainetes ja selgitati välja nende meetodite olulisus õpetajate jaoks. Samuti uuriti õpilaste ja õpetajate eelistuste aspektis praktiliste tööde erinevaid realisatsioone. Omavahel võrreldi praktilise töö läbiviimist tavavahendite, Vernier' andmekogujate ning arvutisimulatsioonide abil. Kasutati kolme praktilist tööd: pendli võnkumise uurimist, aine erisoojuse määramist ja Ohmi seaduse kehtivuse kontrollimist. Neile töödele olid koostatud kõigi kolme realisatsiooni jaoks spetsiaalsed tööjuhendid. Seejuures üldistati seitsme erineva kooli gümnaasiumiastme klassikomplekti õpilaste ja nende praktikumide juhendajatelt pärinevat infot. Uuriti ka koolidele füüsikaõppeks hangitud Vernier' vahendite kasutamist teistes loodusainetes. Seejuures tehti järeldusi kokku 91 õpetaja arvamuste põhjal 29 koolist.

Õpetajatelt uurimusliku õppetegevuse kohta laekunud andmete analüüsil selgus, et probleemi määratlemise faasis õpilased enamasti ei sõnasta uurimisküsimusi ja suunduvad kohe hüpoteeside püstitamise juurde. Väga vähe esineb katse planeerimist õpilaste poolt. Sellest tulenevalt on madal ka mõõtevahendite kasutamise efektiivsus õpilaste poolt planeeritud katsete teostamisel. Samas on katsete läbiviimine ja katseandmete analüüsimine üks sagedasemaid õpilaste tegevusi praktiliste tööde juures. Ulatuslikult tehakse ka kokkuvõtteid oma tööst ning järeldusi hüpoteeside kehtivuse kohta. Katsetulemusi esitletakse õpetajale väga sagedasti, teistele õpilastele aga oluliselt harvemini. Kokkuvõtteks ei saa me kindlalt tuvastada uurimusliku õppe kasutamist vaatlusaluste õpetajate töös, sest paljusid uurimuslikule õppele ainuomaseid tegevusi esineb selles liiga vähe. Ehkki õpetajad peavad uurimusliku õppe erinevate etappide rakendamist oma aines oluliseks, ei tule nad kõigi etappide realiseerimisega toime. Õpetajate täiendkoolitustel tuleks seega rohkem tähelepanu pöörata just uurimusliku õppe esimestele etappidele (probleemi määratlemine ja katse planeerimine). Õpetajad ise soovisid kõige rohkem saada täiendkoolitust katsevahendite ja nende kasutamise metoodika alal (58 % küsitletutest). Uurimusliku õppega seotud koolitusi soovis 23 % küsitletutest.

Leidis kinnitust hüpotees, et õpetajad kasutavad erinevaid katsevahendeid pigem näitkatsetes, kui praktiliste tööde läbiviimiseks õpilastega. Suure tõenäosusega on see põhjustatud seniste ainekavade suurest faktoloogilisest mahust, mis ei võimalda küllaldaselt rakendada suhteliselt aeganõudvaid uurimuslikke praktilisi töid.

Olemasolevaid Vernier' andmekogujaid ning sensoreid kasutavad kõige enam füüsika ja loodusõpetuse õpetajad. Vähemalt korra kuus teeb seda näitkatsetes 80% ja praktilistes töödes 61% küsitletud füüsikaõpetajatest. Loodusõpetuses on need arvud vastavalt 78% ja 44%. Mõnevõrra vähem kasutust leiavad Vernier' vahendid keemias, veelgi vähem bioloogias ja kõige vähem geograafias. Seega pidas paika hüpotees, et koolidele füüsikaõppeks hangitud Vernier vahendeid kasutatakse edukalt ka teistes loodusainetes.

Küsitletud õpilased pidasid praktilisi töid huvitavamateks nende teostamisel reaalse katsevahenditega, mitte arvutisimulatsioonide abil. Reaalsetest katsevahenditest omakorda pakkusid rohkem huvi andmekogujad võrreldes tavavahenditega. Lihtsaimaks võimalikuks vahendiks töö teostamisel peeti enamasti seda vahendit, mida oldi just realselt kasutatud. Siiski eelistasid andmekoguja võimalustest teadlikud õpilased andmekogujat tavakatsevahenditele. Õpilastelt laekunud tagasisides oli loovust ning kriitilist mõtlemist väljendavate küsimuste osakaal kõrgem just tavavahendeid ja andmekogujaid kasutanud õpilaste hulgas. Arvutisimulatsioone kasutanutel oli see madalam. Samuti kutsus arvutisimulatsioonide kasutamine esile oluliselt rohkem arusaamatust väljendavaid küsimusi. Selle põhjal võib soovitada õpetajatel valikuvõimaluse korral eelistada reaalseid mõõtevahendeid arvutisimulatsioonidele. Samuti tuleb pidada igati põhjendatuks andmekogujate senisest palju ulatuslikumat rakendamist uurimuslike praktiliste tööde läbiviimisel loodusainetes.

Kirjanduse loetelu

Avastustee. Külastatud 8. aprillil 2010 aadressil: <http://www.avastustee.ee>

Bretz, S. T., Buck, B. B., Towns, H. T. 2008. Characterizing the Level of Inquiry in the Undergraduate Laboratory. *Journal of College Science Teaching*. September/October 2008, 53-58

Füüsika koolitarkus. Külastatud 8. aprillil 2010 aadressil: <http://www.fyysika.ee/opik/>.

Glassman, M. 2001. Dewey and Vygotsky: Society, Experience and Inquiry in Educational Practice. – *Educational Researcher*. 30, 4, 3-14.

Gümnaasiumi riiklik õppekava. 2010. Elektrooniline Riigi Teataja. Külastatud 15. aprillil, 2010, aadressil <https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=13272925>.

Harlen, W., & Jelly, S. 1997. Developing science in the primary classroom. Essex: Addison Wesley Longman.

Interactive Simulations. Külastatud 8. aprillil 2010 aadressil: <http://phet.colorado.edu/simulations/translations.php#et>

Kask, K., 2004. Õpetajate täiendkoolituse mõju õpilaste protsessuaalsete oskuste kujundamisele praktiliste tööde käigus. Magistritöö, Tartu Ülikool.

Kask, K., & Rannikmäe, M. 2006. Estonian teacher's readiness to promote inquiry skills among students. *Journal of Baltic Science Education*, 1(9), 5-16.

Kempa, R. 1986. Cambridge Science Education Series. Series editor Ingle, R. Cambridge, London, New York, Cambridge University Press.

Krajcik, J., Czerniak, C., & Berger, C. 1998. Teaching children science: A project-based approach. Boston, MA: McGraw-Hill.

Llewellyn, D. 2002. Inquiry Within Implementing Inquiry-Based Standards. Corvin Press, INC. A Sage Publications Company. 1-11.

Loodusteaduslikud mudelid põhikoolile. Külastatud 8. aprillil 2010 aadressil: <http://mudelid.5dvision.ee/index.htm>.

Lunetta, V. N. 1997. The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching. *International Handbook of Science Education*. Frazer, B. J. & Tobin, K. G. (eds). Kluwer Academic Publishers.

Mäeots, M. 2007. Õpikeskkonna "Noor loodusuurija" rakendamise tulemuslikkus õpilaste uurimuslike oskuste arendamisel. Magistritöö, Tartu Ülikool.

Popularity and Relevance of Science Education for Scientific Literacy. Külastatud 8. aprillil 2010 aadressil: <http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/>.

Pedaste, M., Sarapuu, T., Mäeots, M. 2009. Tiigriõpe: haridustehnoloogia käsiraamat. *Uurimuslik õpe IKT abil*. Tallinn: TLÜ informaatika instituut. 220 lk.

Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava. 2002. Elektrooniline Riigi Teataja. Külastatud 15. aprillil, 2010, aadressil <https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=174787>.

Põhikooli riiklik õppekava. 2010. Elektrooniline Riigi Teataja. Külastatud 15. aprillil, 2010, aadressil <https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=13273133>.

Rakumaailm. Külastatud 8. aprillil 2010 aadressil: <http://leopard.di.ut.ee/models/program/et/>.

Sepp, E. 2009. Kontseptuaalse sidususe kujunemine veebipõhise uurimusliku õpikeskkonna "Noor loodusuurija" abil. Magistritöö, Tartu Ülikool

Tahvel.ee mudelid. Külastatud 8. aprillil 2010 aadressil: <http://tahvel.ee/Õppemudelid>

Tiigriretk Eestimaal. Külastatud 8. aprillil 2010 aadressil: <http://bio.edu.ee/matk/>.

Täär, A. 2009. Üldhariduskoolides uurimusliku õppe rakendamist mõjutavad tegurid. Publitseerimata magistritöö, Tartu Ülikool.

Uurimuslik õpe loodusteadustes. Külastatud 8. aprillil 2010 aadressil: http://www.ut.ee/biodida/taiend/uurimus_lehed.htm.

Summary

Application of inquiry-based learning and various realizations of the related practical works

The given thesis examined the frequency of application of the inquiry-based learning methods by teachers of Sciences, and the importance of the aforementioned methods for the teachers. Additionally, the preferences of students and teachers for the various realizations of the practical works were explored, whereby the practical works carried out either by traditional tools, Vernier' equipment, or computer simulations were compared. Three practical works were used: investigation of the pendulum oscillation, determination of the specific heat, and confirmation of the validity of Ohm's law, whereas the special protocols were composed for all three realizations of the works. The information gathered from seven classes of different high schools students and their practical work instructors was generalised as well. Moreover, application of the Vernier' equipment provided to the schools for Physics lessons for other Science subjects was examined. Overall, the data obtained from 91 teachers representing 29 schools was analyzed.

The analysis of the data considering the inquiry-based learning activities obtained from the teachers revealed that most students do not formulate questions at the stage of problem definition, but rather tend to proceed to the formulation of hypotheses. Moreover, the planning of experiment is extremely rare performed by students; however, conductance of experiments and analysis of the results is one of the actions most frequently done by the students when accomplishing practical works. Another actions usually accomplished are making summaries about the works and drawing conclusions considering validity of hypotheses. The results are very often presented to the teacher, but considerably less often to the other students. It has to be mentioned that the extent of application of the inquiry-based learning methods in routine work of the teachers under the scope of this thesis cannot be reliably identified, as the specific features of the inquiry-based learning constitute only a minor part of it. Despite the fact that the teachers appreciate the importance of the inquiry-based learning methods in their activities, they are not able to conduct all steps of these methods due to the lack of competence. It is thus clear that during the teacher training courses, more attention should be paid to the first steps of the inquiry-based learning, such as problem definition and planning of the experiments. 58% of the questioned teachers would like to participate in the training courses dealing with equipment and the methodics of its application,

and 23% of the questioned teachers would like to attend courses considering the inquiry-based learning.

The given study confirmed the hypothesis that the teachers tend to use various equipment rather for demonstrations than for conductance of practical works. The latter fact may be explained by the great amount of factological information included in the current curricula, which consequently does not enable to utilize the relatively time-consuming practical works on the sufficient scale.

It was also established that Vernier equipment is most widely used by the Physics and Science teachers. For instance, application of this equipment in demonstrations and in practical works at least once per month was indicated by 80% and 61% of the Physics teachers, respectively. The analogical numbers for the Science teachers were correspondingly 78% and 44%. The application of Vernier equipment by chemistry teachers was on the slightly smaller scale, and this equipment is even less used in biology and most rarely in geography lessons. Overall, this data confirmed the hypothesis that the Vernier equipment initially targeted to the Physics studies is successfully applied also by other natural sciences.

The questioned students considered the practical works performed by real devices more interesting than the analogical works comprised by computer simulations; in case of real devices, the students preferred Vernier equipment to the traditional tools. Although the device just used for the accomplishment of the work was most frequently indicated as the easiest possible variant, the students who were aware of the possibilities offered by Vernier equipment preferred the latter to the traditional tools. The proportion of raised questions reflecting creativity and critical thinking was higher in the feedback received from the students who applied the traditional tools and the Vernier equipment, as compared to the students who used computer simulations. Additionally, the use of simulations raised more questions expressing lack of understanding of the studied topic. Based on the latter observations, the conclusion might be drawn that it is recommendable for teachers to use real devices rather than computer simulations. Additionally, the positive feedback from students considering the use of Vernier equipment points to the fact that this equipment should be more widely applied by teachers during the accomplishment of practical works.

Lisad

Lisa 1: Uurimusliku õppe materjalid internetis

PARSEL projekt

Parsel projekti (Popularity and Relevance of Science Education for Scientific Literac) <http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/> eesmärgiks on muuta loodusteadused õpilastele huvitavamaks ja relevantsemaks, anda õpetajale ideid tema töös ja kokkuvõttes kasvatada loodusteaduslikku kirjaoskust omavaid ühiskonna liikmeid. Projekti raames on koostatud mitmeid uurimusliku sisuga töölehti (<http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/index.php?id=125>), mida on võimalik õppetöös kasutada.

Uurimuslik õpe loodusteadustes

Loodusteaduste õpetajate täiendkoolituse raames on valminud töölehed (http://www.ut.ee/biodida/taiend/uurimus_lehed.htm), mis tuginevad uurimusliku õppe metoodikale (4. -6. klass),.

Noor loodusuurija

Veebipõhine keskkond "Noor loodusuurija" (<http://bio.edu.ee/noor>) sisaldab loodusõpetuse katseid 4.-6. klassi õpilastele. Keskkond on valminud Tartu Ülikooli loodusteaduste didaktika lektoraadis Tago Sarapuu ja Margus Pedaste eestvedamisel.

Iga uurimusliku ülesande juures loevad õpilased jutukest. Selle põhjal tuleb neil sõnastada probleem. Seejärel tuleb õpilastel esmalt formuleerida uurimisküsimus ja seejärel hüpotees. Uurimusküsimuse sõnastamisel tuleb õpilasel valida etteantud valikutest sobiv mõjutegur. Samuti püstitatakse hüpotees valiku teel etteantutest. Samas võimalik lugeda ka teooria lehte, kus antakse laiem ülevaade uuritava teema kohta. Järgnevalt planeeritakse katse (valivad vahendid ja muutumatuks jäävad tegurid). Järgneb katse läbiviimine, mis seisneb mudelis esitatud katseandmete kogumises tabelisse ning seejärel tuleb leida tabelile vastav tulpdiagramm. Järgnevalt uuritakse diagrammi ning sõnastatakse soesed uuritava protsessi kohta. Ülesanne lõpeb esialgse probleemküsimuse lahendamisega ning õpitu rakendamisega uudes situatsioonis. (Sepp, 2009)

Loodusteaduslikud mudelid põhikoolile

Loodusteaduslikud mudelid põhikoolile (<http://mudelid.5dvision.ee/index.htm>) on mõeldud lisamaterjaliks loodusainetes - bioloogias, keemias ja füüsikas - õpetatavatest protsessidest ja nähtusest arusaamisel. Keskkond sisaldab õpetaja jaoks mudeleid koos kasutusjuhendite ja teoorialededega. Mudelite abil on võimalik ise katsetada ja mängida. Iga mudeli juurde kuulub ka tööleht, mis sisaldab kirjeldavat teksti, milles tõstatatakse probleem. Järgneb uurimisküsimuse sõnastus, millele hakatakse vastust leidma lastes õpilastel juhendi järgi muuta mudeli erinevaid parameetreid ning leida seoseid muudetavate ja muutuvate parameetrite vahel. Uurimuslik töö lõpeb vastamisega küsimusele, mis sõnastati uurimuse alguses kasutades uurimusliku töö käigus tehtud järeldusi.

Füüsika koolitarkus

Füüsika *Java appletid* asuvad Füüsika koolitarkuse lehel <http://www.fyysika.ee/opik/> koos eestikeelsete selgitavate tekstidega. Füüsika *Java applete* on võimalik kasutada uurimusliku õppe läbiviimiseks, kuid metoodilised materjalid (töölehed) selleks puuduvad.

Tiigriretk Eestimaal

Tiigriretk Eestimaal <http://bio.edu.ee/matk/> võimaldab õpilasel koostada matka läbi erinevate looduskeskkondade kogudes punkte erinevates peatuspaikades lahendatud ülesannete eest. Matkata on võimalik koos toitumisega või ilma. Ebaõige toitumise eest võetakse punkte maha. Igas peatuskohas on võimalik tutvuda seal olevate loomade, taimede ja seentega. Samuti on võimalik kasutada erinevaid tööriistu või mõõtevahendeid ülesannete lahendamiseks. Peale ülesande lahendamist on võimalik näha ka õigesti ja valesti vastatud vastuseid.

Rakumaailm

"Rakumaailmas" (<http://leopard.di.ut.ee/models/program/et/>) on võimalus tutvuda mudelite vahendusel päristuumses rakus toimuva 10 bioloogilise protsessiga – neist enamik leiab käsitlust ka koolibioloogia gümnaasiumiosas. Seega on mudelid mõeldud eelkõige gümnaasiumiõpilastele, kes soovivad süvendada oma arusaamist neist keerulistest

protsessidest. Ühtlasi on mudelid sobivad kõigile huvilistele, kes tahavad senisest enam mõista, kuidas erinevad molekulid elutegevusprotsessides osalevad.

Tahvel.ee mudelid

Tahvel.ee põhisisu on õppetundide kavad, mis on nn tugipostid õppematerjalide omavaheliseks sidumiseks. Veebikeskkond sisaldab ka interaktiivsed õppemudelid, mis aitavad õpilastel mõista paremini õpitava olemust. Mudelid on valmistatud õppetunnis näitamiseks või õpilastel koduseks tutvumiseks. Lisaväärtusena võimaldab see keskkond e-õppevahendite sidumist õppekirjandusega. See tagab täiesti uued võimalused õppematerjalide levitamiseks (<http://tahvel.ee/Õppemudelid>).

Avastustee

Avastustee projekti eesmärgiks on stimuleerida ning toetada teadusõpet lasteaedades, alg- ja põhikoolis, lähtudes kaasaegsetest, rahvusvaheliselt tunnustatud teadushariduse metoodika põhimõtetest. (<http://www.avastustee.ee>). Projekti raames pakutakse tasuta koolitusi ning rahvusvaheliselt tunnustatud metoodilisi materjale alushariduses ja põhikoolis töötavatele ja uurimusliku õppe rakendamise huvituvatele õpetajatele. Õpetajate koolitamise kaudu on kavas saavutada uurimusliku metoodika laialdane praktiseerimine õppetöös.

Interactive Simulations (Interaktiivsed arvutisimulatsioonid)

Colorado Ülikoolis on välja töötatud interaktiivsete arvutisimulatsioonide komplektid loodusteaduste õpetajatele, milledest on olemas ka eestikeelsed versioonid. <http://phet.colorado.edu/simulations/translations.php#et>

Lisa 2: Küsimustik loodusteaduste õpetajatele

Küsimustik loodusteaduste õpetajatele

Teie kool osaleb Tiigrihüppe Sihtasutuse poolt läbiviidavas projektis "TeadusTiiger", mille eesmärgiks on muuta loodusteaduste õpetamist huvitavamaks läbi kaasaegsete tehnoloogiliste vahendite. Käesolev uuring on välja töötatud Tartu Ülikooli ja Tiigrihüppe Sihtasutuse koostöös selgitamiseks välja erinevate vahendite rakendatavust praktilistes töödes. Käesoleva uuringu tulemusi käsitletakse projektis „TeadusTiiger” osalevate koolide tagasisidena Tiigrihüppe Sihtasutusele.

Täiega küsimustele vastamine on kohustuslik.

Küsimustiku vastamine võtab aega 3-6 minutit. Vastake küsimusele ja vajutage jätkamiseks Continue

Kontakt: Veiko Hani, Tartu Ülikooli füüsika magistriõppe üliõpilane, e-post: veiko.hani@gmail.com

* Required

Kool, kus õpetate loodusaineid: *

Milliseid loodusaineid õpetate? *

Märgistage kõik loodusained, mida olete viimase aasta jooksul õpetanud.

- Füüsika
- Bioloogia
- Keemia
- Geograafia
- Loodusõpetus

Kas Te olete viimase aasta jooksul läbi viinud praktilisi töid või näitkatseid loodusainetes kasutades Vernier katsevahendeid, arvutisimulatsioone või traditsioonilisi katsevahendeid? *

- Jah
- Ei

Küsimus: Praktilised tööd Vernier vahenditega

Kas Te olete viimase aasta jooksul kasutanud Vernier vahendeid õppetöös? *

- Jah
- Ei

Praktilised tööd Vernier vahenditega

Kui sageli viite Teie läbi näitkatseid Vernier vahenditega järgmistes ainetes: *

Kui Te mõnes aines tunde ei anna, siis vastake selle aine kohta 'mitte kordagi'

	mitte kordagi	korra aastas	korra veerandis	korra kuus	korra nädalas
Füüsikas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Keemias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bioloogias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geograafias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Loodusõpetuses	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kui sageli teevad õplased Teie juhendamisel praktilisi töid Vernier vahenditega järgmistes ainetes: *

Kui Te mõnes aines tunde ei anna, siis vastake selle aine kohta 'mitte kordagi'

	mitte kordagi	korra aastas	korra veerandis	korra kuus	korra nädalas
Füüsikas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Keemias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bioloogias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geograafias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Loodusõpetuses	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kas Vernier vahendid aitavad Teie arvates rakendada uut õppekava? *

Küsimus: Praktilised tööd arvutisimulatsioonidega

Kas Te olete viimase aasta jooksul kasutanud arvutisimulatsioone õppetöös? *

- Jah
- Ei

Praktilised tööd arvutisimulatsioonidega

Kui sageli viite Teie läbi näitkatseid arvutisimulatsioonidega järgmistes ainetes: *

Kui Te mõnes aines tunde ei anna, siis vastake selle aine kohta 'mitte kordagi'

	mitte kordagi	korra aastas	korra veerandis	korra kuus	korra nädalas
Füüsikas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Keemias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bioloogias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geograafias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Loodusõpetuses	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kui sageli viivad õpilased Teie juhendamisel läbi katseid arvutisimulatsioonide abil järgmistes ainetes? *

Kui Te mõnes aines tunde ei anna, siis vastake selle aine kohta 'mitte kordagi'

	mitte kordagi	korra aastas	korra veerandis	korra kuus	korra nädalas
Füüsikas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Keemias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bioloogias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geograafias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Loodusõpetuses	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kui Te olete kasutanud Vernier andmekogujaid ja arvutisimulatsioone õppetöös, siis milliseid eeliseid on Vernier andmekoguja kasutamisel võrreldes arvutisimulatsioonidega? (vabavastus)

Kui Te olete kasutanud Vernier andmekogujaid ja arvutisimulatsioone õppetöös, siis milliseid puudused on Vernier andmekoguja kasutamisel võrreldes arvutisimulatsioonidega? (vabavastus)

Küsimus: Praktilised tööd traditsiooniliste katsevahenditega

Kas Te olete viimase aasta jooksul kasutanud traditsioonilisi katsevahendeid õppetöös (ilma Vernier seadmeteta)? *

- Jah
 Ei

Praktilised tööd traditsiooniliste katsevahenditega

Kui sageli viite Teie läbi näitkatseid traditsiooniliste katsevahenditega järgmistes ainetes: *

Kui Te mõnes aines tunde ei anna, siis vastake selle aine kohta 'mitte kordagi'

	mitte kordagi	korra aastas	korra veerandis	korra kuus	korra nädalas
Füüsikas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Keemias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bioloogias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geograafias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Loodusõpetuses	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kui sageli viivad õpilased Teie juhendamisel läbi praktilisi töid traditsiooniliste katsevahenditega järgmistes ainetes: *

Kui Te mõnes aines tunde ei anna, siis vastake selle aine kohta 'mitte kordagi'

	mitte kordagi	korra aastas	korra veerandis	korra kuus	korra nädalas
Füüsikas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Keemias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bioloogias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geograafias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Loodusõpetuses	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kui te olete kasutanud Vernier vahendeid ja traditsioonilisi katsevahendeid õppetöös, siis milliseid eelised on Vernier vahendite kasutamisel võrreldes traditsiooniliste katsevahenditega? (vabavastus)

Kui Te olete kasutanud Vernier vahendeid ja traditsioonilisi katsevahendeid õppetöös, siis milliseid puudused on Vernier vahendite kasutamisel võrreldes traditsiooniliste katsevahenditega? (vabavastus)

Praktiliste tööde läbiviimine

Kui sageli teevad Teie õpilased järgmist: *

	mitte kunagi	harva	mõnikord	sageli
Määratavad (tuvastavad) probleemi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Püstitavad hüpoteesi(d)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valivad ja järjestavad loogiliselt katse tegevused	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valivad vajalikud katsevahendid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kasutavad mõõtevahendeid enda poolt planeeritud katse tegevuste järgi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Planeerivad katse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Koostavad vajadusel katse andmetabelite alusel graafikuid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Viivad läbi katse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Panevad kirja katsest saadud andmed tabelina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Leiavad seosed ja seaduspärasused katse tulemustest ning teevad järeldusi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sõnastavad uurimisküsimuse(d)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Analüüsivad katse tulemusi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teevad kokkuvõtte ja hindavad hüpoteesi paikapidavust	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Annavad vastuse uurimisküsimus(t)ele	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Annavad hinnangu oma tegevuse kohta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esitlevad katsest saadud tulemusi teistele õpilastele	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esitlevad katsest saadud tulemusi õpetajale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Milline on kõige sagedasem lähtepunkt Teie poolt läbi viidud praktiliste tööde tundides? *

	igapäevaeluline	pigem igapäevaeluline	pigem teoreetiline	teoreetiline
Vali:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kui Teie õpilased on teinud praktilisi töid, siis mida Teie arvates õpilased õppisid nende tööde käigus?

Praktiliste tegevuste olulisus

Kui oluliseks peate, et Teie õpilased: *

	täiesti mitteoluliseks	pigem mitteoluliseks	pigem oluliseks	väga oluliseks
Planeerivad katse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Viivad läbi katse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valivad vajalikud katsevahendid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kasutavad mõõtevahendeid enda poolt planeeritud katse tegevuste järgi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Püstivad hüpoteesi(d)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valivad ja järjestavad loogiliselt katse tegevused	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Analüüsivad katse tulemusi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Leiavad seosed ja seaduspärasused katse tulemustest ning teevad järeldusi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Määratlevad (tuvastavad) probleemi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Koostavad vajadusel katse andmetabelite alusel graafikuid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sõnastavad uurimisküsimuse(d)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Annavad vastuse uurimisküsimus(t)ele	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Annavad hinnangu oma tegevuse kohta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Panevad kirja katsest saadud andmed tabelina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teevad kokkuvõtte ja hindavad hüpoteesi paikapidavust	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esitlevad katsest saadud tulemusi teistele õpilastele	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esitlevad katsest saadud tulemusi õpetajale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Millistes valdkondades sooviksite end täiendada? *

Kontrollige, et kõigile tärniga tähistatud küsimustele oleks vastatud ning seejärel vajutage vastuste saatmiseks nupule Submit.

Lisa 3: Praktiumi tagasisideküsimustik õpilasele

Rühma kood: _____

Tee kasti ristike:

Praktiline töö: Ohm'i seadus Erisoojus Pendel

Vahendid: Vernier andmekoguja Arvutisimulatsioon Tavakatsevahendid

Vasta küsimustele:

Mis meeldis praktilise töö juures kõige rohkem?

Mis oli praktilise töö läbiviimisel kõige raskem?

Mida uut said teada selle praktilise töö läbiviimisel?

Kirjuta Sinu jaoks kolm kõige olulisemat küsimust, mis tekkisid praktilise töö käigus.

Praktiline töö oli minu jaoks huvitav (1 - ebahuvitav..7-väga huvitav; tõmba ring ümber numbrile)

1 2 3 4 5 6 7

Praktiline töö oli minu jaoks raske (1 – väga kerge..7 – väga raske; tõmba ring ümber numbrile)

1 2 3 4 5 6 7

Milliste vahenditega oleks see praktiline töö huvitavam olnud?

Milliste vahenditega oleks see praktiline töö lihtsamini teostatav olnud?

Täname vastamast!

Lisa 4: Praktikumi juhendaja tagasisideküsimustik

1. Millise praktikumi puhul milliseid vahendeid eelistad? Miks?

Töö	Vahendi eelistus (traditsioonilised, andmekoguja või arvutisimulatsioon)	Kasutamise eelistuse põhjendus
Pendel		
Ohm		
Erisoojus		

2. Mis meeldis praktikumide läbiviimise juures kõige rohkem?

3. Ettepanekud:

Täname vastamast!

Lisa 5: Praktikumide juhendid, protokollid, teoorialehed CD-plaadil